

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Конструювання машин і обладнання
(назва кафедри)

(підпис) Вячеслав ЛОВЕЙКІН
(ПІБ)

“ ” _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДРОБАРКИ ДЛЯ ДЕРЕВНИ

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування
(код і назва)

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання) _____
(підпис)

Володимир БУЛГАКОВ
(ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання) _____
(підпис)

Вячеслав ЛОВЕЙКІН
(ПІБ)

к.т.н.
(науковий ступінь та вчене звання) _____
(підпис)

Анастасія ЛЯШКО
(ПІБ)

Виконав

(підпис) Іглінський Олександр Васильович
(ПІБ студента)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Конструювання машин і обладнання

д.т.н., професор

Вячеслав ЛОВЕЙКІН

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

“ ” 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Ігліньський Олександр Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проекту бакалавра) **РОЗРОБКА
КОНСТРУКЦІЇ ДРОБАРКИ ДЛЯ ДЕРЕВИНИ**

затверджена наказом ректора НУБіП України від “16” грудень 2024 р. №2265 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 2025 червня 5

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проекту бакалавра)

Технологічна схема застосування дробарки деревини

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Провести аналіз існуючих конструкцій дробарок деревини
2. Розглянути перспективи створення нових дробарок деревини
3. Виконати розрахунок конвеєра дробарки
4. Розглянути питання охорони праці при роботі з дробаркою
5. Виконати розрахунок економічної ефективності

Дата видачі завдання “16”грудень 2024 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Вячеслав ЛОВЕЙКІН.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Анастасія ЛЯШКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Олександр ІГЛІНСЬКИЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали студент)

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ.....	6
1. 1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ДРОБАРОК	6
1. 2. КЛАСИФІКАЦІЯ ДРОБАРОК.....	8
1. 3. АНАЛІЗ РІЗЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИНИ З ВИДАМИ ПОДАЧІ МАТЕРІАЛУ ТА ВИГРУЗКИ ПОДРІБНЕНОГО МАТЕРІАЛУ.....	20
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК КОНВЕЄРА ДРОБАРКИ	26
2. 1. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ВИХІДНОГО КОНВЕЄРА.....	26
2. 2. ПЕРЕВІРКА НАТЯЖНОГО ТА ПРИВОДНОГО РОЛИКА НА МІЦНІСТЬ, ПЕРЕМІЩЕННЯ ТА КОЕФІЦІЄНТА ЗАПАСУ МІЦНОСТІ.....	33
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	38
3. 1. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТА ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БАРАБАННОЇ ДРОБАРКИ ДЕРЕВИНИ.....	38
3. 2. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДРОБАРКИ	40
3. 3. ВИМОГИ ДО ТЕХНІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ПЕРСОНАЛУ	41
3. 4. РОЗРАХУНОК ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕКИ.....	42
3. 5. ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РЕМОНТНИХ ТА НАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ	43
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ	45
4. 1. ВПЛИВ МЕХАНІЗАЦІЇ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ.....	45
4. 2. ВИТРАТИ НА ВИГОТОВЛЕННЯ	45
4. 3. РІЧНА ЕКОНОМІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	46
4. 4. ТЕРМІН ОКУПНОСТІ	46
4. 5. ДОДАТКОВІ ПЕРЕВАГИ.....	47
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49
ДОДАТКИ.....	51

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ			Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Ігліньський О.						3	51	
Перевір.		Ляшко А.П.			НУБіП України					
Н. Контр.		Матухно Н.В.								
Затверд.		Ловейкін В.С.								

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, що містить вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел та додатків. Дана робота представлена на ХХ аркушах друкованого тексту.

В першому розділі бакалаврській кваліфікаційної роботи розглянуто історію розвитку дробарок деревини, приведено їх класифікацію за основними показниками, виконано аналіз існуючих конструкцій дробарок. розглянуті конструкції вітчизняних та закордонних дробарок та перспективи створення нових ефективних рішень.

В другому розділі проводилися розрахунки вихідного конвеєра дробарки, а саме розрахунок основних параметрів, включаючи сили які діють в конвеєрі, продуктивність, Також обраховували елементів конвеєра на міцність переміщення і коефіцієнту запасу міцності, а саме привідного та натяжного ролика.

В третьому розділі, охорони праці, розглянуто вимоги при експлуатації барабанної дробарки, а також вихідного та вхідного конвеєра. Виконано аналіз можливих ризиків і заходів щодо їхнього мінімізації, розроблені правила технічного обслуговування та ремонту та забезпечення безпеки умов праці.

В четвертому розділі про економічну ефективність розробки було розраховано окупність дробарки від періоду початку експлуатації.

Ключові слова: дробарка деревини, барабан, конвеєр, щєпа, тріска, продуктивність

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Іглінський О.			РЕФЕРАТ		
Перевір.		Ляшко А.П.					
						4	51
Н. Контр.		Матухно Н.В.			НУБіП України		
Затверд.		Ловейкін В.С.					

ВСТУП

Сучасна промисловість, особливо лісопереробна, деревообробна та енергетична галузі, стикається з гострою потребою в ефективній утилізації деревних відходів та отриманні якісної технологічної або паливної тріски. Це обумовлено як економічними вимогами до скорочення обсягів відходів, так і економічною доцільністю використання біомаси як відновлювального джерела енергії або сировини для подальшої переробки. Одним із найбільш розширених та перевірених часом засобів для вирішення цих завдань є дробарка деревини.

Серед різноманіття подрібнювальні машини, барабанні дробарки ножового типу найбільш продуктивні порівняно з іншими. Мають здатність перероблювати великі обсяги деревини різних розмірів та забезпечувати стабільну якість тріски. Інтеграція таких дробарок з автоматизованими системами подачі (вхідний конвеєр) та відведення (вихідний конвеєр) матеріалу значно підвищує їх ефективність, безперебійність роботи та безпеку експлуатації.

У даній роботі будуть розроблені технічні креслення і проведені необхідні розрахунки на міцність та продуктивність, що підтверджують працездатність і ефективність запропонованої конструкції.

Окрему увагу буде приділено питанням охорони праці та заходам безпеки при експлуатації розробленої дробарки.

Отримані результати можуть бути використані при модернізації існуючих систем подрібнення деревини, а також при розробці нових дробильних комплексів для різних підприємств лісопереробної та деревообробної промисловості.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Ігліньський О.			ВСТУП		
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.					
						5	51
<i>Н. Контр.</i>		Матухно Н.В.			НУБіП України		
<i>Затверд.</i>		Ловейкін В.С.					

РОЗДІЛ 1.АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ

1. 1. Історія розвитку дробарок

Історія розвитку дробарок починається з давніх часів, до нашої ери, коли люди подрібнювали матеріали за допомогою ручних знарядь праці, наприклад ступиці та кам'яний молоти. Зазвичай ця праця буда важка та повільна, що не давало можливості вийти на промисловий рівень, не задіявши велику кількість людей тільки на дроблення матеріалу. Але згодом коли почали розвиватися цивілізації і появилася потреба в тому, щоб будувати будівлі, дороги, та інші споруди. Це дало поштовх для розробки ефективніших методів подрібнення матеріалів. Перший механічний пристрій використовувався для подрібнення руди, він із себе представляв ступочний млин, який працював на водяному приводі де колесо обертається від потоку русла ріки. Обертаючись колесо піднімало та опускало важкі молотки, які дробили руду.

Проте з часом дробарки змінювали свою форму, вдосконалювалися та починали працювати в інших галузях промисловості, таких як харчова, важка, лісова, будівельна і.т.д.

В кінці 19 століття в Німеччині 1884 року інженер по імені Петер Єнсен винайшов дробарку для деревини та запатентував. Створив компанію "Marke Angeln", яка займалася розробкою, створенням, ремонтом та продажем дробарок. Його дробарки перероблювали деревину на тріску яка використовувалася для опалення промислових заводів, виробництві паперу та переробки деревини, що дало змогу зробити цей процес більш екологічно чистим та ефективнішим.

