

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Конструювання машин і обладнання
(назва кафедри)

_____ Вячеслав ЛОВЕЙКІН
(підпис) (ПІБ)

“ ___ ” _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТРИЧКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ
ЗАВАНТАЖЕННЯ ТАРНИХ ВАНТАЖІВ В ТРАНСПОРТ

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., доцент
(науковий ступінь та вчене звання) _____ (підпис)

Анастасія ЛЯШКО
(ПІБ)

Виконав _____
(підпис)

Стахова Валентина Миколаївна
(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

Стаховій Валентині Миколаївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проекту бакалавра) **РОЗРОБКА
КОНСТРУКЦІЇ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ
ТАРНИХ ВАНТАЖІВ В ТРАНСПОРТ**

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

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 2025, травень, 26

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проекту бакалавра)

Технологічна схема, продуктивність

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Провести аналіз існуючих конструкцій стрічкових конвеєрів
2. Розглянути перспективи створення конструкції нового стрічкового конвеєра
3. Виконати розрахунок конструкції
4. Розглянути питання охорони праці
5. Виконати розрахунок економічної ефективності

Перелік графічних документів (за потреби)

1. Загальний вигляд

Дата видачі завдання “16” грудня 2024 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Вячеслав ЛОВЕЙКІН.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Анастасія ЛЯШКО
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

Валентина СТАХОВА
(прізвище та ініціали студент)

(підпис)

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ	8
1.1. Актуальність розробки	8
1.2. Загальні відомості про стрічкові конвеєри.....	11
1.3. Класифікація стрічкових конвеєрів.....	17
1.4. Аналіз конструкцій	19
1.5. Висновки до розділу	23
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА	25
2.1. Розрахунок ширини стрічки.....	25
2.2. Визначення розмірів барабана.....	28
2.3. Визначення натягу стрічки конвеєра	29
2.4. Перевірка провисання стрічки між роликоопорами.....	30
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ ТАРНИХ ВАНТАЖІВ У ТРАНСПОРТ	33
3.1. Загальні положення та нормативно-правова база.....	33
3.2. Аналіз можливих ризиків та небезпек при експлуатації стрічкового конвеєра	34
3.2.1. Механічні небезпеки:	34
3.2.2. Електричні небезпеки:	35

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Стахова В.М.			ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ляшко А.П.					3	53
Н. Контр.		Матухно Н.В.			НУБіП України			
Затверд.		Ловейкін В.С.						

3.2.3	Ергономічні ризики та фактори, що впливають на здоров'я:	35
3.2.4	Ризики, пов'язані з організацією робочого місця та навколишнім середовищем:	36
3.3.	Заходи щодо мінімізації ризиків та забезпечення безпечної експлуатації стрічкового конвеєра	37
3.3.1	Заходи щодо конструкції конвеєра:.....	37
3.3.2	Заходи щодо електробезпеки:	38
3.3.3	Організаційні заходи:.....	39
3.3.4	Додаткові заходи для стрічкового конвеєра для завантаження тарних вантажів:	40
3.3.5	Висновки	40
РОЗДІЛ 4.	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	42
4.1.	Порівняння з традиційним (ручним) методом завантаження.....	43
4.2.	Інвестиційні витрати на впровадження конвеєра	44
4.3.	Поточні експлуатаційні витрати.....	44
4.4.	Економічний ефект і термін окупності.....	44
4.5.	Соціальні та організаційні переваги	45
ВИСНОВКИ.....		46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		48
ДОДАТКИ.....		52

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки на 54 аркушах тексту, містить 4 розділи, висновки, список використаних джерел із 35 найменувань, 12 рисунків, 1 таблиці та додатків.

У першому розділі розглянуто актуальність розробки, загальні відомості про стрічкові конвеєри, їх класифікацію, проаналізовано будову стрічкового конвеєра. Обґрунтовано вибір оптимальних конструктивних рішень для розробки нового стрічкового конвеєра для транспортування тарних вантажів.

Другий розділ присвячено розрахунку конструкції стрічкового конвеєра. Виконано розрахунок основних параметрів і міцності конструктивних елементів, зокрема стрічки, та натягу у певних точках, а також визначено необхідну потужність приводного електродвигуна та вибір мотор-редуктора.

Третій розділ зосереджений на безпечній експлуатації стрічкового конвеєра. Визначенні ключових вимог безпеки, розглянуто можливі ризики та розробили заходи для їх мінімізації. Також детально описано правила технічного обслуговування та ремонту, що гарантує надійну і безпечну роботу обладнання.

Четвертий розділ присвячений фінансовому обґрунтуванню розробки. Провели ретельний аналіз витрат на матеріали, роботи, комплектуючі та автоматизацію. Оцінка економічної доцільності підтверджує, що проєкт є фінансово привабливим та конкурентоспроможним.

Ключові слова: стрічковий конвеєр, роликкоопори, сільськогосподарська промисловість, перемішувачий пристрій, натяг стрічки, провисання стічки.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 021 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Стахова В.М.			РЕФЕРАТ	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.					5	53
<i>Н. Контр.</i>		Матухно Н.В.				НУБіП України		
<i>Затверд.</i>		Ляшко А.П.						

ВСТУП

Одним із головних завдань сучасного машинобудування та логістичного забезпечення є забезпечення ефективної, безперебійної і продуктивної обробки вантажів, зокрема під час вантажно-розвантажувальних робіт. З кожним роком підвищуються вимоги до швидкості, надійності та безпеки технологічних процесів, що безпосередньо впливає на конкурентоспроможність підприємств у різних галузях економіки. У зв'язку з цим автоматизація і механізація вантажних процесів є невід'ємною частиною технічного переоснащення сучасних виробництв, складів, логістичних комплексів та агропромислових підприємств.

Особливе місце серед засобів механізації посідають стрічкові конвеєри, які вирізняються простотою конструкції, надійністю, низькими експлуатаційними витратами та широкою сферою застосування. Такі конвеєри активно використовуються для транспортування як насипних, так і штучних (тарних) вантажів, включаючи ящики, мішки, контейнери тощо. Однак існуючі конструкції не завжди відповідають специфічним умовам експлуатації та вимогам до завантаження вантажів безпосередньо у транспортні засоби. Це зумовлює необхідність удосконалення наявних рішень або розробки нових.

На багатьох підприємствах процес завантаження все ще здійснюється вручну, що призводить до надмірних витрат часу, підвищеного фізичного навантаження на персонал, значних витрат на оплату праці, а також зростання ризику травматизму. З точки зору техніко-економічної ефективності, впровадження механізованих засобів завантаження дозволяє скоротити витрати, підвищити продуктивність і забезпечити стабільність логістичних операцій.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Стахова В.М.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ляшко А.П.				6	53
					ВСТУП НУБіП України		
Н. Контр.		Матухно Н.В.					
Затверд.		Ловейкін В.С.					

Метою даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є розробка технічно обґрунтованої, конструктивно простої та економічно доцільної моделі стрічкового конвеєра, призначеного для завантаження тарних вантажів у транспорт.

Основна задача полягала в тому, щоб запропонувати універсальне рішення, яке можна впровадити на підприємствах з різною специфікою діяльності. Розроблена конструкція має забезпечувати продуктивність не менше 30 т/год, відповідати сучасним вимогам енергоефективності та мати мінімальні витрати на обслуговування.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ

1.1. Актуальність розробки

Стрічкові конвеєри є основою для великомасштабного автоматизованого транспортування вантажів і можуть транспортувати широкий спектр матеріалів, від сипучих продуктів, до важких продуктів на промислових підприємствах. Ці пристрої використовуються в різних галузях промисловості, включаючи: гірничодобувну, металургійну, хімічну, будівництво, сільське господарство та ін.

Сільське господарство є однією з ключових галузей економіки України, що забезпечує продовольчу безпеку країни та величезний експортний потенціал. В умовах воєнного стану та післявоєнної відбудови ефективність логістичних процесів сільського господарства набуває особливого значення. Розробка та впровадження сучасних стрічкових конвеєрів для навантаження контейнерних вантажів на транспорт має важливе значення для оптимізації роботи в аграрному секторі.

1. Прискорити збирання та транспортування врожаю.

Стрічкові конвеєри дозволяють значно прискорити процес збирання та завантаження зернових, овочів, фруктів та інших культур. Це особливо важливо в період збору врожаю, коли час є вирішальним фактором збереження якості продукції.

Швидке транспортування врожаю до місць зберігання або переробки може мінімізувати втрати та забезпечити своєчасну доставку продукції споживачам.

2. Оптимізувати роботу елеваторів і зернових силосів.

Стрічкові конвеєри є невід'ємною частиною сучасних елеваторів і зернохранилищ. Вони забезпечують швидку та ефективну перевалку зерна, що

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Стахова В.М.			РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.					8	53
<i>Н. Контр.</i>		Матухно Н.П.			НУБіП України			
<i>Затверд.</i>		Ловейкін В.С.						

дозволяє оптимізувати роботу цих установок і збільшити їх пропускну здатність.

Використання конвеєрів може зменшити залежність від ручної праці, що особливо важливо під час нестачі робочої сили.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Стахова В.М.				РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>	Ляшко А.П.						9	53
<i>Н. Контр.</i>	Матухно Н.П.				НУБіП України			
<i>Затверд.</i>	Ловейкін В.С,							

3. Підвищення ефективності овоче- і фруктосховищ.

Стрічкові конвеєри можна використовувати для транспортування овочів і фруктів у ящиках, контейнерах та інших видах упаковки. Це дозволяє автоматизувати процес завантаження та розвантаження вашої продукції, тим самим підвищуючи ефективність ваших овоче- та фруктосховищ.

Використання конвеєрів може зменшити пошкодження продуктів під час транспортування та зберегти їх якість.

4. Розвивати садівництво та ягідництво.

