

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
конструювання машин і обладнання
_____ проф. В.С. Ловейкін
«____» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ
ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРОДУКЦІЇ АПК

Спеціальність 133-Галузеве машинобудування _____

Гарант освітньої програми

д.т.н., проф. _____

Булгаков В.М.

Керівники бакалаврської кваліфікаційної роботи

д.т.н., проф. _____

Ловейкін В.С.

к.т.н., ст. викладач _____

Кадикало І.О.

Виконав _____

Музика Нікіта Станіславович

Київ – 2026

Додаток Д

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Конструювання машин і обладнання

д.т.н., проф	Ловейкін В.С.
(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис) (ПІБ)
“ ”	2026р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Музика Нікіта Станіславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133- Галузеве машинобудування

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи _____

Розробка конструкції стрічкового конвеєра для переміщення продукції

АПК

затверджена наказом ректора НУБіП України від “15” квітня 2026р. № 1044“С”

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 29.05.2026

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи

Перелік питань, які потрібно розробити:

Перелік графічних документів (за потреби) _____

Дата видачі завдання “16” квітня 2026р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Ловейкін В.С.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Кадикало І.О.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Музика Н.С.

Зміст

Реферат.....	5
Вступ.....	6
Розділ 1 Аналіз конструктивних особливостей та принципів функціонування стрічкових конвеєрів	8
1.1. Призначення, класифікація та сфера використання стрічкових конвеєрів	8
1.2. Загальна будова, та аналіз конструкції основних вузлів стрічкового конвеєра.....	11
1.3. Функціональний аналіз роботи елементів стрічкового конвеєра	23
Розділ 2 Розрахунок стрічкового конвеєру	26
Розділ 3. Охорона праці та техніка безпеки.....	38
3.1. Загальні вимоги охорони праці та техніки безпеки.....	38
3.2. Вимога перед початком робіт.....	40
3.3. Вимога під час робіт.....	41
Розділ 4. Техніко-економічні розрахунки.....	45
4.1 Вступ та характеристика технічного середовища.....	45
4.2 Огляд нормативно-технічної літератури та бази проектування.....	46
4.3 Огляд нормативно-технічної літератури та бази проектування.....	47
4.4 Операційні витрати у реаліях 2026 року.....	47
4.5 Аналіз альтернативної вартості автомобільної логістики.....	48
4.6 Фінансово-економічна оцінка та показники рентабельності.....	49
Висновки	51
Список літературних джерел	53
Додатки	60

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Музика Н.С.			ЗМІСТ		
Провер.		Кадикало І.О.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ловейкін В.С.					
Утверд.							
						Лит.	Лист
							4
						Листов	
						60	
						НУБіП України	

Реферат

Бакалаврська кваліфікаційна робота: 63 сторінки, 13 рисунків, 2 таблиці, 60 джерел літератури.

Бакалаврська кваліфікаційна робота присвячена розробці конструкції стрічкового конвеєра для переміщення продукції АПК. У роботі розглянуто сучасні конструкції стрічкових конвеєрів, їх призначення, класифікацію, будову та особливості функціонування основних вузлів. Проведено аналіз конструктивних рішень транспортуючих стрічок, приводних і натяжних барабанів, роlikоопор, приводних механізмів та систем керування.

Виконано розрахунок стрічкового конвеєра для транспортування сипучих вантажів в умовах АПК. Визначено основні параметри конвеєра, зокрема продуктивність, ширину та швидкість руху стрічки, потужність приводу, параметри натягу стрічки та характеристики приводних механізмів. Обґрунтовано вибір гумотросової стрічки та електропривода з урахуванням умов експлуатації, продуктивності та надійності роботи обладнання.

Особливу увагу приділено питанням охорони праці та техніки безпеки під час експлуатації стрічкових конвеєрів. Розглянуто основні небезпечні виробничі фактори, вимоги до безпечної роботи персоналу, засоби індивідуального захисту та заходи щодо запобігання аварійним ситуаціям.

Ключові слова: стрічковий конвеєр, транспортування вантажів, конвеєрна стрічка, приводний барабан, натяжний пристрій, роlikоопора, електропривод, продуктивність, автоматизація.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Музика Н.С.			РЕФЕРАТ		Літ.	Арк.
Перевір.		Кадикало І.О.						Акрушів
Реценз.							5	60
Н. Контр.		Ловейкін В.С.					НУБіП України	
Затверд.								

Вступ

В агропромисловому машинобудуванні однією з ключових задач на сучасному етапі є створення технічних рішень, здатних забезпечити автоматизоване виконання виробничих і логістичних процесів у сфері АПК із мінімальним залученням людини до фізичної праці. Одним із найважливіших напрямків, що розвивається в останнє десятиліття, є проектування та впровадження промислових конвеєрних систем, зокрема транспортерних ліній для переміщення сировини, готової продукції та тари.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розглядається технічне обґрунтування та базові принципи конструювання системи приводу та управління для стрічкових конвеєрів, призначених для роботи в умовах агропромислових підприємств. Така система, будучи частиною ширшого комплексу механізмів, орієнтована на забезпечення безперебійної логістики у виробництвах, де важливими є стабільність потоку, гнучкість в адаптації до різних типів вантажу та здатність діяти в умовах підвищеної вологості та запиленості.