З початку 20 століття в 1922 році була створена та запатентована німцем Генріхом Віггером дробарка зі сталевим диском та встановленими на ньому гострих лез. Цей патент став основою до подальших розробок.

					01.09 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 023 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Іглінський О.			РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.					6	51
<i>Н. Контр.</i>		Матухно Н.В.			НУБіП України			
<i>Затверд.</i>		Ловейкін В.С.						

Деревина подавалася на диска гідравлічними колесами, які розташовані перпендикулярно до нього.

З середини 20 століття десь в 1950-х роках були винайдені високошвидкісні барабанні дробарки, які швидко захоплювали деревину та швидко подрібнювали в щепу. Але такі машини мали проблеми з безпекою. Та нерідко траплялися нещасні випадки.

В другій половині 20 століття в 1970-х роках дробарки почали покращуватися в ергономічності, якості, безпеці та надійності. В дробарок з'явилися подавальні ролики для кращої подачі деревини. Зроблені огорожі та захисні кожухи, для підвищення норм безпеки.

На даний час існують багато видів дробарок таких як мобільні для саду та огорода, промислові для подрібнення деревини для різних нужд, таких як опалення приміщення, щепи для варки целюлози, переробка деревини для ДСП, меблева промисловість, для удобрення і.т.д.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		7

1. 2. Класифікація дробарок

Оскільки існують багато видів дробарок їх можна класифікувати за різними параметрами, залежно від критеріїв які ми їм задаємо. Наприклад:

1. За типом привода:

- ✓ Бензинові (дизельні) дробарки: дробарки використовують двигуни внутрішнього згоряння. Такі дробарки потужні та мобільні. Використовуються в місцях де нема електромережі, або в селах де непотрібно подрібнювати деревину в промислових об'ємах.



Рис 1.1. Бензинова дробарка фірми «HECHT»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		8

✓ Вал відбору потужності (ВВП):

Такі дробарки більш поширені в сільському та лісовому господарстві, оскільки привід від валу відбору потужності. Це може бути як окремий пристрій який кріпиться до трактора, так і спеціальна мобільна машина-дробарка в якій привід від ВВП. Зазвичай такі дробарки потужніше ніж на електроприводі.



Рис 1.2. Дробарка від валу відбору потужності «Астарта Т»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		9

- ✓ Електричні дробарки: Такі дробарки більш екологічні та прості в експлуатації бо працюють від електромережі, також часто використовуються на великих підприємствах, проте вони менш потужні ніж бензинові. Також вони можуть бути в компактних розмірах.



Рис 1.3. Електрична садова дробарка «Parkside»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		10

2. За мобільністю:

- ✓ Стационарні дробарки: Зазвичай встановлюються на одному місці та використовуються для централізованої переробки деревини.



Рис 1.4. Стационарна дробарка фірми «STILER»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		11

- ✓ Пересувні дробарки: Такі дробарки мають можливість пересуватися, зазвичай на колесах або гусеницях, що дає можливість транспортувати їх до місця роботи.



Рис 1.5. Пересувна дробарка фірми «SLAVLES»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		12

3. За типом ріжучого механізму:

- ✓ Молоткові дробарки: Використовують ріжучий елемент молотки якими відділяють частки дерев'яних волокон від деревини. Такими дробарками подрібнюють деревину, біомасу, та мінеральні добрива. Такі дробарки прості в обслуговуванні.



Рис 1.6. Молоткова дробарка фірми «БіоЕкоПром Гк»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		13

- ✓ Барабанні дробарки: Саме най частіше використовуються на великих заводах, оскільки мають просту будову та прості в обслуговуванні. Такі дробарки складаються з циліндричного барабана зі встановленими на ньому ножами. А принци роботи такий як і в інших дробарок, на барабан подається деревина, барабан з ножами обертаючись знімає стружку з деревини. Такі дробарки можуть подрібнювати товсті стовбури дерев та великі об'єми деревини.



Рис 1.7. Дробарка барабанного типу фірми «Green Bull»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		14

- ✓ Шнекові дробарки: Такі дробарки рідко де використовуються на великих підприємствах із-за дорогого обслуговування, де потрібно періодично замінити шнеки з ріжучими елементами. Проте все ж такі дробарки існують в мобільному вигляді. Принцип дії простий в шнеки подається деревина, ріжучі елементи поступово знімають стружку із дерева та на виході отримаємо подрібнену деревину.



Рис 1.8. Шнекова дробарка фірми «ЕкоЕнергоПроект»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		15

✓ Тарілчасті (Дискові) дробарки:

Ріжучий інструмент в них це плоский диск з нагостреними лезами. Принцип роботи простий, на диск подається деревина і обертаючись ножі зрізують стружку. Зазвичай такі дробарки використовуються для подрібнення невеликих, або середніх гілок.



Рис 1.9. Дискова дробарка фірми «Irswood»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		16

4. За призначенням та продуктивністю:

- ✓ Побутові (садові) дробарки: малопотужні призначені для простої роботи, наприклад подрібнювання гілок, листя. Використовуються на дачах, присадибних ділянках і просто в загородних домах.



Рис 1.10. Садова дробарка фірми «Bosch»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		17

- ✓ Професійні дробарки: такі дробарки вже більш потужніші, зазвичай вони використовуються комунальними підприємствами для ландшафтних робіт, або для інших робіт.



Рис 1.11. Професійна дробарка фірми «Palche»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		18

- ✓ Промислові дробарки: це високопродуктивні дробарки які використовуються для великих об'ємів подрібнення деревини на різних підприємствах таких як лісове господарство, паперові фабрики, просто підприємства які опалюють промислові будівлі подрібненою деревиною.



Рис 1.12. Промислова дробарка фірми ПП «Екополімер»

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		19

1.3. Аналіз ріжучих елементів для подрібнення деревини з видами подачі матеріалу та вигрузки подрібненого матеріалу.

Звичайні ножі які встановлені на диску або на барабані. Такий принцип встановлення ножів передбачає подачу деревини на робочий орган. Процес подрібнення відбувається за рахунок того що коли обертається барабан або диск ножі рухаються на зустріч проти різам які закріплені жорстко, коли між ножем і протирізом опилюється матеріал то ніж починає притискати деревину до протирізального ножа, оскільки сталь міцніша за дерево то сталевий ніж починає відрізати шматок від дерева. В будові такого механізму може бути різна кількість ножів та їх розташування для ефективного подрібнення. Розглянемо різні варіанти встановки ножів на барабан та диски. Також різні встановлені кути ножа.

Барабан зі встановленими ножами під прямим кутом при зрізуванні деревини на момент коли при обертанні барабана кінчик леза торкається до дерева то на вал подається різке навантаження (імпульсне навантаження) оскільки сила діє на всю поверхню леза, яке торкається стовбура дерева. Переваги такого зрізування полягає в тому що стовбур не буде зсовуватися в бік при прикладенні сили від ножа, але такі дії швидко ступлюють гостру кромку ножа після чого продуктивність різання знижується, частково цю проблему можна вирішити змінивши матеріал леза на більш абразивностійкий, проте коштувати таке лезо буде дорого, а заощадження коштів буде незначне тож найкращий варіант буде обрати сталь більш дешеву та зносостійку.

Оскільки під час роботи ножі зношуються їх потрібно буде періодично підточувати. Для зрізування оптимальний кут загострення ножа повинен бути в межах 30-45 градусів, якщо кут буде перевищувати 45 градусів то

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		20

буде витрачатися багато енергії, і процес вже буде називатися сколюванням із-за того, що коли ріжуча кромка бистро прийде в непридатність і почне сколювати деревину.