Стрічкові конвеєри можна використовувати для транспортування ягід і фруктів з полів до місць переробки або пакування. Це дозволяє прискорити процес збирання та транспортування продукції, що особливо важливо для ягід, які схильні до гниття.

Використання конвеєрних стрічок дозволяє зменшити втрати продукції під час транспортування, тим самим сприяючи підвищенню рентабельності виробництва.

5. Підтримка тваринництва.

Для транспортування кормів на тваринницьких фермах використовують стрічкові транспортери. Це могло б автоматизувати процес вирощування тварин, зробивши ферми більш ефективними.

Використання конвеєрних стрічок може зменшити залежність від ручної праці, що особливо важливо на великих фермах.

6. Зменшити собівартість продукції.

Оптимізація логістичних процесів за допомогою стрічкових конвеєрів дозволяє знизити витрати на транспортування та зберігання продукції. Це сприяє здешевленню сільськогосподарської продукції та підвищує її конкурентоспроможність.

7. Збільшити експортний потенціал.

Ефективна логістика є ключовим фактором розвитку аграрного експорту. Стрічкові конвеєри дозволяють прискорити процес навантаження продукції на

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

транспортні засоби, що сприяє своєчасній доставці продукції на експортні ринки.

Тому розробка та впровадження стрічкових конвеєрів для завантаження контейнерних вантажів у транспорт є важливим кроком у розвитку сільського господарства України. Це підвищить ефективність аграрного сектора, знизить собівартість продукції та підвищить його конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках.

1.2. Загальні відомості про стрічкові конвеєри

Будова

Стрічковий конвеєр (рис. 1.1) - це пристрій для транспортування, в якому основним робочим та тяговим органом є стрічка, що огинає натяжний та привідний барабан.

Основними елементами, якого є: стрічка, барабан привідний, опорні та бічні ролики, рама та привід, натяжний пристрій, завантажувальний та розвантажувальний пристрій.

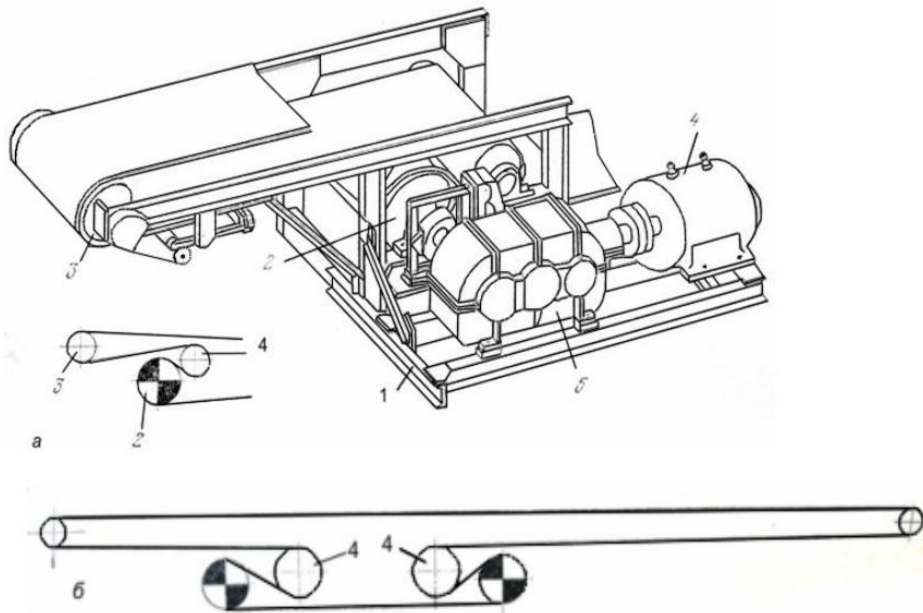


Рис.1.1. Конструкція та схеми приводу стрічкових конвеєрів:

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

а) з одним приводним барабаном, б) з двома приводними барабанами; 1-рама, 2-електродвигун, 3-редуктор, 4-приводний барабан, 5-відхиляючий барабан.

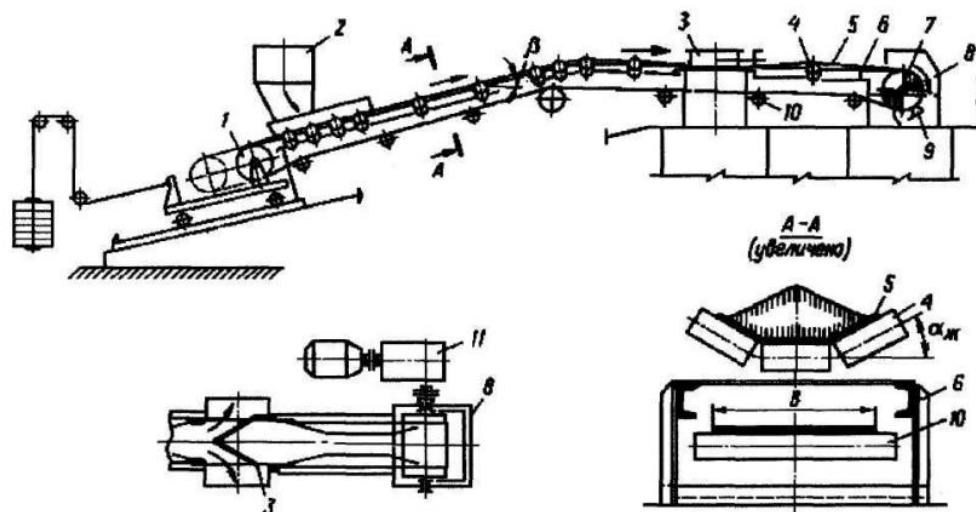


Рис.1.2. Основні складені елементи стрічкових конвеєрів: 1 - задній натяжний барабан; 2 - завантажувальна воронка; 19 3 - плужковий (барабанний) перевантажувач; 4 - верхні ролюкоопори; 5 - стрічка; 6 - станина; 7 - передній приводний барабан; 8 - розвантажувальна воронка; 9 - очисний пристрій; 10 - нижні ролюкоопори; 11 - привод

Стрічка, являє собою гнучкий елемент, яким транспортується вантаж. Та одночасно є і тяговим і робочим органом. Стрічка може бути виготовлена із різних матеріалів. Найчастіше це гумові, вони займають найбільшу частку використання; та сталеві, які використовуються при роботі з матеріалами низьких та високих температур, або ж з хімічно активними речовинами. Також є шевронні стрічки, їх використовують для транспортування вантажу під певним кутом. Можливим це стає за умови V- або Y-подібних виступів (рис. 1.3, 1.4), що запобігають сковзанню матеріалу по стрічці, а ще можливі варіанти з бортами.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рис.1.3 Шевронна стрічка з Y-подібними виступами

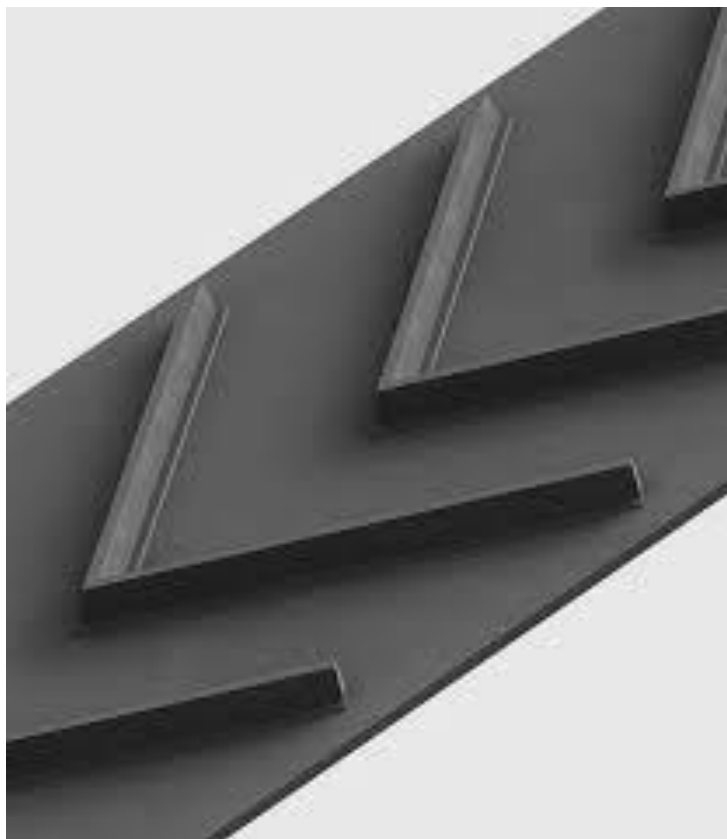


Рис.1.4.Шевронна V-стрічка з подібними виступами

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рис.1.5. Шевронна стрічка з бортиком.

Приводний баран (рис.1.6) - невід'ємна частина стрічкового конвеєра, що передає обертальний момент від мотор-редуктора, або мотора та редуктора з'єднаних муфтою до стрічки, відповідно забезпечуючи переміщення робочого органу.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Рис.1.6. Приводний барабан

Складовою частиною стрічкового конвеєра є конвеєрні ролики (роликоопори, конвеєрні вали) (рис. 1.7, 1.8). Основною функцією роликів є забезпечення безперервного руху конвеєрної стрічки та поглинання ударів при завантаженні конвеєра.

Залежно від положення на конвеєрі ролики поділяються на верхні (для підтримки несучої сторони стрічки) і нижні (для підтримки зворотної сторони стрічки). Верхні ролики конвеєрів бувають прямими (для плоских стрічок) або рифленими (для рифлених стрічок).

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Рис.1.7. Ролики верхні



Рис.1.8. Ролики нижні

Принцип роботи

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Усі стрічкові конвеєрів використовують один і той же принцип роботи. Транспортувальна стрічка замкнута в кільце. В дію робочий орган приводиться барабаном, який відповідає і за швидкість руху. Безперервно рухаючись, він переміщує матеріал верхньою частиною полотна. Це можна вважати одним з найбільш надійних та швидких варіантів для переміщення матеріалів та продукції на виробництві.