Актуальність дана тема має через зростаючі вимоги до автоматизації процесів транспортування продукції, які традиційно потребували значної кількості ручної праці. У процесі зберігання та переробки овочів і фруктів необхідно забезпечити швидке переміщення великої кількості вантажу між технологічними ділянками. Використання автоматизованих стрічкових конвеєрів дозволяє суттєво знизити навантаження на персонал, підвищити пропускну здатність лінії і покращити повторюваність операцій. Таке рішення не тільки підвищує продуктивність, а й створює передумови для впровадження комплексного моніторингу стану продукції.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Музика Н.С.			ВСТУП	Літ.	Арк.
Перевір.		Кадикало І.О.					6
Реценз.							60
Н. Контр.		Ловейкін В.С.				НУБіП України	
Затверд.							

У межах роботи передбачено проаналізувати конструкції стрічкових конвеєрів, їх будову, можливі варіанти виконання приводу конвеєрної стрічки з урахуванням конструктивних обмежень, характеристик вантажу та специфіки умов експлуатації (наприклад, наявності вологи або абразивних часток).

Розробка нових конструкцій мають потенціал до масштабування та подальшої модернізації, зокрема шляхом додавання сенсорних вузлів контролю завантаження, автоматичного відстеження зупинок та інтеграції з центральною системою управління підприємством.

Таким чином, бакалаврська кваліфікаційна робота спрямована на розробку та розрахунок конструкції стрічкового конвеєра, що в подальшому дозволить поєднання знань у галузі механіки, електроприводів і автоматизованих систем управління задля створення ефективного та функціонального пристрою, який зможе знайти практичне застосування в умовах сучасного агропромислового виробництва.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ПРИНЦИПІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

1.1 Призначення, класифікація та сфера використання стрічкових конвеєрів

Стрічковий конвеєр (рис. 1.1) - це транспортуюча машина для переміщення в горизонтальному і похилому напрямках насипних і штучних вантажів безперервним потоком без зупинок на завантаження і вивантаження. Тяговим (і одночасно вантажонесучим) органом такого конвеєра є закріплена навколо кінцевих барабанів стрічка. [1]



Рисунок 1.1 – Стрічковий конвеєр

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОБОТИ-МАНІПУЛЯТОРИ ТА СФЕРУ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ		
Розроб.	Музика Н.С.						
Перевір.	Кадикало І.О.						
Реценз.							
Н. Контр.	Ловейкін В.С.						
Затверд.					Літ. Арк. Аркушів		
						8	60
					НУБіП України		

Стрічкові конвеєри є найбільш поширеним типом машин конвеєрного транспорту. На більшості підприємств України в технологічному процесі виробництв використовуються стрічкові конвеєри. Це обумовлено високою продуктивністю (до 30 000 т/год), великій довжині транспортування (до 3... 4 км в одному конвеєрі), простоті конструкції, експлуатації та високій надійності.

Стрічкові конвеєри застосовуються:

- у виробництві нерудних будівельних матеріалів - для транспортування вапняку від кар'єрів до цементних заводів, гравію і щебеню - від кар'єрів до гравійно-щебених і збагачувальних фабрик, піску - від кар'єрів до вантажних причалів і т. д.;
- на металургійних підприємствах - для доставки руди, концентрату і вапняку від вагоноперекидачів на складі сирих матеріалів і зі складів на аглофабрику; агломерату - від аглофабрики до бункеру доменного та сталеливарного цехів; вугілля - від вагоноперекидачів на склад вугілля та вуглепереробку; сипучих матеріалів для сталеплавильних цехів - зі складу в бункери і вапняку на вапняно-обпалювальні установки; окалини - до навантажувальних пристроїв для відправки на зовнішню мережу і т. д.;
- на машинобудівних підприємствах - для транспортування вузлів і деталей машин, заготовок тощо;
- на теплових електростанціях - для транспортування палива від приймальних пристроїв і вагоноперекидачів на склади і зі складів в бункери млинів або котельних агрегатів;
- в гідроенергобудівництві - для транспортування щебеню, гравію, піску, глини, суглинку і великокускових матеріалів від кар'єрів до місць будівництва насипних земляних і кам'яно-накидних гребель і дамб;
- у хімічній промисловості - для транспортування сипучих матеріалів від складів до агрегатів на початку технологічного процесу і в самому технологічному процесі, вивезення готової продукції на склад, а також відходів виробництва у відвали;

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- на відкритих гірничих розробках - для транспортування корисних копалин від видобувних механізмів до проміжних складів або місць переробки гірської маси, а також розкривних порід у відвали;
- в целюлозно-паперовій промисловості - для транспортування привізної технологічної тріски від приймальних пристроїв на біржу і з біржі в варильний цех, балансової і дров'яної деревини - з розпилювального цеху в деревно-приготувальний цех, на склад та ін.

Застосування стрічкових конвеєрів покладено в основу транспортних ланцюгів великого числа технологічних виробництв у багатьох галузях промисловості.

Стрічкові конвеєри встановлюються в цехах, складах, на відкритому повітрі в кар'єрах, на естакадах, відкритих майданчиках (з навісами, кожухами, козирками), в тунелях, але в більшості випадків - в галереях (опалюваних або неопалюваних). Температура навколишнього повітря при установці конвеєрів на відкритих майданчиках коливається від - 50 до + 45 °С.