Барабанні дробарки де ніж встановлюють похило до деревини, це дає можливість уникнути імпульсних навантажень на лезо, що зменшує час затуплення леза. Проте зазвичай вони ріжуть лише невеликі матеріали, наприклад листя, палки, різні невеликі дерев'яні відходи, великі стовбури дерев не рекомендовано їм подрібнювати оскільки стовбур дерева твердійший і при початку різання почне переміщуватися, що не є дуже добре, адже він може поламати механізм. На промисловості найбільш використовують саме ножі під прямим кутом до стовбура, що дає можливість подрібнювати будь яку деревину, такий тип дробарки дозволяє подрібнювати деревину в щепу, яку потім можна використовувати для варки целюлози або опалення приміщення. Оскільки немає барабанна дробарка де ножі встановлені під прямим кутом до дерева, такий механізм може працювати на малих обертах, важливо щоб був достатній момент, щоб перерізати деревину, проте це буде неефективно адже в кожній дробарки є свої оптимальні режими роботи.

Дискові дробарки є різниця із з якою частотою вони обертаються, із-за того що ножі в них встановлені паралельно друг-другу під невеликим кутом при перерізуванні твердих пород деревини вони можуть переміщуватися, а відбувається це тому що коли ніж підходить до проти різа, спочатку опиниться частина ножа що ближче до центра круга, а потім та що далі від нього. Із за такого ефекту деревина направлена в бік під час різку. Вирішити цю проблему можна змінивши форму леза ножа, зробивши її більш округленою. так, щоб форма ножа не давала можливості пересуватися деревині. Недоліком такого являється те що важливо правильно заточувати

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		21

ріжучий елемент, та те знос леза буде нерівномірний. Також можна рішити цю проблему змінивши розміщення протирізів.

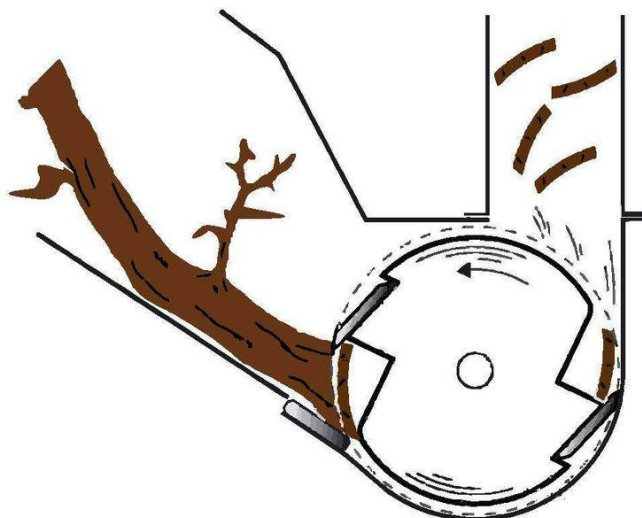


Рис 1.13. Принцип дії барабанної дробарки

Молоткові дробарки мають таку саму будову як і барабанні проте різниця в тому що замість ножів там встановлюються молотки які мають другий принцип кріплення. Зазвичай молоток з себе представляє просто пластину з отвором ближче до кінця краю по центрі пластини. Молотки надівається на спільну вісь. Принцип дії простий, барабан обертаючись з великою швидкістю де із-за відцентрової сили яка діє на молоток, він своєю основною частиною вирівнюється, при вдарянні в деревину він сколює шматок волокон. Молоткові дробарки прості в обслуговуванні адже не вимагають точного встановлення ріжучого елемента, та не потребують його загострення під правильним кутом. Для регулювання розміру тріски зазвичай встановлюють сітку з отворами. Молоток повинен бути міцний і зносостійкий.

Гвинтові (шнекові) елементи зазвичай в дробарках використовуються рідко. В дробарках застосовуються як попереднє подрібнення деревини перед тим щоб цю масу подали вже до основного подрібнювального органу.

Принцип дії полягає у стисненні та потім розриванні деревини, у процесі обертання та просування деревини вздовж по шнеку. Такий механізм грубо подрібнює деревину після чого її можна. Проте ніяк не регулюється ступінь подрібнення. В деяких випадках на шнек встановлюють леза для кращого розривання(подріблення) деревини. Недоліком цієї дробарки є те що вона важка в обслуговуванні, виготовлення нових шнеків дорожче ніж виготовлення ножі, шнек довга заміна шнеків на нові, неефективне порівняно з дробарками які ми описали вище. Такі шнеки зазвичай подрібнюють середніх розмірів стовбури. Із-за їх неефективності підприємства їх не використовують як основний елемент подрібнення, їх можуть використовувати як додатковий елемент, який просто подає деревину до основного робочого органа.

В дробарках не тільки залежить те який ріжучий елемент, а й те як подається деревина до дробарки, це немало важно, адже воно впливає на продуктивність дробарки. Якщо ми недовантажуємо подачею дробарку то вона працює не в повну силу, а значить не в оптимальному режимі роботи на який вона розрахована. А якщо ми навпаки перевантажимо подачею то це може призвести до поломки, заклинювання, або спресовування подрібненого матеріалу всередині дробарки, що прийдеться її частково розбирати та чистити від деревини.

Розглянемо перший вид подачі, це ручна подача. Ручна подача на великих підприємствах використовується дуже рідко, адже вона потребує велику кількість працівників які будуть просто закидати деревину в дробарку, така праця являється неефективною і дорого вартісною порівняно з іншими видами подачі деревини. Ручна подача зазвичай використовується коли ми маємо справу з невеликими, побутовими, мобільними дробарками для подрібнення гілок, стовбурів.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		23

Маніпулятора подача найпоширеніша на підприємствах, навіть якщо все автоматизовано деревина яка буде прибувати на розгрузку дуде розвантажуватися маніпулятором, на конвеєр або на склад звідки буде йти на подрібнення. Зазвичай такий вид подачі використовують коли ми маємо справу з великими або середніми колодами деревини. Переваги такого способу заключаються в тому що в нас замість багатьох людей яки мали б подавати сировину, працює всього один оператор, це значно знижує витрати коштів на цей процес. Маніпулятора подача використовується разом з механізованою подачею, виходить така комбінація маніпулятора і механізованої подачі.

Механізована подача до великих промислових дробарок використовується саме найчастіше, оскільки потрібно подрібнювати деревину в промисловому об'ємі. Зазвичай будова подачі така деревина переміщується по вальцям або конвеєрі. Будова механізму який подає деревину в робочу зону простий, це простий конвеєр зі своїми особливостями, він складається з рами який кріпиться до корпусу робочого органа, в рамі використовують різні профілі саме найпопулярніші це швелер проте є рами яки використовують прямокутні, квадратні профілі. До рами зазвичай приварені кронштейни на які встановлюються ролики. Ролики розташовуються на різній дистанції залежить на яку породу дерева він розрахований, зазвичай це десь від 300 мм до 1000 мм. Передня частина конвеєра відрізняються від інших тим що там з'являються верхні ролики з шипами які обертаються вони служать для притискання деревини до нижніх роликів. Нижні ролики являються приводними які сполучені між собою ланцюгами, проте вони повинні однаково обертатися для рівномірної подачі, якщо є ролик більшого діаметру то в нього буде відрізнятися зірочка тіким чином щоб знизити або збільшити передаточне число. Для того щоб

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		24

швидкість обертання була рівномірна. Привід на ці всі ролики іде від мотор-редуктора або по окремої мотор зі шківом крутить інший шків, який обертає редуктор, а від вже дає привід на вад. Який починає отертати верхні та нижні ролики, через ланцюгові передачі. А ланцюгові передачі тут викоритосуються тому що коли верхні ролики прижимають деревину до нижніх появляється сила супротиву обертанню роликів, як щоб у нас був пасовий привід то він тоді б проковзував і приходив в швидку непридатність. На ці всі нижні ролики надівається конвеєрна лента, проте є види конвеєрів де вона не використовується, а подача деревини відбувається по вальцях. Недоліком такої подачі є те що кора, тріски або дерев'яні елементи будуть провалюватися між вальцями і якщо в нас знизу знаходиться інший конвеєр то весь шлак буде потрапляти туди, а якщо ні, то прийдеться час від часу чистити під понверером остатки деревини.