Також в багатьох випадках стрічковий конвеєр є однією з частин транспортувального засобу. Також під час роботи конвеєра можуть виконуватися певні дії, що є частиною технологічного процесу. Одним із прикладів може бути, як під час руху продукції її знімають зі стрічки для пакування чи додають ще деталі (запчастини). Та не варто забувати, що принцип роботи полягає у безперервному та швидкому виробництві та транспортуванні.

З прикладом роботи стрічкового конвеєра люди зустрічаються кожен день. Одним із яскравих прикладів є ескалатори у метро та торговельних центрах, а також стрічка на касі супермаркету.

1.3. Класифікація стрічкових конвеєрів

Існує багато типів стрічкових конвеєрів, які можна класифікувати:

- по області застосування:
 - загального призначення;
 - спеціальні;
 - піднімальні.
- по характеру установки:
 - стаціонарні;
 - пересувні;
 - переставні.
- по виду вантажу, що транспортується:
 - насипних вантажів;
 - штучних вантажів.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- по типу стрічки:
 - з прогумованою стрічкою;
 - з металевію суцільною стрічкою;
 - з металевію сітчастою стрічкою.
- за формою стрічки:
 - плоскі;
 - жолобчасті.
- по типу й місцю установки привода:
 - з однобарабанним приводом;
 - з двохбарабанним приводом;
 - з однобарабанним приводом і притискним роликком;
 - з однобарабанним приводом і притискною стрічкою.

Привод може бути розташований на кінцях і середньої частини стрічкового конвеєра.

- По геометрії траси:
 - горизонтальні;
 - похилі;
 - горизонтально-похилі.

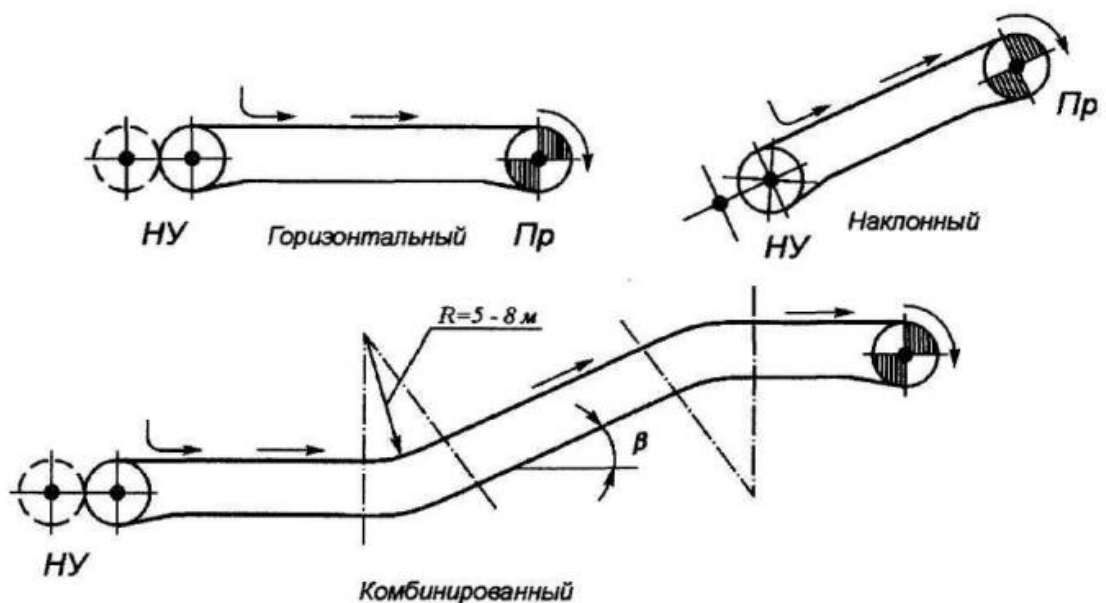


Рис.1.9. Типи стрічкових конвеєрів по геометрії траси

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

По способу розвантаження:

- з проміжним розвантаженням за допомогою барабанних скидальних візків;

- з проміжним розвантаженням за допомогою ножових скидачів.

По типу натяжного пристрою:

- вантажні;

- гвинтові;

- із механічним приводом, розташованим в кінцевій й у середній частині конвеєра.

По куту нахилу:

- пологі $\beta \leq 20^\circ$;

- крутопохилі $\beta > 20^\circ$;

- вертикальні.

1.4. Аналіз конструкцій

Слабкі місця типових конструкцій стрічкових конвеєрів

Знос та пошкодження стрічки

Причини: Абразивний вплив вантажу, нерівномірне навантаження, неправильне центрування, заклинювання сторонніх предметів, старіння матеріалу.

Прояви: Тріщини, пориви, розшарування, зменшення товщини, знос бортів.

Вихід з ладу роликкоопор

Причини: Потрапляння пилу та бруду в підшипники, недостатнє змащення, механічні пошкодження (удари), корозія.

Прояви: Заїдання, шум, вібрація, руйнування підшипників, заклинювання роликів.

Проблеми з приводним та натяжним барабанами

Причини: Знос футеровки, проковзування стрічки, поломки редуктора та електродвигуна, недостатній або надмірний натяг стрічки.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Прояви: Зниження продуктивності, нестабільна робота, підвищений знос стрічки, поломки приводних елементів.

Забруднення та налипання вантажу

Проблеми: Зниження ефективності транспортування, збільшення ваги стрічки, пошкодження роликкоопор, необхідність частого очищення.

Особливо актуально для: Вологих, липких або дрібнофракційних вантажів.

Нерівномірне завантаження та розвантаження

Проблеми: Прокидання вантажу, нестабільна робота конвеєра, підвищений знос окремих ділянок стрічки.

Знос очищувальних пристроїв

Проблема: Зниження ефективності очищення, необхідність частої заміни елементів.

Потреба у частому обслуговуванні та регулюванні

Проблема: Збільшення експлуатаційних витрат та часу простою обладнання.

Високий рівень шуму та вібрації

Проблема: Негативний вплив на працівників та навколишнє середовище.

Технологічні обмеження існуючих конструкцій

Обмеження по куту нахилу: Стандартні стрічкові конвеєри мають обмеження щодо кута підйому вантажу через можливість його скочування зі стрічки.

Обмеження по типу та фракції вантажу: Транспортування деяких специфічних вантажів (наприклад, дуже липких, гарячих, абразивних) є складним або неможливим на стандартних конвеєрах.

Обмежена маневреність та гнучкість траси: Зміна напрямку транспортування часто потребує складних перевантажувальних вузлів.

Енергоспоживання: Традиційні конвеєри можуть мати значне енергоспоживання, особливо при великій довжині та навантаженні.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рівень автоматизації: Багато існуючих конвеєрів потребують значної участі людини для контролю та обслуговування.

Інтеграція з сучасними системами керування: Не завжди передбачена можливість легкої інтеграції зі SCADA, MES та іншими промисловими системами.

Моніторинг стану та прогнозування відмов: Більшість конвеєрів не мають вбудованих систем для онлайн-моніторингу стану вузлів та прогнозування потенційних відмов.

Потенціал для покращення конструкцій стрічкових конвеєрів

Використання нових матеріалів для стрічок

Переваги: Підвищена зносостійкість, міцність, гнучкість, стійкість до агресивних середовищ, зменшення налипання.

Приклади: Композитні матеріали, нові полімери з покращеними властивостями.

Вдосконалення конструкції роликоопор

Напрямки: Використання герметичних підшипників з тривалим терміном служби, розробка самоочисних конструкцій, застосування полімерних роликів з низьким коефіцієнтом тертя, впровадження систем вібромоніторингу.

Оптимізація приводних систем

Напрямки: Використання високоефективних електродвигунів та редукторів, застосування частотних перетворювачів для плавного пуску та регулювання швидкості, впровадження систем енергорекуперації.

Розробка ефективніших очищувальних пристроїв

Напрямки: Використання комбінованих методів очищення (механічні, повітряні, вібраційні), застосування самоналагоджувальних скребків, розробка інтелектуальних систем очищення, які адаптуються до типу та кількості налиплого вантажу.

Покращення систем завантаження та розвантаження

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напрямки: Розробка регульованих живильників, оптимізація геометрії лійок для запобігання прокиданню, використання інтелектуальних систем розподілу вантажу.

Застосування активних методів центрування стрічки

Переваги: Зменшення зносу країв стрічки, запобігання її сходженню з роликоопор.

Приклади: Автоматичні центрувальні роликоопори з датчиками положення стрічки.

Модульна конструкція

Переваги: Швидкий монтаж та демонтаж, легка адаптація до різних умов експлуатації, спрощення обслуговування та ремонту.

Впровадження систем онлайн-моніторингу та діагностики

Можливості: Контроль вібрації, температури підшипників, натягу стрічки, швидкості, прогнозування потенційних відмов, оптимізація графіків обслуговування.

Автоматизація та інтелектуалізація

Напрямки: Впровадження систем автоматичного керування продуктивністю, залежно від завантаження та потреб технологічного процесу, інтеграція з системами керування верхнього рівня (SCADA, MES).

Розробка спеціалізованих конвеєрів для складних вантажів та умов

Приклади: Конвеєри з магнітною підтримкою стрічки для транспортування феромагнітних матеріалів під великими кутами, конвеєри з пневматичною підтримкою для транспортування легких та сипучих матеріалів, конвеєри з гнучкою трасою.