Перевагою стрічкових конвеєрів є висока, практично будь-яка необхідна продуктивність. На відміну від залізничного та автомобільного транспорту конвеєри можна використовувати при великих кутах нахилу траси (до 18... 20°). При цьому значно зменшуються витрати на капітальні роботи з підготовки траси, тому конвеєрний транспорт вигідно застосовувати при вельми великих вантажопотоках. Використання конвеєрного транспорту призводить до помітного зростання продуктивності праці при транспортуванні, так як цей вид транспорту легко автоматизується.

Статистика показує, що в порівнянні із залізничним і автомобільним транспортом конвеєрний транспорт найбільш безпечний [2].

До недоліків стрічкових конвеєрів слід віднести вимогу суворої прямолінійності траси в плані, малий термін служби конвеєрної стрічки, на частку якої припадає до половини вартості всієї конвеєрної установки. Стрічковий конвеєр чутливий до характеру переміщуваного вантажу.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звичайними стрічковими конвеєрами можна переміщати вантажі крупністю до 300... 400 мм. Транспортування липких, сильно зволжених вантажів пов'язане з труднощами, що виникають при очищенні стрічки після розвантаження.

1.2 Загальна будова, та аналіз конструкції основних вузлів стрічкового конвеєра

Стрічковий конвеєр являє собою спеціалізований транспортний пристрій, що функціонує за допомогою гнучкої замкнутої стрічки. Ця стрічка охоплює ведучий і натяжний барабани, при цьому рух провідним барабаном повідомляється від електродвигуна через редуктор.

Конструкція з основними елементами стрічкового конвеєра наведена на рис. 1.2

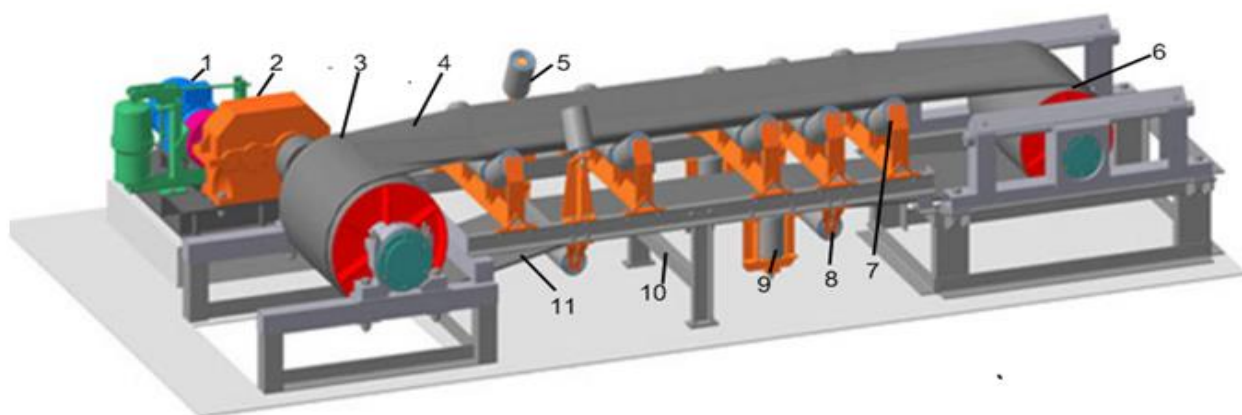


Рисунок 1.2 – Конструкція та основні вузли стрічкового конвеєра [3]

1 – приводний електродвигун; 2 – редуктор привода; 3 – приводний барабан; 4 – робоча стрічка конвеєра; 5,9 – ролики проти сходу відповідно робочої та холостої стрічки; 6 - натяжний барабан; 7, 8 – підтримуючі ролики, відповідно робочої та холостої стрічки; 10 – конвеєрний став; 11 – неробоча стрічка конвеєра

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Стрічковий конвеєр, складається із замкнутої гнучкої стрічки 4, що огинає ведучий (приводний) 3 і натяжний барабан 6. Привідний барабан отримує обертання від електродвигуна через редуктор. Тягове зусилля від барабана на стрічку передається тертям. Ролики 5,7,8,9 є допоміжними і підтримують транспортуючу стрічку та запобігають сходу з барабанів. Завдяки їх застосуванню збільшується охоплення приводного і поворотного барабанів стрічкою, що покращує умови зчеплення стрічки з поверхнями цих барабанів і зменшує пробуксовування стрічки.

Частина стрічки, на якій розташовується вантаж, називається робочою, навантаженою або несучою гілкою, а вільна від матеріалу, що транспортується - порожньою гілкою.

Матеріал подається на стрічку по завантажувальному жолобу і переміщається до розвантажувального кінця конвеєра, де скидається.

Вантажонесуча гілка стрічки конвеєра в поперечному перерізі може мати жолобчасту (лоткову) (рисунок 1.3, а), рідше плоску (рисунок 1.3, б) форму.

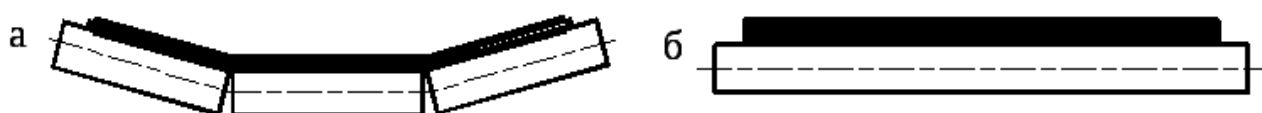


Рисунок 1.3 – Розташування роликів у поперечному перерізі:

а - з жолобчастою формою стрічки вантажонесучої гілки;

б - з прямим розташуванням стрічки. [4]

Порожня гілка - завжди плоска. Лоткова форма надається стрічці роликівими опорами.