Вигрузка подрібненого матеріалу відбувається на простих конвеєрах. Який побудований по принципу як і конвеєр для загрузки, проте він вже має простішу будову. Такий конвеєр зазвичай складається з приводного ролика, простих підтримуючих роликів, ленти та натяжного ролика. Подрібнене дерево падає на ленту і пересувається далі по маршруту. Будується рама такого конвеєра з таких профілів як і погруз очний конвеєр.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		25

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК КОНВЕЄРА ДРОБАРКИ

2.1. Розрахунок параметрів вихідного конвеєра

Стрічковий конвеєр на промисловості використовується будь де. В бакалаврському проекті ми використовуємо для переміщення щепи, яка піднімаючись вгору іде в сортувальний пункт, який із себе представляє багато шестигранників які обертаються на високій швидкості, що дає можливість великі не подрібнені частки направити далі. Милкі частки падають вниз на інший конвеєр із основного.

Стрічковий конвеєр складається із рами, на якій розміщені ролики, приводний барабан, натяжний барабан, редуктор та електродвигун який обертає вал приводного барабана.

Вихідні дані:

Ширина стрічки $B = 800$ мм

Подача $v = 1$ м/с

Переміщує сипучий матеріал – щепу

Кут нахилу конвеєра 150 градусів

Тип стрічки яку використовує конвеєр – гумовотканинна шевронна

Тип роликів – рядові

Погонний метр стрічки 8 кг/м

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Іглінський О.			РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК КОНВЕЄРА ДРОБАРКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.					26	51
<i>Н. Контр.</i>		Матухно Н.В.			НУБіП України			
<i>Затверд.</i>		Ловейкін В.С.						

Продуктивність стрічкового конвеєра розраховується за формулою:

$$P = 3,6 * A * v * \rho \quad (2.1)$$

Де A – Площа поперечного перерізу насипного матеріалу на стрічці, яка залежить від ширини стрічки та кута природного укосу ϕ .

Природний кут укосу щепи складає 39 градусів. Оскільки на стрічці довжиною 800 мм повинні бути відступи від країв по 50 мм, що значить матеріал може займати стрічку на 700 мм.

Знаючи ці дані почнемо розраховувати площу перерізу насипного матеріалу:

Прийmemo переріз в формі рівнобедреного трикутника з основою

$$c = 0.7 \text{ м}$$

Тоді висота насипу буде :

$$h = \tan(\phi) * \frac{c}{2} = \tan(39) * \frac{0.7}{2} = 0.809 * 0.35 = 0.283 \text{ м} \quad (2.2)$$

Тоді площа поперечного перерізу матеріалу буде:

$$A = \frac{c * h}{2} = 0.099 \text{ м}^2 \quad (2.3)$$

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк. 27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тож продуктивність конвеєра буде:

$$\Pi = 3,6 * A * v * \rho = 3,6 * 0,099 * 1 * 0,25 = 89 \frac{\text{Т}}{\text{год}} \quad (2.4)$$

де $\rho = 0,25 \text{ т/м}^3$ насипна густина щепи

Маса погонного метра:

$$m_{\text{вант}} = A * \rho = 0,099 \text{ м}^2 * 250 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 24,79 \frac{\text{кг}}{\text{м}} \quad (2.5)$$

Розрахунок сили натягу на ділянках стрічки:

Почнемо розраховувати тяговий розрахунок конвеєра по схемі:

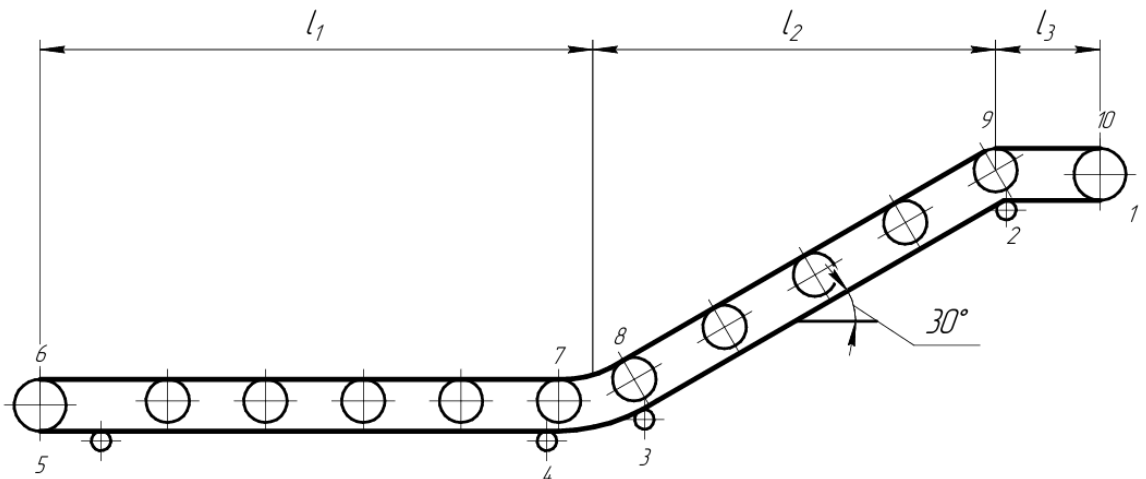


Рис 2.1, Умовна схема вихідного конвеєра

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Ділянка 5-6:

$F_5 = 100 \text{ Н}$ – початковий натяг

$$F_{\text{оп.р}(5-6)} = m_{\text{вант}} * L_1 * g * \mu_1 \quad (2.6)$$

$$F_{\text{оп.р}(5-6)} = 8 \frac{\text{кг}}{\text{м}} * 1,7 \text{ м} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} * 0,02 = 2,66 \text{ Н} \quad (2.7)$$

$$F_6 = F_5 + F_{5-6} = 100 \text{ Н} + 2,66 \text{ Н} = 102,66 \text{ Н} \quad (2.8)$$

Ділянка 6-7:

Опір руху на ділянці 6-7 з вантажем буде:

$$F_{\text{оп.р}(6-7)} = (m_{\text{стріч}} + m_{\text{вант}}) * L_{6-7} * g * \mu_2 \quad (2.9)$$

$$F_{\text{оп.р}(6-7)} = (8 + 24,79) \frac{\text{кг}}{\text{м}} * 1 \text{ м} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} * 0,03 = 9,65 \text{ Н} \quad (2.10)$$

$$F_7 = F_6 + F_{6-7} = 102,66 \text{ Н} + 9,65 \text{ Н} = 112,31 \text{ Н} \quad (2.11)$$

Ділянка 7-9:

Довжина похилої ділянки складає:

$$L_{\text{підйом}} = L_2 + L_3 = 1,2 \text{ м} + 0,32 \text{ м} = 1,52 \text{ м} \quad (2.12)$$

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Опір руху на похилій ділянці буде:

$$F_{\text{оп.р}(7-9)} = (m_{\text{стріч}} + m_{\text{вант}}) * L_{\text{підйом}} * g * \mu_2 \quad (2.13)$$

$$F_{\text{оп.р}(7-9)} = (8 + 24,79) \frac{\text{кг}}{\text{м}} * 1,52\text{м} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} * 0,03 = 14,7 \text{ Н} \quad (2.14)$$

Опір підйому вантажу на похилій ділянці:

$$F_{\text{Під.вант}(7-9)} = m_{\text{вант}} * L_{\text{підйом}} * g * \sin(\beta) \quad (2.15)$$

$$F_{\text{Під.вант}(7-9)} = 24,79 \frac{\text{кг}}{\text{м}} * 1,52\text{м} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} * \sin(30^\circ) = 185 \text{ Н} \quad (2.16)$$

Опір підйому стрічки на похилій ділянці:

$$F_{\text{Під.стрічк}(7-9)} = m_{\text{стрічки}} * L_{\text{підйом}} * g * \sin(\beta) \quad (2.17)$$

$$F_{\text{Під.стріч}(7-9)} = 8 \frac{\text{кг}}{\text{м}} * 1,52\text{м} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} * \sin(30^\circ) = 59,6 \text{ Н} \quad (2.18)$$

Сили в точці 9 будуть:

$$F_9 = F_7 + F_{\text{оп.р}(7-9)} + F_{\text{Під.вант}(7-9)} + F_{\text{Під.стрічк}(7-9)} \quad (2.19)$$

$$F_9 = 112,31\text{Н} + 14,7\text{Н} + 185\text{Н} + 59,6\text{Н} = 371,61\text{Н} \quad (2.20)$$