Зниження рівня шуму та вібрації

Напрямки: Використання шумопоглинаючих матеріалів, амортизуючих елементів, оптимізація конструкції роликоопор та приводної станції.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

1.5. Висновки до розділу

Проведений загальний аналіз показує, що існуючі стрічкові конвеєри, попри свою поширеність та відносну простоту, мають ряд слабких місць та технологічних обмежень. Однак, активний розвиток матеріалознавства, сенсорних технологій, систем автоматизації та інтелектуального керування відкриває значні перспективи для їхнього вдосконалення, підвищення надійності, ефективності та безпеки. Подальші дослідження та розробки в цих напрямках можуть призвести до створення стрічкових конвеєрів нового покоління, які будуть краще відповідати сучасним вимогам промисловості.

У цьому розділі ми заклали фундамент для розуміння необхідності та сутності розробки, присвяченої стрічковим конвеєрам. Розпочавши з обґрунтування актуальності розробки для України, ми підкреслили важливість оптимізації та вдосконалення систем транспортування вантажів у різних галузях промисловості, що є критично важливим для економічного зростання та підвищення ефективності виробництва в умовах сьогодення.

Далі, надавши загальні відомості про стрічкові конвеєри, ми розглянули їхню базову будову, принцип роботи та спектр вантажів, які вони здатні транспортувати. Загальна схема та її детальний опис забезпечили чітке розуміння функціональних можливостей та ключових елементів цих транспортних систем.

Розглянута класифікація стрічкових конвеєрів систематизувала існуюче різноманіття конструкцій за різними критеріями, що сприяло кращому розумінню їхніх особливостей, сфер застосування та потенційних можливостей для модернізації.

На завершення розділу, проведений аналіз конструкцій існуючих стрічкових конвеєрів дозволив виявити їхні слабкі місця, технологічні обмеження та потенціал для покращення. Цей аналіз став ключовим для визначення конкретних завдань та цілей розробки, спрямованих на створення

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

більш ефективної, надійної та економічно вигідної конструкції стрічкового конвеєра, що відповідає сучасним потребам промисловості України.

Таким чином, цей розділ обґрунтував необхідність розробки, надав базові знання про стрічкові конвеєри, окреслив існуючий технологічний ландшафт та визначив напрямки для подальших досліджень і конструкторських рішень.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

2.1. Розрахунок ширини стрічки

Стрічковий конвеєр використовують для зарантаження тарних вантажів (зеркову культуру пофасовану у мішки).

Стрічковий конвеєр складається зі стрічки, привидного барабану, роликоопор.

Вихідні дані:

- продуктивність стрічкового конвеєра $Q=30\text{т/год}$,
- кут нахилу конвеєру $\beta=20^\circ$,
- швидкість транспортування $v=2\text{м/с}$,
- маса мішка $m=50\text{кг}$,
- кром між мішками $t=0,003\text{м}$,
- довжина конвеєра $L_r=6\text{м}$.

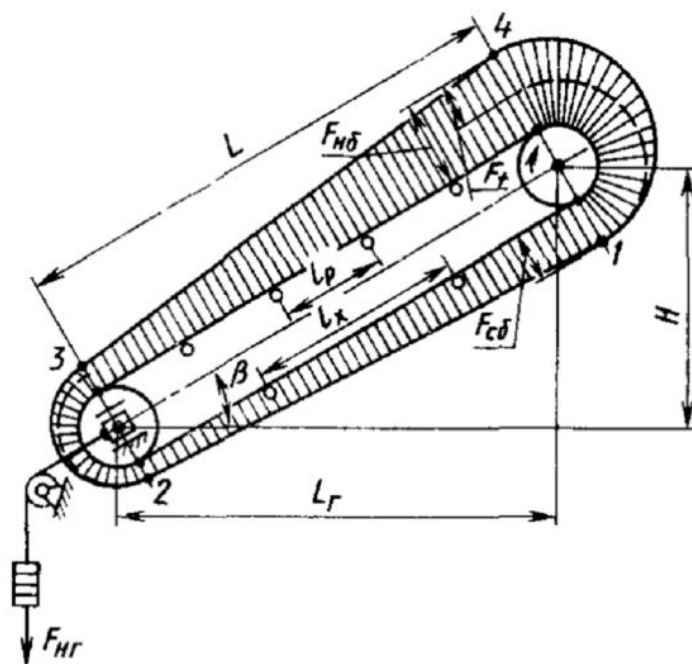


Рис. 2.1. Схема до розрахунку стрічкового конвеєра

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Стахова В.М.			РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ ДЕРЕВИНИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ляшко А.П.					25	53
Н. Контр.		Матухно Н.В.				НУБіП України		
Затверд.		Ловейкін В.С.						

Висота підйому конвеєра визначається з формули:

$$H = L_r \cdot \operatorname{tg} \beta = 6 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 6 \cdot 0,364 = 2,184 \text{ м} \quad (2.1)$$

$k_\beta = 1$ при $\beta \leq 20^\circ$;

$k_\beta = 0.85$ при $\beta > 20^\circ$.

Ширина стрічки жолобчастої форми розраховується наступним чином:

$$B = \sqrt{\frac{Q}{160 \cdot v \cdot \rho \cdot (3,6 \cdot k_\beta \cdot \tan 0,35\phi) + 1}} = \sqrt{\frac{30}{160 \cdot 2 \cdot 0,6 \cdot (3,6 \cdot 1 \cdot \tan 12,25) + 1}} = 0,294 \text{ м}, \quad (2.2)$$

ρ -щільність матеріалу ($\rho=0,6$);

ϕ -кут природного ухилу ($\phi=35$).

Вибираємо гумовотканинну стрічку з бельтинг Б-820 шириною $B_{\text{ж}}=400 \text{ мм} = 0,4 \text{ м}$.

При $\beta = 0^\circ$ $k_{\text{р.п}} = 9.5$, при $\beta > 0^\circ$ $k_{\text{р.п}} = 11.5$.

Запас міцності $k_{\text{р.п}} = 11$,

межа міцності текстильної стрічки $\sigma_{\text{р.п}} = 61 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$.

Підбираємо коефіцієнти для попереднього розрахунку привода

$k_1=0.04$,

$k_2=1$

Розрахуємо попередню потужність приводу:

$$N_n = (0,00015 \cdot Q \cdot L_r + k_1 \cdot L_r \cdot v + 0,0027 \cdot Q \cdot H) \cdot k_2 = \\ = (0,00015 \cdot 30 \cdot 6 + 0,0015 \cdot 6 \cdot 2 + 0,0027 \cdot 30 \cdot 2,184) \cdot 1,25 = 2,47 \text{ кВт} \quad (2.3)$$

Також можна розрахувати попереднє тягове зусилля:

$$F_n = \frac{N_n}{v} = \frac{2,47}{2} = 1,235 \text{ кН} \quad (2.4)$$

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Для кращого зчеплення стрічки з поверхнею приводного барабана його футерують деревом. Коефіцієнт тертя між стрічкою і барабаном $f=0.35$, кут обхвату барабана стрічкою $\alpha=3,14$ рад.

$$e^{f\alpha} = 2,72^{0,35 \cdot 3,14} = 3 \quad (2.5)$$

Розрахуємо попередній максимальний натяг стрічки:

$$F_{max} = \frac{F_n \cdot e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} = \frac{1,135 \cdot 3}{3 - 1} = 1,853 \text{ кН} = 1853 \text{ Н} \quad (2.6)$$

З отриманих даних можна визначити число прокладок в стрічці.

$$z = \frac{F_{max} \cdot k_{p.n.}}{B_{ж} \cdot \sigma_{p.n.}} = \frac{1853 \cdot 11}{0,4 \cdot 61 \cdot 10^3} = 0,835 \quad (2.7)$$

Приймаємо $z=1$. Товщина гумових обкладок на робочій стороні стрічки $\delta_1=4,5$ мм, на неробочому боці $\delta_2=1,5$ мм, товщина однієї текстильної прокладки $\delta=1,25$ мм.

Обчислимо мінімну щільність стрічки.

$$\rho_s = 1,1 \cdot B_{ж} \cdot (\delta \cdot z + \delta_1 + \delta_2) = 1,1 \cdot 0,4 \cdot (1,25 + 1,5 + 4,5) = 31,9 \text{ кг/м} \quad (2.8)$$

Середня лінійна щільність вантажу:

$$\rho_r = \frac{Q}{3,6 \cdot v} = \frac{30}{2,3 \cdot 2} = 4,167 \text{ кг/м} \quad (2.9)$$

При ширині стрічки $B_{ж}=400$ мм зовнішній діаметр ролику $D_p=108$ мм (якщо $B_{ж}<800$ мм $D_p=108$ мм, інакше 159 мм), коефіцієнт $A=1750$ мм (при $\rho<1$ т/м³ $A=1750$ мм, інакше $A=1550$ мм).

Крок роликів на робочій гілці конвеєра:

$$l_p = A - 0,625 \cdot B_{ж} = 1750 - 0,625 \cdot 400 = 1,5 \text{ м} \quad (2.10)$$

Маса роликів робочої гілки:

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$m_{\text{ж}} = 10 \cdot B_{\text{ж}} + 7 = 10 \cdot 0,4 + 7 = 11 \text{ кг} \quad (2.11)$$

Умовна лінійна щільність жолобчастих роликоопор:

$$\rho_{\text{р.ж.}} = \frac{m_{\text{ж}}}{l_{\text{р}}} = \frac{11}{1,5} = 7,333 \text{ кг/м} \quad (2.12)$$

Крок роликів на холостий гілки:

$$l_x = 2 \cdot l_p = 2,1 \cdot 1,5 = 3 \text{ м}$$

Маса роликів холостої вітки:

$$m_{\text{в}} = 10 \cdot B_{\text{ж}} + 3 = 10 \cdot 0,4 + 3 = 7 \text{ кг} \quad (2.14)$$

Лінійна щільність плоских роликів холостої вітки:

$$\rho_{\text{р.п.}} = \frac{m_{\text{в}}}{l_p} = \frac{7}{3} = 2,333 \text{ кг/м} \quad (2.15)$$

2.2. Визначення розмірів барабана

Діаметр приводного барабана:

$$D_6 = z \cdot 120 = 120 \text{ мм} \quad (2.16)$$

По ГОСТ 22644-77 приймають $D_6=160\text{мм}$)

Довжина барабана:

$$B_1 = B + 100 = 400 + 100 = 500 \text{ мм} \quad (2.17)$$

Стріла опуклості:

$$f_B = 0,005 \cdot B_1 = 0,005 \cdot 500 = 2,5 \text{ мм} \quad (2.18)$$

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр натяжного барабана:

$$D_n = \frac{2}{3} \cdot D_0 = \frac{2}{3} \cdot 120 = 80 \text{ мм} \quad (2.19)$$

Приймаємо $D_n = 160 \text{ мм}$.