Несучою гілкою є, як правило, верхня, але в деяких випадках для переміщення вантажу використовується нижня гілка, а іноді і обидві гілки стрічки одночасно.

					01.09 – КР. 1044 "С" 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Тепер розглянемо кожен компонент стрічкового конвеєру та їх різновиди та особливості.

Транспортуюча стрічка

Ключовий елемент, без якого нічого не поїде. Саме вона контактує з вантажем. У загальному вигляді стрічка має тяговий каркас, покритий з усіх боків еластичним заповнювачем. Каркас сприймає поздовжнє розтягуюче зусилля і забезпечує поперечну жорсткість.

Заповнювач оберігає каркас від впливу вологи, механічних пошкоджень, стирання і т.д. Каркас виконується з синтетичних або комбінованих волокон (лавсан, капрон, нейлон).

Заповнювач складається з гумових сумішей з синтетичним каучуком або пластмасою + добавки. Добавки надають стрічці властивості необхідні для експлуатації в різних умовах:

- стрічки загального призначення (експлуатація при $T = - 450^{\circ}\text{C}$ до $+ 600^{\circ}\text{C}$);
- морозостійкі стрічки, мають маркування М (експлуатація при $T = - 600^{\circ}\text{C}$ до $+ 600^{\circ}\text{C}$);
- теплостійкі стрічки, мають маркування Т (експлуатація до $+ 1000^{\circ}\text{C}$);
- стрічки підвищеної теплостійкості, мають маркування ПТ (експлуатація до $+ 2000^{\circ}\text{C}$);
- харчові стрічки, що мають маркування П;
- негорючі стрічки, що мають маркування Ш;
- маслостійкі стрічки, мають маркування МС;
- магнітом 'які стрічки, що притягуються до магнітів;
- магнітотверді (еластомагніти);
- брудовідштовхувальні стрічки.

Нормальний ряд ширини стрічки в мм (ДСТУ 22644 - 77): 300, 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000, 2500, 3000, 3600.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимоги пред'являються до прогумованих стрічок наступні:

- поздовжня міцність і жорсткість;
- поперечна жорсткість (для створення лоткової форми);
- висока зносостійкість;
- мала вага і мала гігроскопічність;
- стійкість до фізичних і хімічних впливів.

Гумотканинні стрічки

Гумотканинні стрічки відрізняються еластичністю і малим опором на вигин, але по міцності і опорі зносу поступаються гумотросовим.

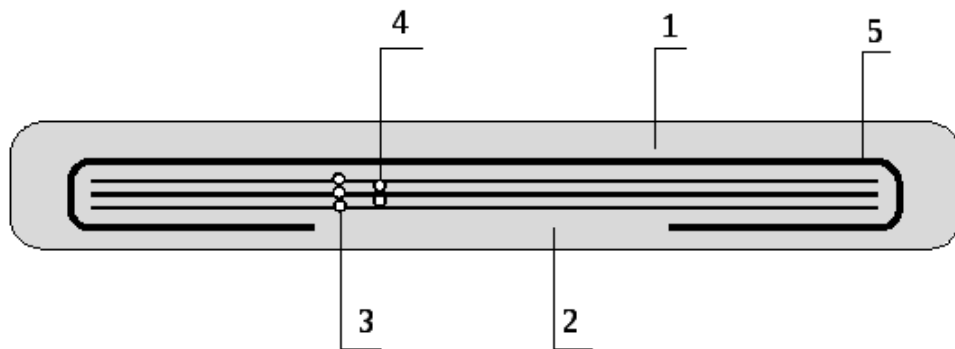


Рисунок 1.4 – Гумотканинна стрічка [5]

- 1 - верхня обкладка, робоча (товщиною до 10 мм);
- 2 - нижня, неробоча обкладка (товщиною 1 - 3,5 мм);
- 3 - тканинні прокладки (тяговий каркас);
- 4 - гумові заповнювач між тканинними прокладками;
- 5 - брекетна тканина (оберігає верхню прокладку від пошкоджень).

Тяговий каркас складається з тканинних прокладок, пов'язаних між собою тонкими (0,2 ÷ 0,3 мм) гумовими прошарками. Для тканинних прокладок використовують бавовняну тканину, синтетичні (капрон, нейлон, скловолокно і т.д.).

Тканинна прокладка складається з поздовжніх і поперечних ниток. Тканинні прокладки мають одновісне і двовісне плетіння. Для підвищення міцності тяговий каркас покривають захисною тканиною, а для оберігання стрічки від пошкоджень, вона покривається гумовими обкладками з усіх боків.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги гумотканинних стрічок:

- різні методи з'єднання кінців стрічки (склеювання, вулканізація, механічне з'єднання за допомогою скоб або зшивання ременями)
- підвищена стійкість до поздовжніх поривів;
- висока амортизуюча здатність;
- еластичність.

Недоліки гумотканинних стрічок

- поздовжнє подовження в процесі роботи за рахунок провисання стрічки між роликотрами і тертя про них (до 4%);
- збільшення діаметра барабанів (і відповідно сили тертя) при великому числі прокладок.