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Ділянка 9-10:

Опір руху на ділянці 6-7 з вантажем буде:

$$F_{9-10} = (m_{\text{стріч}} + m_{\text{вант}}) * L_{6-7} * g * \mu_2 \quad (2.21)$$

$$F_{9-10} = (8 + 24,79) \frac{\text{кг}}{\text{м}} * 0,32\text{м} * 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} * 0,03 = 3,08 \text{ Н} \quad (2.22)$$

$$F_{10} = F_9 + F_{9-10} = 371,61 \text{ Н} + 3,08\text{Н} = 374,69 \text{ Н} \quad (2.23)$$

Точка 10 (Приводний барабан)

$$F_{10} = 374,69 \text{ Н}$$

Умова зачеплення:

$$e^{\mu\beta} = 3 \quad (2.24)$$

Мінімальне значення для забезпечення зачеплення буде виходить із верхнього рівняння:

$$F_{10} \geq \frac{F_9}{3} = \frac{371,61\text{Н}}{3} = 123,87 \text{ Н} \quad (2.25)$$

Прийmemo значення $F_{10} \geq 145 \text{ Н}$

Тоді тягове зусилля буде:

$$F_{\text{тягове}} = F_9 - F_{10} = 371,61 \text{ Н} - 145\text{Н} = 226,61\text{Н} \quad (2.26)$$

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Визначаємо мінімальну потужність двигуна, який буде обертати привідний барабан:

$$P = F_{\text{тягове}} * v \quad (2.27)$$

$$P = 226,61 \text{ Н} * 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 226,61 \text{ Вт} = 0,226 \text{ кВт} \quad (2.28)$$

Із розрахованих параметрів потрібно обрати двигун та редуктора. Двигун повинен працювати від мережі 380 В, з можливістю змінювати силу струму двигуна. Редуктор повинен бути черв'ячного типу із-за того що він може само гальмуватися.

Вкрай непередбачуваних навантажень і непередбачених в цих розрахунків об'ємів щепи, черв'ячний редуктор зможе справитися з цією роботою, але сам по собі редуктор не крутиться то ж для такої роботи потрібен двигун 4 - 5,5кВт з великими обертами в районі 1500-3000 об/хв. Найбільш підходить двигун АИР 100 L2.

Электродвигатель АИР	Технические характеристики								Вес, кг
	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Напряжение питания, В	Номинальный ток, А	Мп/Мн	Мmax/Мн	Ip/In	Момент инерции, кг·м2	
100 S2	4	3000	220/380	8,2	2,2	2,3	7,5	0,0070	38
100 L2	5,5			11,1				0,008	45
100 S4	3	1500		6,8	2,3		7,0	0,01	38
100 L4	4			8,8		0,013		39	
100 L6	2,2	1000		5,6	2,0	2,1	6,5	0,02	36,3
100 L8	1,5	750		4,4	1,8	2,0	5,0	0,0123	31,5

Рис 2.2 Характеристики двигуна АИР

До двигуна підходить редуктор NMRV-90 з передаточним числом редуктора 40. Діаметр вихідного вала 35 мм ,а вхідного 28 мм.

2. 2. Перевірка натяжного та приводного ролика на міцність, переміщення та коефіцієнта запасу міцності

В програмі SOLIDWORKS ми будемо перевіряти ролики на міцність коефіцієнт запасу міцності, та переміщення(прогин). Перед навантаження роликів їм потрібно призначити матеріал. Всі барабани використовують Сталь 40.

Привідний барабан складається з декількох частин таких як стандартна трубі діаметром 159 мм, упорів по бокам, та ступінчастого вала, де ці всі елементи приварюються катетом шва 3. Довжина труби барабана складає 900 мм.

Із розрахунків які ми отримали в попередньому пункті, сили які діють на вал приводного барабана складає:

$$R_{10} = 374,69 \text{ Н} + 145 \text{ Н} = 516,61 \text{ Н} \quad (2.29)$$

Тож заокруглимо до 600 Н і прикладемо силу по всій поверхні барабана. Отримаємо такий результат статичного аналізу.

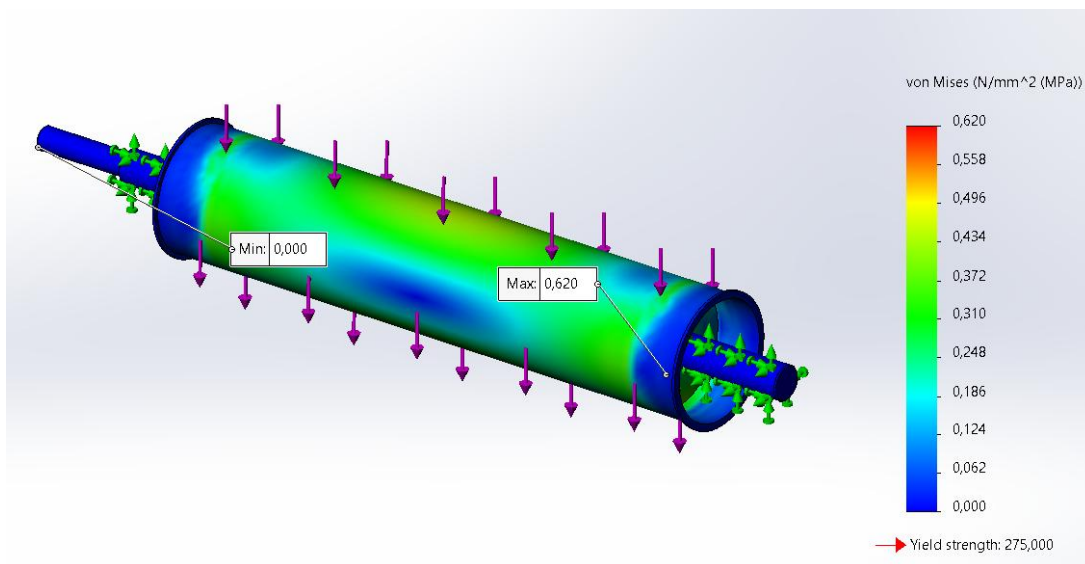


Рис 2.3. Випробування на міцність

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

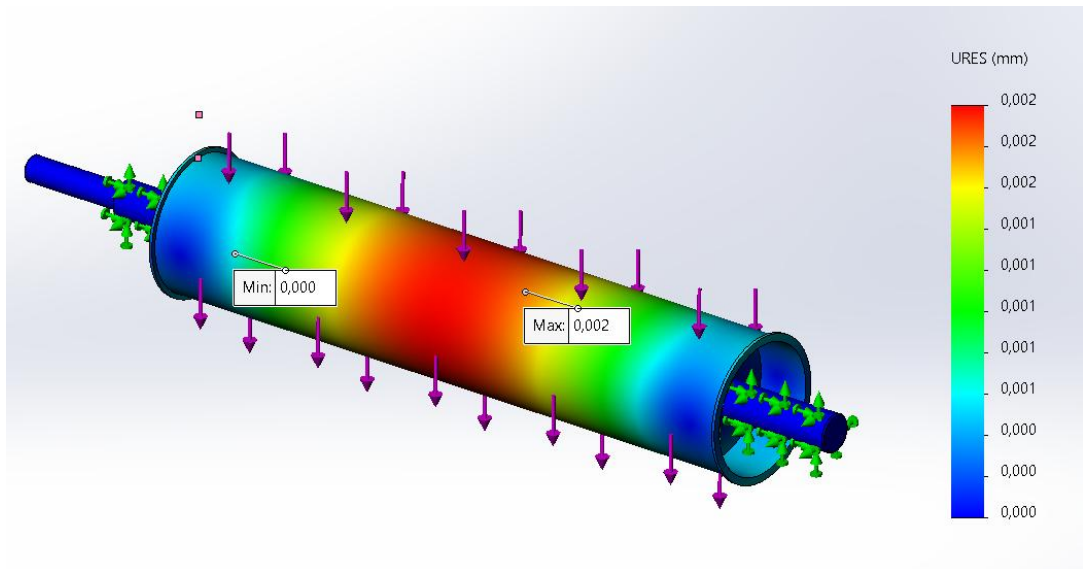


Рис 2.4. Випробування на переміщення (прогин)