2.3. Визначення натягу стрічки конвеєра

Розподіл натягу стрічки конвеєра має кілька важливих функцій: забезпечує правильну передачу потужності, запобігає розривам та передчасному зносу стрічки, а також допомагає уникнути перекосів та поломок інших частин конвеєра.

Зокрема, розрахунок натягу необхідний для:

забезпечення правильної передачі потужності:

запобігання розривів та зносу стрічки:

уникнення перекосів та поломок:

підвищення продуктивності та довговічності конвеєра:

Розбиваємо контур стрічкового конвеєра на 4 ділянки. Натяг стрічки в точці 1 (рис. 2.1) приймаємо за невідому величину. Потім знаходимо натяг стрічки в інших точках через невідомий натяг у точці 1. Коефіцієнт, що характеризує опір на натяжному барабані $k_{\delta,н} = 0,05 \dots 0,07$; $k_{оп} = 0,018$; $k_{ож} = 0,02$.

$$F_2 = F_1 + F_{1,2} = \frac{F_1 + (q_s + q_{p,н})gL + k_{оп} - q_s gH}{1000} \quad (2.20)$$

$$F_2 = \frac{F_1 + (31,9 + 2,33)9,81 \cdot 6 \cdot 0,018 - 31,9 \cdot 9,81 \cdot 2,184}{1000} = F_1 - 0,647 \text{ кН}$$

$$F_3 = F_2 + F_{2,3} = F_2 + k_{\delta,н} \cdot F_2 = F_2 \cdot (1 + k_{\delta,н}) \quad (2.21)$$

$$F_3 = (F_1 - 0,647) \cdot (1 + 0,05) = 1,05F_1 - 0,679 \text{ кН}$$

$$F_4 = F_3 + F_{3,4} = \frac{F_3 + (q_s + q_s + q_{p,ж})gL + k_{ож}^2 + (q_s + q_s)gH}{1000} \quad (2.22)$$

$$F_4 = \frac{F_3 + (4,167 + 31,9 + 7,3) \cdot 9,81 \cdot 6 \cdot 0,002^2 + (4,167 + 31,9) \cdot 9,81 \cdot 2,184}{1000} =$$

$$= \frac{F_3 + 2554,504 + 772,737}{1000} = F_3 + 3,327 = 1,05F_1 - 0,679 + 3,327 = 1,05F_1 + 2,648 \text{ кН}$$

$$F_4 = F_1 \cdot e^{f \cdot \alpha} = 3F_1 \text{ кН} \quad (2.23)$$

Складаємо систему лінійних рівнянь.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк. 29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\begin{cases} F_2 = F_1 - 0,647 \\ F_3 = 1,05F_1 - 0,679 \\ F_4 = 1,05F_1 + 2,648 = 3F_1 \end{cases} \quad (2.24)$$

Розв'язавши систему рівнянь отримаємо, наступні результати:
 $F_1=1,358\text{кН}=1358\text{Н}$, $F_2=0,711\text{кН}=711\text{Н}$, $F_3=0,747\text{кН}=747\text{Н}$, $F_4=4,074\text{кН}=4074\text{Н}$.

2.4. Перевірка провисання стрічки між роликкооперами

Найбільший прогин стрічки на робочій стороні стрічкового конвеєра буде в точці 3 ($F_3=F_{\min}$).

$$l_{\max} = \frac{(q_1 + q_2) \cdot g \cdot l_p^2}{8 \cdot F_3} = \frac{(4,167 + 31,9) \cdot 9,81 \cdot 1,5^2}{8 \cdot 747} = 0,133\text{м} = 133\text{мм} \quad (2.25)$$

Допустимий прогин

$$|l_{\max}| \leq 0,03 \cdot l_p = 0,045\text{м} \quad (2.26)$$

Уточнене тягове зусилля на приводному барабані.

$$F_{\text{т.у.}} = F_4 - F_1 + F_{1..4} = 4,074 - 1,358 + 0,163 = 2,879 \text{ кН} = 2879 \text{ Н}, \quad (2.27)$$

де $F_{1..4} = k_{\text{оп}}(F_4 + F_1) = 0,03(4,074 + 1,358) = 0,163 \text{ кН}$, $k_{\text{оп}}=0.03...0.05$ -коефіцієнт опору на приводному барабані з підшипниками кочення.

Потужність приводної станції:

$$N_{\text{т.у.}} = \frac{F_{\text{т.у.}} \cdot v}{\eta} = \frac{2,879 \cdot 2}{0,85} = 6,774 \text{кВт} \quad (2.28)$$

де η - КПД передачі механізму привода для попереднього розрахунку, $\eta = 0.85$.

Обираємо електродвигун 4А160S (табл. 6) з підвищеним пусковим моментом $N_{\text{ном}} = 7.5 \text{ кВт}$ і частотою обертання $n = 750 \text{ об/хв}$.

Частота обертання приводного барабана:

$$n_6 = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_6} = \frac{60 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,12} = 272,975 \text{ об/хв} \quad (2.29)$$

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передаточне відношення передачі:

$$u = \frac{n}{n_6} = \frac{750}{272,975} = 2,748 \quad (2.30)$$

Схема приводної станції наведена на рис. 2.2.

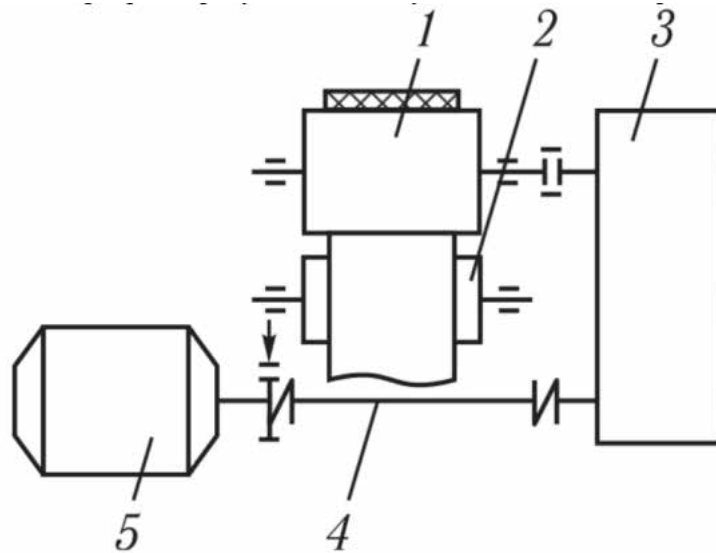


Рис. 2.2 Схема приводного пристрою стрічкового конвеєра 1 - приводний барабан; 2 - відхильний барабан; 3 - редуктор; 4 - проміжний вал; 5 - електродвигун

Крутний момент вала барабана:

$$M_6 = \frac{F_{vy} D_6}{2} = \frac{2,879 \cdot 0,12}{2} = 0,173 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.31)$$

Підбираємо циліндричний двухступінчатий редуктор Ц2У-100 (табл.7) з передавальним числом $u_p = 8$

Схема натяжної станції наведена на Рис.2.3.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

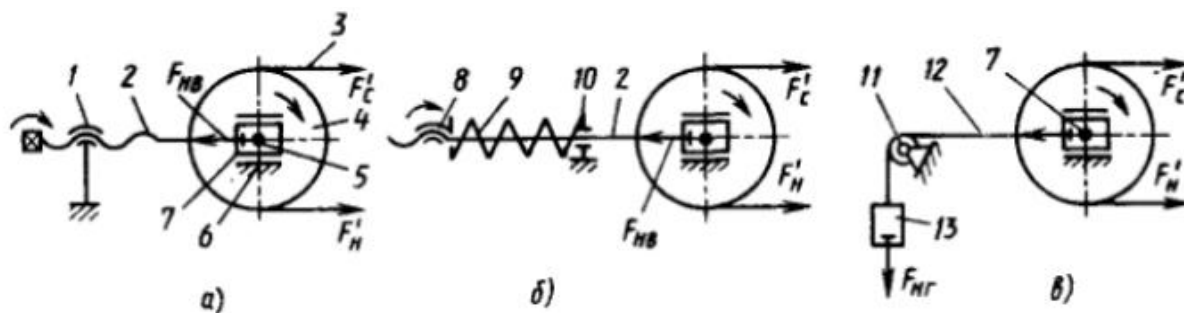


Рис. 2.3 Схема натяжних пристроїв стрічкового конвеєра а - гвинтове; б – гвинтове з пружиною; в - вантажне 1 - гайка; 2 - гвинт; 3 - конвеєрна стрічка; 4 - барабан; 5 - вісь; 6 - направляюче; 7 - повзун; 8 - гайка; 9 - пружина; 10 - упор; 11 - нерухомий блок; 12 - канат; 13 - вантаж

Натяжне зусилля:

$$F_2 = 1,1 \cdot (F_2 + F_3 + F_n) = 1,1 \cdot (0,711 + 0,747 + 0,15) = 1,769 \text{ кН}, \quad (2.32)$$

де $F_n = 0,15 \text{ кН}$ - опір при пересуванні в повзунах натяжного барабана.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ ТАРНИХ ВАНТАЖІВ У ТРАНСПОРТ

3.1. Загальні положення та нормативно-правова база

Охорона праці є невід'ємною частиною будь-якого виробничого процесу, спрямованою на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі її трудової діяльності. При експлуатації стрічкових конвеєрів для завантаження тарних вантажів у транспорт особливо важливим є дотримання норм і правил безпеки, оскільки ці машини мають значну кількість рухомих елементів, що створюють потенційну небезпеку.