Гумовотросові стрічки

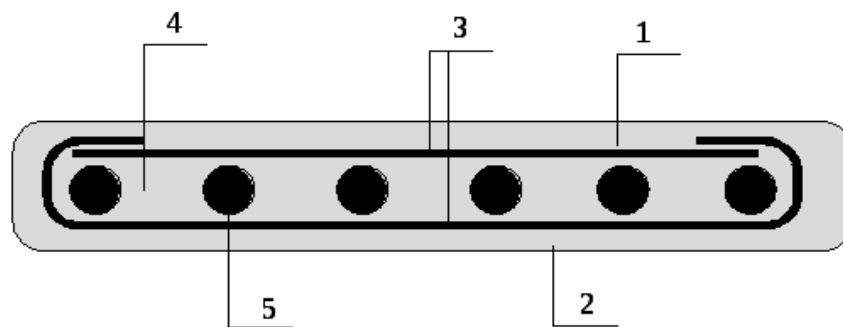


Рисунок 1.5 – Гумовотросова стрічка

1 - верхня обкладка; 2 - нижня обкладка; 3 - каркас; 4 - гумовий заповнювач;
5 - сталеві троси. [5]

У гумотросових стрічках для додання міцності в якості тягового каркаса прокладається трос з латунізованою поверхнею, для кращого скріплення троса з гумою. Між собою троси з'єднані каркасом і гумою. В якості каркаса може служити металева сітка, поперечні стрижні. Верхня частина (робоча) гумової обкладки гумотросової стрічки становить $3 \div 5,5$ мм, а нижня (неробоча) $2 \div 5,5$ мм.

Переваги гумовотросових стрічок:

- високий термін служби в порівнянні з гумотканинною стрічкою;

					01.09 – КР. 1044 "С" 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- менше ніж у гумотканинних стрічок подовження (до 0,25%);
- висока міцність, тому гумовотросові стрічки використовуються на конвеєрах великої протяжності.

Недоліки гумовотросових стрічок:

- єдиний метод з'єднання - вулканізація;
- висока вага і вартість (за рахунок ваги і вартості металевих тросів);
- висока перегинна жорсткість.

Також стрічки можуть бути модульними виготовлені з пластику. Набір сегментів, легко замінювати пошкоджені. Такі стрічки часто використовуються в харчовій промисловості, де важлива швидка мийка і гігієна.

Окрім цього використовуються також сітчасті стрічки. Вони потрібні якщо необхідно охолоджувати, сушити або провітрювати продукт під час транспортування.

Барабани - приводний і натяжний

Привідний барабан: з'єднаний з приводом (електромотором і редуктором). У нього на поверхні часто є накладка (обгумована або з особливим рифленням), щоб поліпшити зчеплення зі стрічкою і знизити прослизання. Від форми і діаметра барабана залежать кути обхвату стрічки і загальний ККД передачі руху.

Натяжний барабан: підтримує потрібний натяг стрічки, щоб вона не провисала, не буксувала і не «з'їжджала». Розташований в кінці (або початку) конвеєра, де встановлений гвинтовий, пружинний або рідше гідравлічний механізм натягу.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

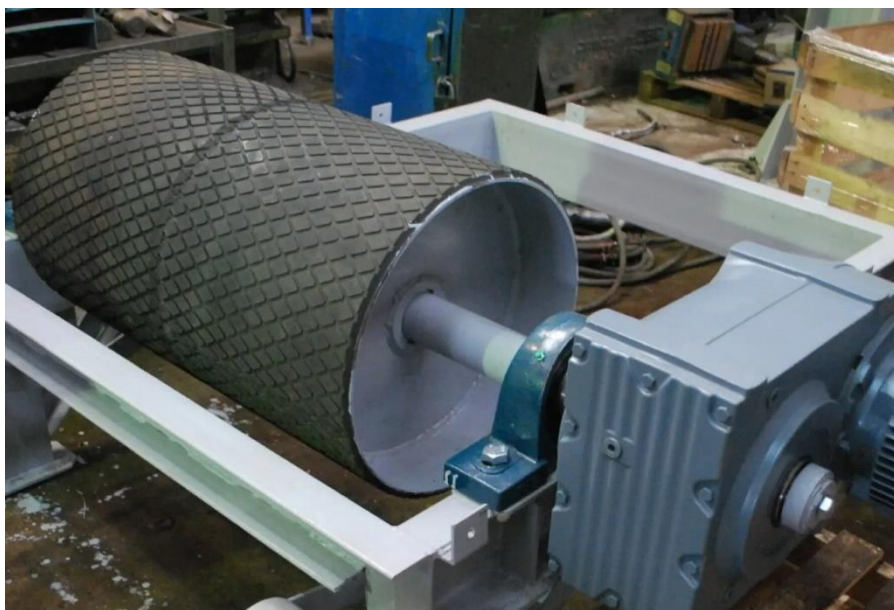


Рисунок 1.6 – Привідний барабан з електроприводом [6]



Рисунок 1.7 – Натяжний барабан з механізмом натягу [6]

Кут обхвату приводного барабана (зазвичай $180-210^\circ$) забезпечує достатнє зчеплення. Якщо він менше - стрічка буде буксувати.

Неправильний або нерівномірний натяг - одна з головних причин відведення стрічки і її нерівномірного зносу.

Опорні ролики

Опорні пристрої призначені для підтримки стрічки по всій її довжині, додавання їй жолобчастої форми. Вони бувають:

- Прямими - використовуються на горизонтальних ділянках.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- Трьох роликівими - утворюють жолоб для сипучого матеріалу. Бічні ролики під кутом створюють форму «корита», щоб вантаж не прокидався.
- Амортизуючими - встановлюються в зоні завантаження, щоб пом'якшувати удар при падінні сировини.