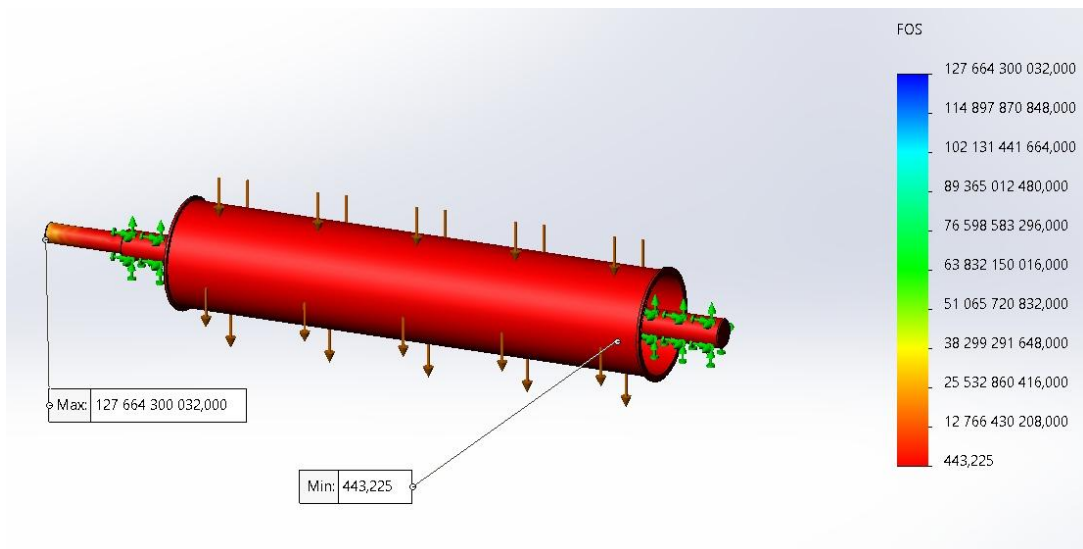


Рис 2.5. Коефіцієнт запасу міцності

Із отриманих результатів ми можемо зробити висновки, що Сталь 40 добре підходить до цього ролика. В випробуванні на міцність ми маємо максимальне навантаження 0,62 МПа, що не перевищує граничну межу міцності сталі.

Переміщення від навантаження склало 0,002 мм, що означає втрати стійкості ніколи не відбудеться.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

А коефіцієнт запасу міцності ми на малюнку бачимо два значення, проте нам потрібно лише мінімальне яке складає 443,225, що значить труба зможе витримати навантаження в 400 разів більше.

Перейдемо до розрахунків натяжного барабана.

Сили які діють на валу натяжного барабана складають:

$$R_5 = 100\text{ H} + 131\text{H} = 231\text{H} \quad (2.30)$$

Тож заокруглимо до 300 Н і прикладемо силу по всій поверхні натяжного барабана. Отримаємо такий результат статичного аналізу.

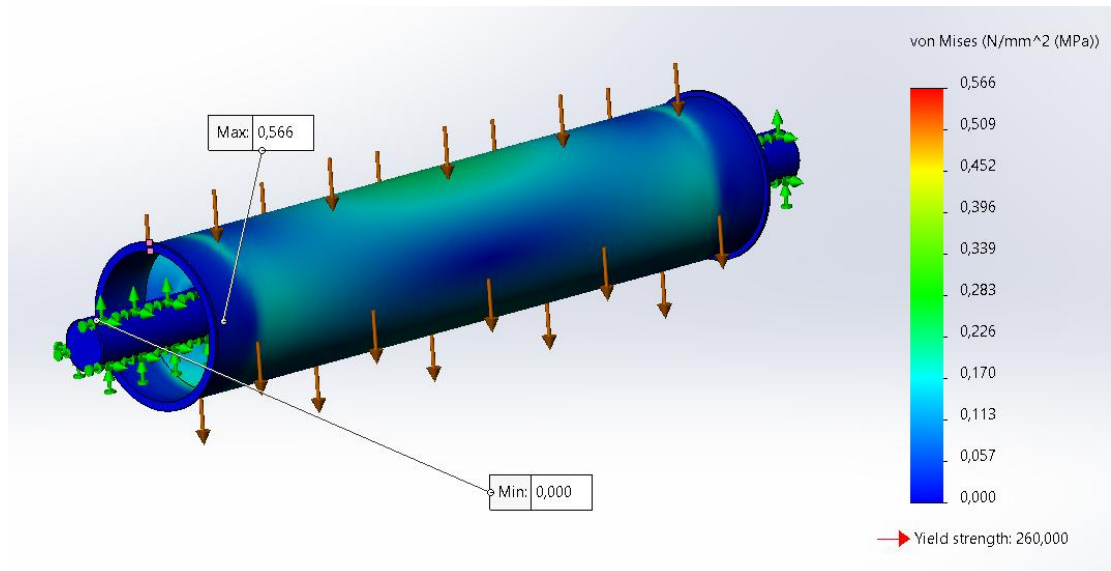


Рис 2.6. Випробування на міцність

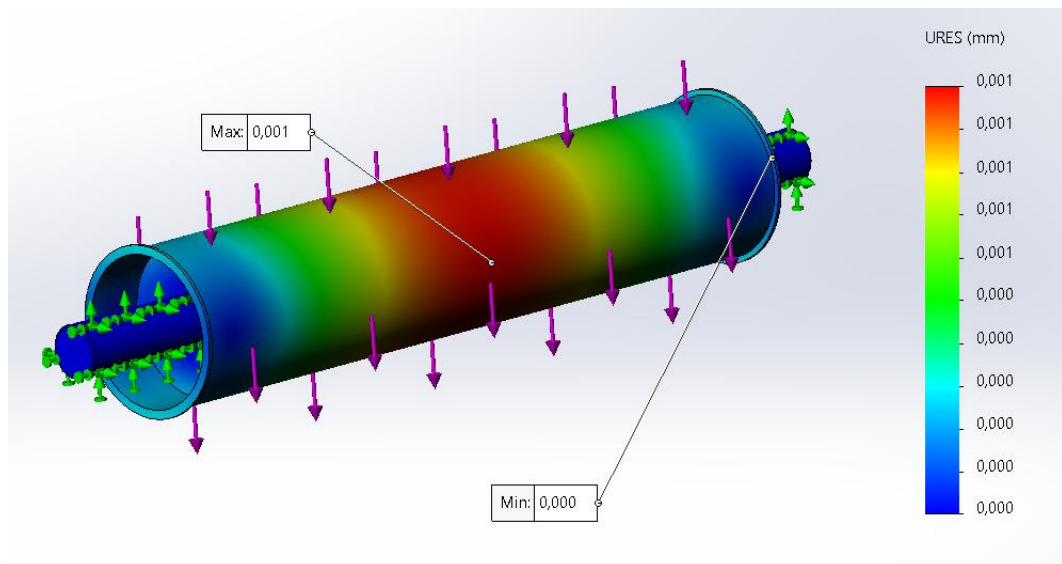


Рис 2.7. Випробування на переміщення (прогин)