Цей розділ розроблено з урахуванням вимог чинного законодавства України у сфері охорони праці, а саме:

- Закон України "Про охорону праці" [1]: Визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на належні, безпечні і здорові умови праці.
- Правила охорони праці на автомобільному транспорті [2]: Регулюють питання безпеки праці під час виконання робіт на автомобільному транспорті, що включає й завантажувально-розвантажувальні роботи.
- Державні стандарти України (ДСТУ), що стосуються безпеки машин та обладнання, зокрема, що стосуються конвеєрів (наприклад, ДСТУ EN ISO 12100:2010 "Безпечність машин. Загальні принципи конструювання. Оцінювання ризику та зменшення ризику" [3], ДСТУ EN 619:2016 "Безпечність машин. Безпечність машин. Безпечність механічного обладнання для неперервного завантаження насипних вантажів та вантажів у штучній тарі. Вимоги безпеки та перевіряння" [4] - для конвеєрів, ДСТУ EN ISO 14122-1:2018 "Безпечність машин. Постійні засоби доступу до машин. Частина 1. Вибір стаціонарних засобів доступу між двома рівнями" [5]).

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Стахова В.М.				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Ляшко А.П.					33	53
Н. Контр.	Матухно Н.В.				НУБіП України		
Затверд.	Ловейкін В.С.						
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ							

- Нормативно-правові акти з охорони праці, затверджені центральними органами виконавчої влади, що забезпечують формування державної політики у сфері охорони праці.

Метою цього розділу є аналіз потенційних ризиків, що можуть виникнути при експлуатації стрічкового конвеєра для завантаження тарних вантажів, та розробка заходів для їх мінімізації, а також забезпечення належних та безпечних умов праці для персоналу.

3.2. Аналіз можливих ризиків та небезпек при експлуатації стрічкового конвеєра

Експлуатація стрічкового конвеєра пов'язана з низкою потенційних небезпек, які можуть призвести до травм, пошкодження майна або несправності обладнання. Важливо провести системний аналіз цих ризиків для розробки ефективних заходів щодо їх запобігання.

3.2.1 Механічні небезпеки:

Захоплення рухомими частинами: Можливе захоплення одягу, кінцівок або волосся обертовими роликками, барабанами, стрічкою, що рухається, або іншими рухомими елементами конвеєра. Це може призвести до травм різного ступеня тяжкості, від саден до ампутацій.

Причини: Відсутність захисних кожухів, незакріплений одяг, необережність персоналу, доступ до небезпечних зон під час роботи конвеєра.

Удар рухомими частинами: Удар елементами конвеєра (наприклад, стрічкою, що коливається, вантажем, що падає, або елементами натяжного механізму) внаслідок несправності або необережності.

Причини: Неправильне регулювання натягу стрічки, пошкодження стрічки, падіння вантажу з конвеєра, несанкціоноване пересування людей в зоні роботи конвеєра.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Падіння вантажів: Вантажі (коробки, ящики, мішки), що транспортуються, можуть падати з конвеєра через його перевантаження, неправильне центрування стрічки, пошкодження стрічки або нерівну поверхню.

Причини: Недотримання допустимої ваги вантажу, неправильне укладання вантажу, несправність бортових обмежувачів, відсутність або несправність датчиків перевантаження.

Защемлення: Защемлення кінцівок або одягу між рухомими та нерухомими частинами конвеєра (наприклад, між стрічкою та опорною рамою, між стрічкою та приводним барабаном).

Причини: Неналежний доступ до конвеєра під час його роботи, відсутність захисних бар'єрів.

Руйнування елементів конвеєра: Обрив стрічки, руйнування роликів, підшипників, рами або інших конструктивних елементів конвеєра через їх зношення, неправильну експлуатацію або дефекти матеріалів.

Причини: Несвоєчасне технічне обслуговування, перевищення допустимих навантажень, використання неякісних матеріалів.

3.2.2 Електричні небезпеки:

Ураження електричним струмом: Контакт з неізольованими або пошкодженими струмопровідними частинами електрообладнання конвеєра (двигун, пускозахисна апаратура, кабелі).

Причини: Пошкодження ізоляції, несправність заземлення, порушення правил електробезпеки, відсутність захисних кожухів на електрообладнанні.

Коротке замикання та пожежа: Виникнення короткого замикання в електромережі конвеєра, що може призвести до загоряння проводки, електрообладнання або горючих матеріалів.

Причини: Перевантаження електромережі, несправність електрообладнання, відсутність автоматичних вимикачів та пристроїв захисного відключення (ПЗВ).

3.2.3 Ергономічні ризики та фактори, що впливають на здоров'я:

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Надмірні фізичні навантаження: Неправильна організація робочих місць, необхідність піднімати та переміщувати важкі вантажі вручну (у випадку допоміжних робіт), що може призвести до захворювань опорно-рухового апарату.

Причини: Невідповідність висоти конвеєра росту оператора, відсутність механізації допоміжних операцій.

Шум та вібрація: Тривала дія підвищеного рівня шуму від роботи двигуна та рухомих частин конвеєра, а також вібрації, що передаються на оператора, можуть негативно впливати на слух та загальний стан здоров'я.

Причини: Несправність підшипників, незбалансовані рухомі частини, відсутність звукоізоляції.

Психофізіологічні навантаження: Монотонність роботи, висока концентрація уваги, необхідність швидкого реагування на позаштатні ситуації можуть призвести до втоми та зниження уваги, що збільшує ризик помилок.

Причини: Неправильно організовані робочі місця, відсутність перерв.

3.2.4 Ризики, пов'язані з організацією робочого місця та навколишнім середовищем:

Недостатнє освітлення: Недостатнє освітлення робочої зони може призвести до зниження видимості, збільшення ризику помилок та травм.

Причини: Недостатня кількість світильників, несправність освітлювальних приладів.

Несприятливі метеорологічні умови: Експлуатація конвеєра на відкритому повітрі без належного захисту від дощу, снігу, сильного вітру може призвести до пошкодження обладнання та небезпечних ситуацій для персоналу.

Причини: Відсутність навісів, захисних споруд.

Неправильна організація руху транспорту та персоналу: Відсутність чітко визначених проходів, проїздів, місць для завантаження/розвантаження може призвести до зіткнень, наїздів, падінь.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Причини: Відсутність розмітки, дорожніх знаків, порушення правил дорожнього руху на території підприємства.

Недбалість персоналу: Недотримання інструкцій з охорони праці, самовільне виконання робіт, ігнорування знаків безпеки.

Причини: Недостатнє навчання, відсутність контролю, недисциплінованість.

3.3. Заходи щодо мінімізації ризиків та забезпечення безпечної експлуатації стрічкового конвеєра

Для мінімізації вищезазначених ризиків та забезпечення безпечної експлуатації стрічкового конвеєра необхідно впровадити комплекс організаційно-технічних заходів.

3.3.1 Заходи щодо конструкції конвеєра:

Захисні кожухи та огороження: Усі рухомі та потенційно небезпечні частини конвеєра (барабани, ролики, приводні механізми, місця защемлення стрічки) повинні бути обладнані міцними захисними кожухами та огороженнями, що виключають можливість контакту з ними під час роботи. Кожухи повинні бути легко знімними для проведення обслуговування, але тільки за умови відключення конвеєра від електромережі.

Системи аварійної зупинки: Конвеєр повинен бути обладнаний кнопками аварійної зупинки, розташованими по всій довжині конвеєра в легкодоступних місцях. Також має бути передбачений вимикач аварійної зупинки на пульті керування. Система аварійної зупинки повинна мати "грибкові" кнопки червоного кольору з фіксацією.

Засоби безпеки при обриві стрічки: Для стрічкових конвеєрів, де можливий обрив стрічки з наступним падінням вантажу, необхідно передбачити спеціальні уловлювачі або бортові обмежувачі, що запобігають падінню вантажу за межі конвеєра.

Механізми натягу стрічки: Механізми натягу стрічки повинні бути безпечними у використанні, виключати самовільне ослаблення або

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

перетягування, що може призвести до обриву стрічки або перевантаження двигуна.

Пристрої очищення стрічки: Стрічковий конвеєр повинен бути оснащений ефективними пристроями очищення стрічки від залишків вантажу, що запобігає накопиченню матеріалу та підвищує безпеку експлуатації.

Стійкість та міцність конструкції: Усі елементи конвеєра повинні бути розраховані на максимальні навантаження з відповідним запасом міцності, що гарантує стійкість та запобігає деформаціям або руйнуванням.

Системи візуальної та звукової сигналізації: Перед запуском конвеєра повинна спрацювати звукова та/або світлова сигналізація, що попереджає про початок його роботи.

3.3.2 Заходи щодо електробезпеки:

Надійне заземлення: Усі металеві частини конвеєра, що можуть опинитися під напругою, повинні бути надійно заземлені згідно з вимогами Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) [6].

Захист від прямого та непрямого дотику: Електрообладнання повинно бути захищене від прямого та непрямого дотику до струмопровідних частин. Це досягається шляхом використання ізоляції, кожухів, заземлення та інших захисних заходів.

Захисні пристрої: Електромережі конвеєра повинні бути обладнані автоматичними вимикачами, пристроями захисного відключення (ПЗВ) та іншими засобами захисту від перевантажень та коротких замикань.