Жолобчасті роlikоопори призначені для транспортування сипучих вантажів (рисунок 1.8).

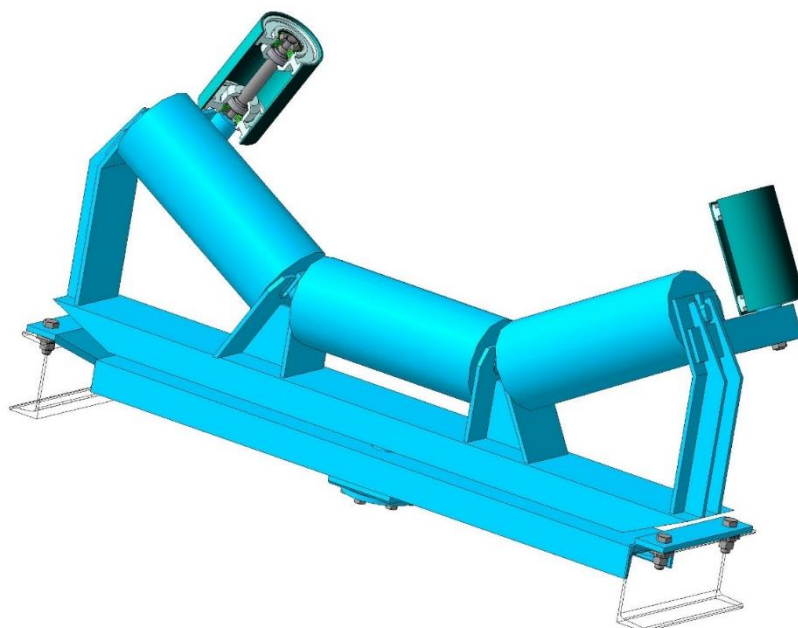


Рисунок 1.8 – Жолобчасті роlikоопори [6]

Жолобчасті роlikоопори можуть бути двороликівими, трироликівими і п'ятироликівими. Найбільш поширені трироликіві жолобчасті форми роlikоопор.

Переваги жолобчастої форми роlikоопор в плавному вписуванні в криву стрічки великої ширини.

Роlikоопори футують гумою. А жолобчасті роlikоопори після і перед поворотними барабанами виконують з поступово виконуючими кутами зі зменшенням кутів нахилу бічних роликів (2-3 шт. роlikоопор після і перед барабаном). Такі опори називають перехідними.

Спеціальні роlikоопори

- Амортизуючі роlikоопори встановлюють в місці завантаження конвеєра для пом'якшення ударів від падаючого на стрічку вантажу.

					01.09 – КР. 1044 "С" 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Амортизуючі роликоопори встановлюють не менше 3-5 шт. відмінність в конструкції - наявність на роликоопорах гумових кілець або пружин в їх конструкції.

- Очищаючі роликоопори (дискові) (малюнок в папці) - призначені для очищення стрічки від налиплого вантажу. Встановлюються на зворотній гілці.
- Центруючі роликоопори призначені для ліквідації зміщення стрічки відносно осі конвеєра.

Також роликоопори поділяються на верхні, призначені для опори вантажонесучої гілки конвеєра, і нижні - для підтримки стрічки по порожній стороні конвеєра.

Верхні роликоопори призначені для підтримки плоскої стрічки по навантаженій і порожній стороні. Застосування прямої роликоопори, для транспортування сипучих вантажів, по навантаженій стороні зустрічається рідко.

Нижні роликоопори встановлюються по порожній гілці виконуються у вигляді прямої однороликової опори. Крок роликоопор по порожній стороні дорівнює 2-3 крокам роликоопор по навантаженій стороні, але не менше 3,5 м і на відстані 0,8-1 м від головного барабана.

Вимоги, що пред'являються до роликоопорам:

- легкість обертання при пересуванні стрічки;
- простота конструкції;
- мала маса;
- зносостійкість;
- простота ремонту і заміни частин, що зношуються.
- Причини зміщення стрічки щодо осі:
- неточне стикування кінців стрічки;
- нерівномірна витяжка по ширині;
- несиметричне завантаження;
- налипання на ролики і барабани бруду і частинок вантажу;
- висока швидкість руху стрічки.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ролики працюють на підшипниках і повинні обертатися вільно, без заїдань і шуму. Заїдання призводить до швидкого зносу стрічки і збільшує навантаження на привід.

Привід

Включає в себе електродвигун, редуктор (буває циліндричний, черв'ячний, планетарний), а іноді ще муфту і гальмо.



Рисунок 1.9 – Привід стрічкового конвеєру [6]

Потужність мотора вибирають виходячи з довжини конвеєра, швидкості, планованої ваги вантажу, кута нахилу.

Нерідко встановлюється частотний перетворювач, що дозволяє змінювати швидкість конвеєра під різне завантаження. Це підвищує енергоефективність і гнучкість виробництва.

Натяжні пристрої призначені для створення на стрічці початкового натягу, необхідного для передачі тертям тягового зусилля, а також для обмеження провисання стрічки між роликоопорами.

Натяжні пристрої встановлюються або на збігаючої гілки біля приводу (основна схема) або в хвостовій частині конвеєра.

За конструкцією і способом дії натяжні пристрої діляться на:

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

1. Ручні поділяються на пружинні і гвинтові, застосовуються для конвеєрів невеликої довжини (до 60 м).