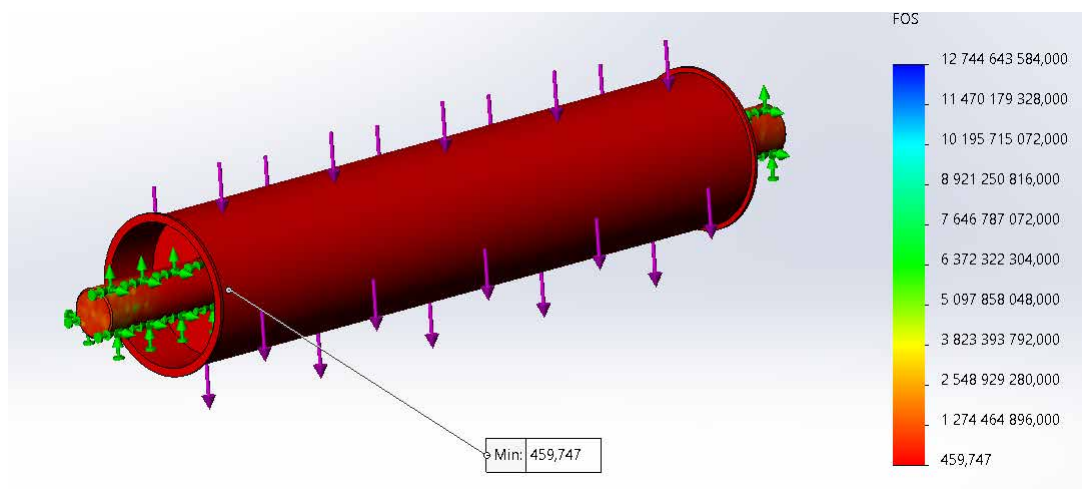


Рис 2.8. Коефіцієнт запасу міцності

Із отриманих результатів ми можемо зробити висновки, що Сталь 10 добре підходить до цього ролика. В випробуванні на міцність ми маємо максимальне навантаження 0,566 МПа, що не перевищує граничну межу міцності сталі.

Переміщення від навантаження склало 0,001 мм, що означає втрати стійкості ніколи не відбудеться.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

А коефіцієнт запасу міцності ми на малюнку бачимо два значення, проте нам потрібно лише мінімальне яке складає 459,747, що значить труба зможе витримати навантаження в 400 разів більше.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при експлуатації барабанної дробарки деревини

Експлуатація барабанної дробарки, оснащеної вхідним та вихідним конвеєрами, пов'язана з впливом на персонал низки небезпечних факторів. Своєчасне виявлення, оцінка таких факторів де потім розробка заходів щодо їх усунення є важливим рішеннями для забезпечення безпеки на виробництві.

До основних небезпечних факторів належать:

1. Рухомі частини дробарки:

Обертювий барабан з ножами, рухомі елементи конвеєрів (стрічки, ролики, барабани), відкриті передачі (ремені, ланцюги). Існує високий ризик захоплення одягу, частин тіла, отримання травм внаслідок удару або затягування.

2. Гострі ріжучі елементи:

Ножі дробарки, що обертаються з високою швидкістю становлять пряму загрозу для персоналу під час обслуговування, ремонту або при порушенні цілісності захисних огорожень.

3. Вилітаючі предмети:

Можливість вильоту фрагментів деревини, тріски, сторонніх предметів з робочої камери дробарки або з конвеєрної стрічки через недостатнє огороження або перевантаження.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ігліньський О.			РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	Лім.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ляшко А.П.					38	51
Н. Контр.		Матухно Н.В.			НУБіП України			
Затверд.		Ловейкін В.С.						

4. Електричний струм:

Небезпека ураження електричним струмом при роботі з електрообладнанням дробарки та конвеєрів (двигуни, пускові пристрої, кабелі), особливо при пошкодженні ізоляції або несправності заземлення.

5. Підвищений рівень шуму:

Робота дробарки та конвеєрів супроводжується значним рівнем шуму, що може призвести до професійних захворювань слуху при тривалій дії.

6. Підвищений рівень вібрації:

Вібрація від працюючих механізмів дробарки та конвеєрів може негативно впливати на опорно-руховий апарат та нервову систему працівників.

7. Запиленість повітря робочої зони:

Утворення деревного пилу під час подрібнення, що може викликати захворювання дихальних шляхів.

8. Пожежо- та вибухонебезпека:

Можливе накопичення дрібного деревного пилу в поєднанні з іскрою від механічних частин або короткими замиканням можк призвести до займання або вибуху.

9. Недостатня освітленість робочої зони:

Може призвести до зниження зору, швидкої втоми, а також збільшити ризик травматизму.

10. Падіння з висоти:

При обслуговуванні або ремонті елементів дробарки, конвеєрів розташованих на висоті.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

3.2. Розробка заходів щодо забезпечення безпеки праці при експлуатації дробарки

З метою розробки або мінімізації впливу вищезазначених небезпечних та шкідливих виробничих факторів необхідно реалізувати комплекс організаційно технологічних заходів.

Організаційний захід:

1. Розробка інструкції охорони праці:

Для операторів дробарки, налагоджувальників, ремонтного персоналу. Інструкції повинні містити чіткі вимоги щодо безпечного виконання робіт, порядок дій у аварійних ситуаціях.

2. Навчання та інструктаж:

Всі працівники, які обслуговують дробарку та конвеєри, повинні пройти навчання з охорони праці, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктаж, а також стажування та перевірку знань.

3. Використання засобів індивідуального захисту:

Обов'язкове забезпечення та використання працівниками спецодягу, спецвзуття, захисних окулярів, рукавиць, протишумових навушників, респіраторів.

4. Регулярні медичні огляди:

Проведення періодичних медичних оглядів для працівників, що контактують зі шкідливими виробничими факторами.

5. Система допусків:

Виконання ремонтних, налагоджувальних робіт та робіт підвищеної небезпеки за нарядом-допуском.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

6. Технічне обслуговування та ремонт:
Розробка графіків планово-попереджувальних ремонтів, регулярний контроль технічного стану обладнання, своєчасна заміна зношених деталей.
7. Організація робочого місця:
Утримання робочого місця в чистоті, відсутність сторонніх предметів, правильне складання готової продукції на сої місця.
8. Розробка плану ліквідації аварійних ситуацій:
Чіткий алгоритм дій персоналу у випадку пожежі, заклинювання, несправні обладнання.

3.3. Вимоги до технічного процесу та персоналу

Вимоги до подачі матеріалу:

1. Подача деревини на вхідний конвеєр повинна здійснюватись рівномірно, без перевантажень, виключаючи потрапляння сторонніх предметів (металу, каменів), що можуть пошкодити ножі та спричинити виникнення аварійної ситуації.
2. Забороняється подача матеріалу вручну без спеціальних пристосувань.

Вимоги до виведення продукту:

1. Вихідний конвеєр повинен забезпечувати безперебійне відведення подрібненої щепи, запобігаючи її накопиченню та засміченню робочої зони.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Дії персоналу:

1. Працівники повинні бути ознайомлені з принципом роботи дробарки, особливостями конструкції, правилами безпечної експлуатації та обов'язковим порядком використання засобів індивідуального захисту.
2. Категорично забороняється робота на несправному обладнанні або при відключених, знятих захисних огороженнях.
3. Перед запуском обладнання необхідно переконатися у відсутності сторонніх осіб та предметів у небезпечній зоні.
4. При виникненні будь-яких незначних шумів, вібрацій, запахів або диму, необхідно негайно зупинити обладнання та повідомити керівництво.
5. Очищення, налагодження або ремонтні роботи можуть проводитися лише після повної зупинки обладнання та відключення його від електромережі з використанням засобів, що запобігають випадковому пуску. На пускових пристроях слід вивісити попереджувальні плакати.
6. Дотримуватися режимів праці та відпочинку.

3. 4. Розрахунок та обґрунтування окремих параметрів безпеки

1. Розрахунок захисної зони:

Визначення мінімальної допустимої відстані від рухомих частин дробарки та конвеєрів до робочих місць або проходів, з урахуванням швидкості обертання та можливої дальності вильоту фрагментів.

2. Розрахунок заземлення:

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Визначення опору заземлювального пристрою та вибір його елементів для забезпечення безпечного рівня напруги дотику та кроку.

3. Розрахунок рівня шуму:

Прогнозування рівня шуму від роботи дробарки та конвеєрів та розробка заходів щодо його зниження

4. Розрахунок вентиляції:

Визначення необхідного повітрообміну для видалення дерев'яного пилу з робочої зони.