Маркування кабелів та проводів: Усі кабелі та проводи повинні бути чітко промарковані, що полегшує їх ідентифікацію та проведення ремонтних робіт.

Вологозахист: Електрообладнання, що експлуатується у вологих умовах (наприклад, на відкритому повітрі), повинно мати відповідний ступінь захисту від вологи та пилу (IP-клас).

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Вимикач "Грибок": На додаток до основних кнопок аварійної зупинки, необхідно передбачити вимикач "грибок" на пульті управління, що дозволяє швидко та безпечно зупинити конвеєр у випадку небезпеки.

3.3.3 Організаційні заходи:

Розробка інструкцій з охорони праці: Для всіх видів робіт, що виконуються на конвеєрі (експлуатація, обслуговування, ремонт), повинні бути розроблені та затверджені інструкції з охорони праці. Ці інструкції повинні бути доступні для ознайомлення в робочій зоні.

Навчання та інструктаж персоналу: Весь персонал, допущений до роботи з конвеєром, повинен пройти навчання з охорони праці, первинний та повторний інструктажі, а також стажування на робочому місці. Регулярно проводяться перевірки знань з охорони праці.

Видача засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): Персонал, що працює з конвеєром, повинен бути забезпечений необхідними ЗІЗ (спецодяг, спецвзуття, захисні рукавиці, засоби захисту органів слуху при підвищеному рівні шуму) відповідно до чинних норм [7].

Система допусків: Виконання ремонтних та обслуговуючих робіт на конвеєрі повинно здійснюватися за системою допусків (наряд-допуск), що забезпечує контроль та безпеку виконання робіт.

Регулярне технічне обслуговування та огляд: Конвеєр повинен проходити регулярне планово-попереджувальне технічне обслуговування, огляд та діагностику для виявлення та усунення несправностей. Результати оглядів повинні фіксуватися у відповідній документації.

Організація робочого місця: Робочі місця операторів та інших працівників повинні бути організовані з урахуванням вимог ергономіки, забезпечуючи комфортні умови праці та мінімізуючи фізичні навантаження.

Знаки безпеки: Робоча зона конвеєра повинна бути обладнана попереджувальними, заборонними та приписуючими знаками безпеки згідно з

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

ДСТУ ISO 7010:2020 "Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки" [8].

Обмеження доступу: Небезпечні зони конвеєра, особливо під час його роботи, повинні бути обмежені та позначені знаками безпеки, що забороняють доступ сторонніх осіб.

3.3.4 Додаткові заходи для стрічкового конвеєра для завантаження тарних вантажів:

Центрування стрічки: Важливо забезпечити правильне центрування стрічки для запобігання сходженню вантажу та його падінню. Регулярно перевіряти та коригувати положення стрічки.

Висота бортових обмежувачів: Якщо конструкція передбачає бортові обмежувачі для утримання вантажу, їх висота повинна бути достатньою для запобігання падінню тарних вантажів з конвеєра.

Швидкість руху стрічки: Швидкість руху стрічки повинна бути оптимальною для транспортування тарних вантажів, щоб уникнути їх розгойдування, зміщення або падіння.

Вантажопідйомність: Категорично забороняється перевищувати допустиму вантажопідйомність конвеєра. Наявність датчиків перевантаження або індикаторів допустимої ваги є бажаною.

Виключення попадання сторонніх предметів: Необхідно вжити заходів для запобігання попадання сторонніх предметів (сміття, дрібні деталі) на стрічку конвеєра, що може призвести до її пошкодження або заклинювання.

3.3.5 Висновки

Розробка конструкції стрічкового конвеєра для завантаження тарних вантажів у транспорт повинна бути нерозривно пов'язана з детальним аналізом потенційних ризиків та впровадженням комплексних заходів щодо їх мінімізації. Дотримання вимог чинного законодавства з охорони праці, застосування сучасних інженерних рішень та постійний контроль за

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

дотриманням правил безпеки є запорукою ефективною та безпечною експлуатації даного обладнання.

Систематичне проведення навчання та інструктажів персоналу, регулярне технічне обслуговування, використання засобів індивідуального захисту та чітка організація робочих процесів дозволять значно знизити ймовірність виникнення нещасних випадків та професійних захворювань, забезпечуючи високий рівень охорони праці.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Ефективна організація вантажопереробки на сучасних підприємствах є одним із ключових чинників зменшення витрат, підвищення продуктивності та забезпечення стабільної роботи логістичних ланцюгів. Одним із найбільш перспективних напрямків удосконалення цих процесів є впровадження механізованих засобів, зокрема стрічкових конвеєрів. Розроблена конструкція стрічкового конвеєра призначена для завантаження тарних вантажів у транспортні засоби, що дозволяє значно скоротити витрати часу, зменшити кількість обслуговуючого персоналу та знизити витрати на оплату праці.

Оцінка економічної ефективності дає змогу обґрунтувати доцільність впровадження нової техніки у виробничий процес і визначити терміни її окупності, рівень економії ресурсів, а також загальний вплив на економічні показники підприємства.

Вихідні дані для розрахунків

Для виконання економічного аналізу приймаємо наступні вихідні дані:

- Продуктивність конвеєра: 30 тонн/год
- Режим роботи: 8 годин/день, 22 робочих дні/місяць
- Кількість робочих днів на рік: 264 дні
- Загальна річна продуктивність:

$$Q_{\text{річна}} = 30 \text{ т/год} \times 8 \text{ год} \times 264 \text{ дні} = 63\,360 \text{ т/рік}$$

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Стахова В.М.			РОЗДІЛ.4.РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.					42	53
<i>Н. Контр.</i>		Матухно Н.В.				НУБіП України		
<i>Затверд.</i>		Ловейкін В.С.						

Додаткові дані:

- Вартість електроенергії: 5,5 грн/кВт·год
- Середня потужність електропривода конвеєра: 7,5 кВт
- Час роботи обладнання за рік:

$$\text{Трічний} = 8 \times 264 = 2\,112 \text{ год}$$

- Споживання електроенергії за рік:

$$E = 5,5 \text{ кВт} \times 2\,112 \text{ год} = 11\,616 \text{ кВт}$$

- Вартість електроенергії за рік:

$$11\,616 \times 5,5 = 63\,888 \text{ грн}$$

4.1. Порівняння з традиційним (ручним) методом завантаження

У практиці багатьох українських підприємств, особливо на первинних етапах розвитку або в умовах обмеженого бюджету, досі використовується ручна праця для завантаження тарних вантажів у транспортні засоби. Такий підхід має низку недоліків:

- низька продуктивність;
- висока вартість праці;
- значне фізичне навантаження на працівників;
- збільшення ризику травматизму;
- нерівномірність навантаження;
- додаткові втрати часу при зміні персоналу або при зміні погодних умов.

Для порівняння економічної ефективності проведемо аналіз витрат при ручному та механізованому завантаженні.

Показник	Ручне завантаження	Конвеєрне завантаження
Кількість працівників на зміну	4 особи	1 особа
Середня продуктивність одного працівника	~1,5 т/год	-
Загальна продуктивність на зміну	~6 т/год	30 т/год

Місячна заробітна плата одного працівника	25 000 грн	25 000 грн
Загальні зарплатні витрати на зміну	100 000 грн/міс	25 000 грн/міс

Річна економія на заробітній платі:

$$(100\,000 - 25\,000) \times 12 = 900\,000 \text{ грн/рік}$$

4.2. Інвестиційні витрати на впровадження конвеєра

Орієнтовні витрати на виготовлення та введення в експлуатацію стрічкового конвеєра:

Вартість виготовлення (матеріали, зварювання, фарбування): 450 000 грн

Витрати на встановлення та налаштування: 50 000 грн

Разом первинні інвестиції: 500 000 грн

4.3. Поточні експлуатаційні витрати

Окрім заробітної плати та енергоспоживання, до експлуатаційних витрат можна віднести:

Планове технічне обслуговування: 12 000 грн/рік

Поточний ремонт та витратні матеріали (ролики, мастила): 10 000 грн/рік

Електроенергія: 63 888 грн/рік

Зарплата оператора: 300 000 грн/рік

Разом експлуатаційні витрати:

$$12\,000 + 10\,000 + 63\,888 + 300\,000 = 385\,888 \text{ грн/рік}$$

4.4. Економічний ефект і термін окупності

Загальна річна економія на фоні зменшення персоналу: 900 000 грн

Додаткові витрати на експлуатацію: ~386 000 грн

Чиста річна економія:

$$900\,000 - 386\,000 = 514\,000 \text{ грн}$$

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк. 44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Термін окупності інвестицій:

$$T=500000/514000\approx 0,97 \text{ року} \approx 11,5 \text{ місяців}$$

Отже, навіть при врахуванні повної вартості конвеєра та обслуговування, нова конструкція окупається менш ніж за рік експлуатації.

4.5. Соціальні та організаційні переваги

Впровадження стрічкового конвеєра має не лише фінансову, але й соціально-організаційну вигоду:

- Зменшення фізичного навантаження на персонал, що знижує ризик професійних захворювань;
- Скорочення кількості виробничих травм;
- Підвищення точності та рівномірності завантаження;
- Можливість інтеграції в автоматизовані логістичні системи;
- Стабільність темпів роботи незалежно від погодних умов чи людського фактору.

Висновки

Проведений аналіз свідчить про високу ефективність впровадження запропонованої конструкції стрічкового конвеєра для завантаження тарних вантажів у транспорт. Завдяки значному підвищенню продуктивності, скороченню штату працівників та зменшенню експлуатаційних витрат підприємство отримує економічний ефект уже в перший рік експлуатації.

Розрахунки доводять, що термін окупності обладнання не перевищує одного року, після чого підприємство щорічно отримуватиме чисту економію понад 500 000 грн. Крім того, підвищується якість організації праці, рівень безпеки на виробництві та можливість масштабування операцій у майбутньому.