3.5. Заходи безпеки при проведенні ремонтних та налагоджувальних робіт

1. Повна зупинка та знеструмлення:

Перед початком будь-яких ремонтних, налагоджувальних робіт або очищення, дробарка та конвеєри повинні бути повністю зупинені, знеструмлені, а пускові пристрої заблоковані.

2. Вивішування попереджувальних знаків:

На пускових пристроях обов'язково вивісити плакати: "Не вмикати! Працюють люди!"

3. Використання справного інструменту:

Застосування тільки справного, ізольованого та спеціалізованого інструменту.

4. Робота на висоті:

При роботах на висоті використовувати справні засоби підмоцнування (драбини, помости), страху вальні пояси.

					01.09 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

5. Особиста гігієна:

Дотримуватися правил особистої гігієни особливо після контакту з дерев'яним пилом.

6. Наявність аптечки:

Забезпечення робочого місця медичною аптечкою для надання першої допомоги.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ

У сучасних умовах деревообробної промисловості значну роль відіграє технічне переоснащення, спрямоване на підвищення продуктивності, зниження собівартості продукції та зменшення частки ручної праці. У розробленій конструкції дробарки для деревини основна увага була приділена механізації подачі та вивантаження матеріалу, що дозволяє значно оптимізувати процес подрібнення деревини.

4. 1. Вплив механізації на ефективність

Ручна подача деревини потребує значних трудових затрат і характерна високим рівнем простоїв та низькою стабільністю завантаження дробарки. Запропоноване технічне рішення передбачає застосування механізованої подачі деревини за допомогою конвеєрної системи з приводними роликками, а також автоматичне транспортування подрібненої щепи стрічковим вихідним конвеєром.

4. 2. Витрати на виготовлення

Розрахована орієнтовна собівартість виготовлення дробарки становить близько 140 000 грн, включаючи такі статті витрат:

Стаття витрат	Сума, грн
Матеріали (сталь, ножі, корпусні елементи)	65 000
Електропривод, редуктор	20 000
Робота	30 000
Виготовлення конвеєрної подачі та вивантаження	15 000
Енерговитрати та інші витрати	10 000
Разом	140 000

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Ігліньський О.			РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.					45	51
<i>Н. Контр.</i>		Матухно Н.В.				НУБіП України		
<i>Затверд.</i>		Ловейкін В.С.						

Для порівняння, вартість аналогічного обладнання з ринку з механізованою подачею – від 180 000 грн.

4.3. Річна економія експлуатації

На підприємстві середнього масштабу дробарка працює приблизно 1800 годин на рік, подрібнюючи до 4500 тонн деревини.

Економія на зарплаті:

Параметр	Серійна модель	Розроблена модель
Кількість працівників	2	1
Середня ставка, грн/год	80	80
Річні витрати, грн	288 000	144 000
Економія, грн/рік		144 000

Економія на сервісному обслуговуванні:

Через рівномірну механізовану подачу знижується знос ножів і приводних вузлів.

Оцінка зниження витрат на сервіс – близько 20 000 грн/рік.

Разом річна економія:

1. Економія на зарплаті: 144 000 грн
2. Економія на сервісі: 20 000 грн
3. Загальна економія: ~164 000 грн/рік

4.4. Термін окупності

Розрахуємо термін окупності дробарки за формулою:

$$\text{Термін окупності} = \frac{\text{Вартість розробки}}{\text{річна економія}} \quad (4.1)$$

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Тоді отримаємо:

$$\text{Термін окупності} = \frac{140\,000}{164\,000} = 0,85 \text{ року} \quad (4.2)$$

Отже, повна окупність витрат на розробку і впровадження наступає менше ніж за 1 рік.

4. 5. Додаткові переваги

Підвищення безпеки праці – виключення ручного контакту з дробильним механізмом.

Зменшення простоїв – завдяки стабільній роботі подачі та вивантаження.

Можливість подальшої автоматизації – конструкція допускає інтеграцію в загально-цехову систему транспортування та сортування щепи.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

ВИСНОВКИ

В ході виконання бакалаврської роботи на тему “ Дробарка для деревини ” буди досягнуті наступні результати та зроблені відповідні висновки:

Починали ми з проведення аналізу конструкцій та історії їх виникнення в світі, передумови які цьому спонукали. Виявили ключові тенденції у розвитку конструкції барабанних дробарок та матеріалів, що використовуються у їх виробництві.

Була проаналізована класифікація дробарок деревини за різними критеріями, такими як тип робочого органу, способів подачі матеріалу, призначення та продуктивність. Це дозволило більш детально визначитися якої конструкції дробарку ми будемо проектувати, які повинні бути вимоги до конструкції.

Виконані інженерні розрахунки основних вузлів конвеєра дробарки, включаючи підбір редуктора та електродвигуна. Проведені розрахунки на міцність що підтверджують надійність та працездатність.

Проведено аналіз основних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, пов'язаних з експлуатацією барабанної дробарки деревини та конвеєрів. Розроблений комплекс заходів щодо мінімізації цих ризиків, включаючи впровадження ефективних систем безпеки.

Розроблено та описано детальні вимоги безпеки під час експлуатації дробарки. Сформовані правила технічного обслуговування та ремонту, що включають регулярні перевірки технічного стану.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Ігліньський О.			ВИСНОВОК		
Перевір.		Ляшко А.П.					
Н. Контр.		Матухно Н.В.			Літ.	Арк.	Акрушіє
Затверд.		Ловейкін В.С.				48	51
					НУБіП України		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко І.В. Розрахунки основних процесів, машин та апаратів хімічних виробництв: навч. посіб. / І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. – К.: Норі та-плюс, 2007. – 104 с.
2. Пахомов В.Д. Машини та обладнання для подрібнення деревини: підручник /В.Д. Пахомов, А.В.Нестеренко. – К.:НУБіП України, 2018.- 320с.
3. Волков І.В. Аналіз конструктивних схем подрібнювачів деревних відходів // Вісник Національного технічного університету «ХП». Серія: Машинобудування. – 2019.-№1(1327). – С. 56-60
4. Гевко Б. М., Гевко І. Б., Радик., Д. Л. Технологія сільськогосподарського машинобудування: навч. Посіб. Київ : Кондор, 2006. 496 с.
5. Салата В.В. Обґрунтування параметрів ріжучого апарату подрібнювача деревини роторного типу / В.В. Салата, В.В.Цвях // Вісник Житомирського національного агроєкономічного університету. – 2107. - №2(61). – С.209-216.
6. Бабів О.М. Розрахунок та проектування стрічкових конвеєрів: навч. посібник / О.М.Бабій, Л.П.Мельник. – Львів: Видавництво Львівська політехніка, 2015 -200с.
7. ГОСТ 22646-77 Стрічкові конвеєри. Ролики. Типи та основні розміри.
8. ГОСТ 22644-77 – ГОСТ 22464-77 (СТ СЄВ 1333-78, СТ СЄВ 1334-78) Стрічкові конвеєри

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Ігліньський О.			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		
Перевір.		Ляшко А.П.					
					49	51	
Н. Контр.		Матухно Н.В.			НУБіП України		
Затверд.		Ловейкін В.С.					

9. ГОСТ 10704-91 Труби сталвні електрозварні прямо шовні
10. Підйомно-транспортні машини. Навчально-методичний комплекс:
 Навчально-методичний посібник фахівців із напрямку 6.100102
 «Процеси машини та обладнання агропромислового виробництва»
 // О.Я. Стрельчук, І.М. Бендера, В.В. Підлісний та ін. / За редакцією:
 І.М. Бендери та О.Я. Стрельчука. – Кам’янець-Подільський: ФОП
 Сисин Я.І., 2014. - 368с.
11. Мерхель І.І. Деталі машин: Навчальний посібник. –К.: Алерта,
 2005. -368с.: іл.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

ДОДАТКИ

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 023 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ДОДАТКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Розроб.</i>		Іглінський О.					51	51
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.						
<i>Н. Контр.</i>		Матухно Н.В.						
<i>Затверд.</i>		Ловейкін В.С.						
						НУБіП України		