Таким чином, розробка та впровадження даного конвеєра є економічно доцільною, перспективною та вигідною для підприємств, що здійснюють регулярне завантаження тарних вантажів.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ВИСНОВКИ

У результаті виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему «Розробка конструкції стрічкового конвеєра для завантаження тарних вантажів в транспорт» було досягнуто всі поставлені цілі, зокрема технічні, проектно-конструкторські та економічні завдання.

Проведено глибокий аналіз існуючих конструкцій стрічкових конвеєрів із урахуванням особливостей їх використання для переміщення штучних (тарних) вантажів. Виявлено основні недоліки та обмеження традиційних систем при експлуатації в умовах завантаження у транспортні засоби.

Обґрунтовано доцільність створення спеціалізованого стрічкового конвеєра з урахуванням універсальності використання, легкості монтажу та демонтажу, мобільності та адаптивності до різних видів транспорту і вантажів. Вибір приводного електродвигуна потужністю 7,5 кВт і частотою обертання 750 об/хв забезпечує необхідну продуктивність 30 т/год і гарантує надійну роботу при тривалому навантаженні.

Розроблено детальну конструкцію стрічкового конвеєра, виконано технічні розрахунки основних вузлів, включаючи привід, натяжний та ведений барабани, опорні ролики, стрічку, несучу раму. З урахуванням навантажень і умов експлуатації вибрано оптимальні матеріали та розміри конструктивних елементів.

Проведено економічне обґрунтування впровадження розробленого обладнання на підприємстві. В результаті аналізу встановлено, що річна економія витрат становить понад 514 000 грн, а строк окупності інвестицій – менше 12 місяців. Це підтверджує високу ефективність застосування механізованого засобу завантаження замість ручної праці.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Стахова В.М.			ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ляшко А.П.					46	53
Н. Контр.		Матухно Н.В.			НУБіП України			
Затверд.		Ловейкін В.С.						

Розроблена конструкція має низку соціально-економічних переваг: зниження фізичного навантаження на працівників, зменшення ризику травм, підвищення рівня автоматизації та покращення загальної культури виробництва. Це особливо актуально у контексті сучасних вимог до охорони праці та ефективного використання трудових ресурсів.

У підсумку можна стверджувати, що запропонований стрічковий конвеєр є доцільним і вигідним рішенням для підприємств, що здійснюють регулярне завантаження тарних вантажів у транспортні засоби. Його впровадження сприятиме підвищенню продуктивності праці, скороченню експлуатаційних витрат та створенню безпечних і комфортних умов для працівників. Подальше вдосконалення конструкції може включати автоматизацію управління, регулювання швидкості та дистанційний контроль, що зробить обладнання ще більш універсальним і ефективним.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України "Про охорону праці" від 14.10.1992 № 2694-XII (зі змінами). URL: (Знайдіть актуальну версію на сайті Верховної Ради України - rada.gov.ua)
2. Правила охорони праці на автомобільному транспорті, затверджені наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 21.01.1998 № 5 (зі змінами). URL: (Знайдіть актуальну версію на сайті Верховної Ради України - rada.gov.ua)
3. ДСТУ EN ISO 12100:2010. Безпечність машин. Загальні принципи конструювання. Оцінювання ризику та зменшення ризику. (Чинний стандарт, можна знайти в базах нормативних документів України, наприклад, "Законодавство України" на сайті rada.gov.ua або в спеціалізованих базах даних ДСТУ).
4. ДСТУ EN 619:2016. Безпечність машин. Безпечність механічного обладнання для неперервного завантаження насипних вантажів та вантажів у штучній тарі. Вимоги безпеки та перевіряння. (Чинний стандарт, можна знайти в базах нормативних документів України).
5. ДСТУ EN ISO 14122-1:2018. Безпечність машин. Постійні засоби доступу до машин. Частина 1. Вибір стаціонарних засобів доступу між двома рівнями. (Чинний стандарт, можна знайти в базах нормативних документів України).
6. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). (Знайдіть актуальну редакцію ПУЕ в офіційних джерелах нормативних документів України, наприклад, на сайті Міністерства енергетики та вугільної промисловості України або в спеціалізованих базах даних).

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 001 ПЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Ляшко А.П.</i>	<i>Матухно Н.В.</i>	<i>Ловейкін В.С.</i>	<i>Літ.</i>				<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>	
<i>Перевір.</i>	<i>Ляшко А.П.</i>	<i>Матухно Н.В.</i>	<i>Ловейкін В.С.</i>	<i>Літ.</i>				<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Ляшко А.П.</i>	<i>Матухно Н.В.</i>	<i>Ловейкін В.С.</i>	<i>Літ.</i>				<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>	
<i>Затверд.</i>	<i>Ляшко А.П.</i>	<i>Матухно Н.В.</i>	<i>Ловейкін В.С.</i>	<i>Літ.</i>				<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>	
							НУБіП України			

7. Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам машинобудівного та металообробного виробництва. (Знайдіть актуальний наказ Міністерства соціальної політики України або іншого відповідного органу).

8. ДСТУ ISO 7010:2020. Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки. (Чинний стандарт, можна знайти в базах нормативних документів України).

9. <http://spec-rental.com.ua/shevronna-strichka-osoblivosti-ta-perevagi-vikoristannya/>

10. <https://konvejer.com/konvejerni-barabany/privodnyie-barabanyi>

11. <https://www.irbis.ua/production/dlya-konveyerov/roliki-transporternyue>

12. <https://www.ytconveyor.com/belt-conveyor/>

13. <https://sbrobotics.ua/stati/princzip-roboti-strichkovogo-konveera/>

14. <http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/ptm/metzab2021/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf>

15. Гевко Р.Б. Транспортні машини: підручник / Р.Б. Гевко, В.М. Клендій. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 356 с.

16. Довбня М.П. Механізація вантажно-розвантажувальних робіт: навчальний посібник / М.П. Довбня, О.І. Волошин. – Київ: Освіта України, 2019. – 412 с.

17. Карпенко М.В. Підйомно-транспортні машини: підручник / М.В. Карпенко, Л.І. Стаднік. – Львів: Афіша, 2021. – 298 с.

18. Ткачук М.М. Проектування стрічкових конвеєрів: методичні вказівки / М.М. Ткачук, В.О. Малащенко. – Харків: НТУ "ХПІ", 2020. – 64 с.

19. Бондаренко Л.М. Механіка машин безперервного транспорту: навчальний посібник / Л.М. Бондаренко, А.О. Шевченко. – Дніпро: НТУ "ДП", 2019. – 234 с.

					01.09 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 001 ПЗ	Арк. 49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Кравець С.В. Розрахунок та конструювання транспортних машин / С.В. Кравець, О.М. Піліпенко. – Київ: Видавничий дім "Києво-Могилянська академія", 2021. – 456 с.

21. Лук'янов П.Ю. Автоматизація технологічних процесів у промисловості: підручник / П.Ю. Лук'янов, Н.В. Коваль. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2020. – 378 с.

22. Савченко О.І. Охорона праці в машинобудуванні: навчальний посібник / О.І. Савченко, М.Д. Петренко. – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – 256 с.

23. Ярошенко В.А. Безпека експлуатації підйомно-транспортного обладнання / В.А. Ярошенко, С.П. Тимошенко. – Одеса: ОНПУ, 2021. – 189 с.

24. Гончаренко Д.Ф. Економічна ефективність механізації виробничих процесів: монографія / Д.Ф. Гончаренко, І.В. Мельник. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 298 с.

25. Козлов А.М. Матеріали для стрічкових конвеєрів: властивості та застосування / А.М. Козлов, Т.С. Білоус // Вісник машинобудування. – 2021. – № 3. – С. 45-52.

26. EN 1175-1:1998 Safety of industrial trucks. Electrical requirements. General requirements for battery powered trucks. – Brussels: CEN, 1998. – 48 p.

27. Hartman H.L. Introductory Mining Engineering / H.L. Hartman, J.M. Mutmansky. – 2nd ed. – New York: Wiley, 2002. – 570 p.

28. Roberts A.W. Bulk Solids: Storage, Flow and Handling / A.W. Roberts, O.J. Scott, G.G. Enstad. – 2nd ed. – Tunbridge Wells: ABCM, 1987. – 456 p.

29. Spivakovsky A.O. Conveying Machines / A.O. Spivakovsky, V.K. Dyachkov. – Moscow: Peace Publishers, 1985. – 463 p.

30. Gładysiewicz L. Belt Conveyors: Design, Operation and Optimization / L. Gładysiewicz. – Wrocław: Wrocław University of Technology Press, 2003. – 298 p

31. Полященко В.О. Основи проектування механізмів і машин: підручник / В.О. Полященко, Д.І. Криворучко. – Суми: СумДУ, 2020. – 267 с.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 021 ПЗ	Арк. 50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

32. Бабенко Є.К. Надійність та довговічність елементів стрічкових конвеєрів / Є.К. Бабенко, М.А. Зінченко // Проблеми міцності. – 2021. – № 3. – С. 78-86.

33. Фоменко Н.Р. Економічне обґрунтування впровадження автоматизованих транспортних систем / Н.Р. Фоменко, А.С. Петренко // Економіка та управління підприємствами. – 2020. – № 29. – С. 234-241.

34. ДСТУ 2890-94 Конвеєри стрічкові. Загальні технічні умови. – Київ: Держстандарт України, 1994. – 28 с.

35. ДСТУ EN 620:2016 Безпечність машинного обладнання. Стрічкові конвеєри для насипних матеріалів. Вимоги безпеки. – Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2016. – 45 с.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 021 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ДОДАТКИ

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 021 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>		Стахова В.М.					52	53
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.						
<i>Н. Контр.</i>		Матухно Н.В.						
<i>Затверд.</i>		Ловейкін В.С.						
						НУБіП України		