2. Вантажні (натяжні) коли натяг стрічки відбувається під дією підвішеного вантажу. Застосовуються для конвеєрів довжиною від 60 до 500 м.

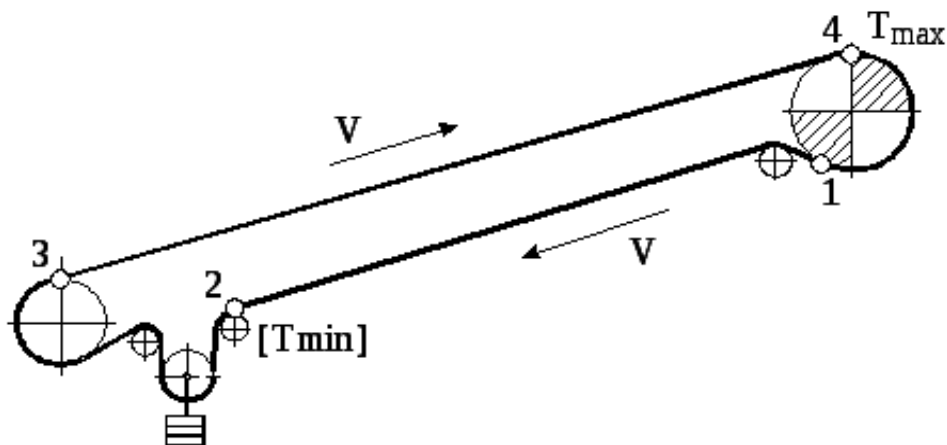


Рисунок 1.10 – Схема вантажного натяжного пристрою [5]

Переваги вантажного натяжного пристрою:

- постійне натяг стрічки;
- автоматичне регулювання довжини стрічки при різних температурних режимах.

Недоліки:

- великі габарити і маса вантажу для потужних і довгих конвеєрів.

Пристрої для завантаження конвеєра

Конструкція завантажувальних пристроїв залежить від характеру транспортованого вантажу і способу подачі його на конвеєр.

Штучні вантажі подаються на конвеєр за допомогою спусків або укладаються безпосередньо на стрічку вручну.

Насипні вантажі завантажуються за допомогою завантажувальної воронки або направляючого лотка за допомогою яких формується потік вантажу і направляється на середину стрічки. Розміщення насипного вантажу по осі стрічки знижує ймовірність зміщення вантажу на стрічці і як наслідок сходження стрічки.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Для забезпечення довговічності стрічки і роликоопор, висота падіння вантажу повинна бути мінімальною, а швидкість і напрямок подачі вантажу на стрічку дорівнює швидкості і напрямку руху стрічки.

- Для завантаження пилоподібних вантажів завантажувальну воронку роблять герметичною з подовженим патрубком, кожухом або забезпечують пристроями примусового відсмоктування пилу.

Система керування

У найпростішому випадку - «включити/вимкнути», аварійна кнопка «STOP».

У більш складних комплексах можна зустрічати датчики перевантаження, фотоелементи для підрахунку штучного вантажу, автоматичну сигналізацію при відведенні стрічки або перевищенні заданої температури підшипників.

Часто вздовж конвеєра натягують трос аварійної зупинки, щоб працівник міг у будь-якій точці різко вимкнути рух.



Рисунок 1.11 – Датчики та запобіжні пристрої [5]

Контрольні і запобіжні пристрої служать для контролю за роботою конвеєра і запобігання поломок його частин і дозволяють автоматизувати процес транспортування.

До них відносяться:

- датчики контролю швидкості;

					01.09 – КР. 1044 "С" 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- датчики контролю поперечного зсуву стрічки;
- датчики контролю поздовжнього пориву стрічки;
- датчики контролю цілісності тросів;
- датчики контролю, систем подачі мастила до редукторів приводу і т.д.

1.3 Функціональний аналіз роботи елементів стрічкового конвеєра

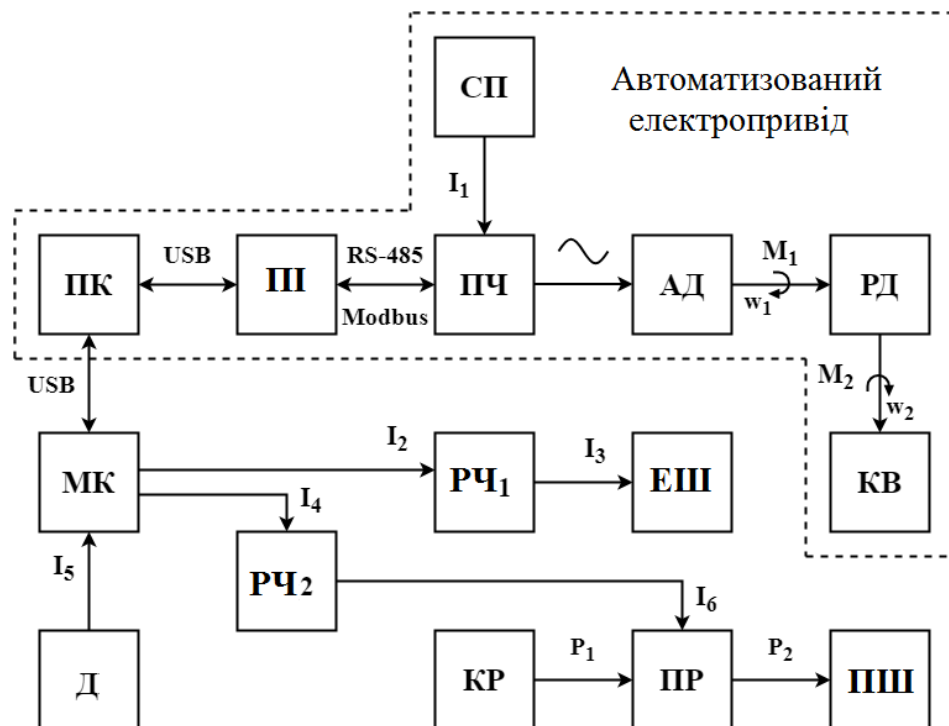


Рисунок 1.12 – Функціональна схема стрічкового конвеєра

Функціональна схема автоматизованого електроприводу складається з декількох блоків:

- Схема Пуска (СП): здійснює підключення ПЧ до мережі.
- Блок Управління (ПК): виконує загальне управління системою, приймаючи сигнали від оператора або інших пристроїв і передаючи їх на інші блоки.
- Перетворювач Інтерфейсів USB/RS-485 (ПІ): перетворює сигнал з USB-порту ПК в сигнал RS-485 для роботи з ПЧ.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- Перетворювач Частоти (ПЧ): забезпечує регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна.
- Асинхронний Двигун (АД) і Редуктор (РД): забезпечують рух конвеєра.
- Мікроконтролер (МК): обробляє сигнали від датчиків і передає команди на реле часу.
- Реле Часу (РЧ): керує часом роботи додаткових пристроїв, таких як електроштовхачі.
- Електроштовхач (ЕШ) і пневмоштовхач (ПТ): Використовуються для сортування матеріалів з конвеєрної стрічки.
- Конвеєр (КВ): Переміщує вантажі.
- Датчик (Д): Відстежує колір матеріалу і відправляє сигнал мікроконтролеру.
- Компресор (КР): Надає стиснене повітря для пневматичних пристроїв.
- Пневмореле (ПР): Керує клапанами для подачі стисненого повітря.

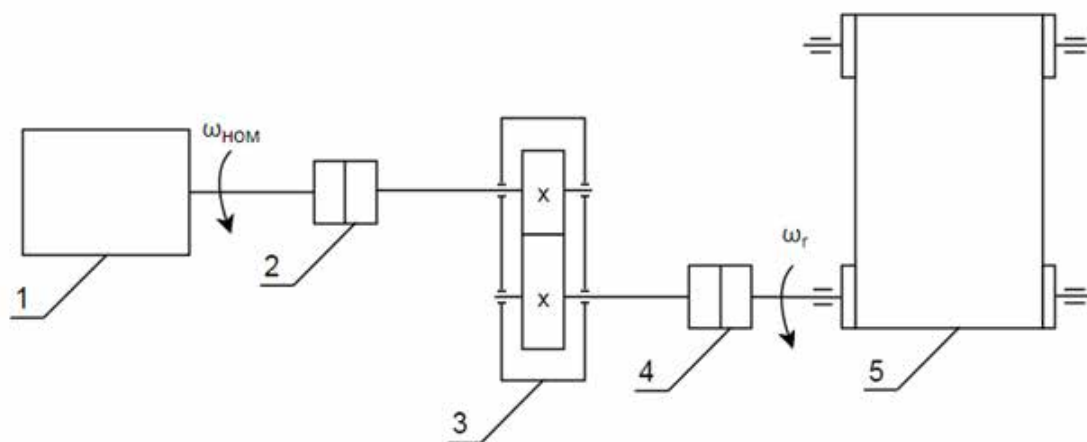


Рисунок 1.13 – Кінематична схема стрічкового конвеєра:

1-двигун; 2, 4 - муфти; 3 - редуктор; 5 – конвеєр [3]

Експериментальний стрічковий конвеєр являє собою пристрій, що складається з наступних основних компонентів:

- Приводний ролик: переміщує стрічку конвеєра.
- Стрічка: безпосередньо транспортує вантажі.

- Опорні ролики: підтримують стрічку і забезпечують її правильний напрямок руху.

- Каркас: фізична конструкція, що підтримує всі елементи.

Асинхронний двигун (АТ)

Щоб вибрати відповідний електропривод, необхідно розрахувати потужність тягового зусилля з урахуванням прогнозованого навантаження.

- Синхронні двигуни: мають високу точність швидкості, але вимагають складної системи збудження.

- Асинхронні двигуни: були обрані завдяки простоті обслуговування, широкому діапазону робочих швидкостей і низькому рівню шуму. Вони становлять близько 90% парку електродвигунів у промисловості.

Перетворювач Частоти (ПЧ)

Існує 3 способи вибрати ПЧ: вибрати загальнопромислову модель, модель для конкретного застосування або за характеристиками.

ПЧ підбирається такої ж потужності, що і двигун, або трохи більшої.

Перетворювач частоти має наступні переваги:

- Бездатчикове векторне управління.

- Режим управління V/F.

- Широкий діапазон вихідних частот (до 600 Гц).

- Захист від перегріву, недостатньої напруги, перенапруги і короткого замикання.

- Вбудований інтерфейс RS-485 для зв'язку із зовнішніми пристроями.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Розділ 2

РОЗРАХУНОК СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

В цьому розділі виконаємо розрахунок стрічкового конвеєру для транспортування залізної руди від кар'єру складу на території АПК [21-27].

Схема конвеєра представлена на рис. 2.1.

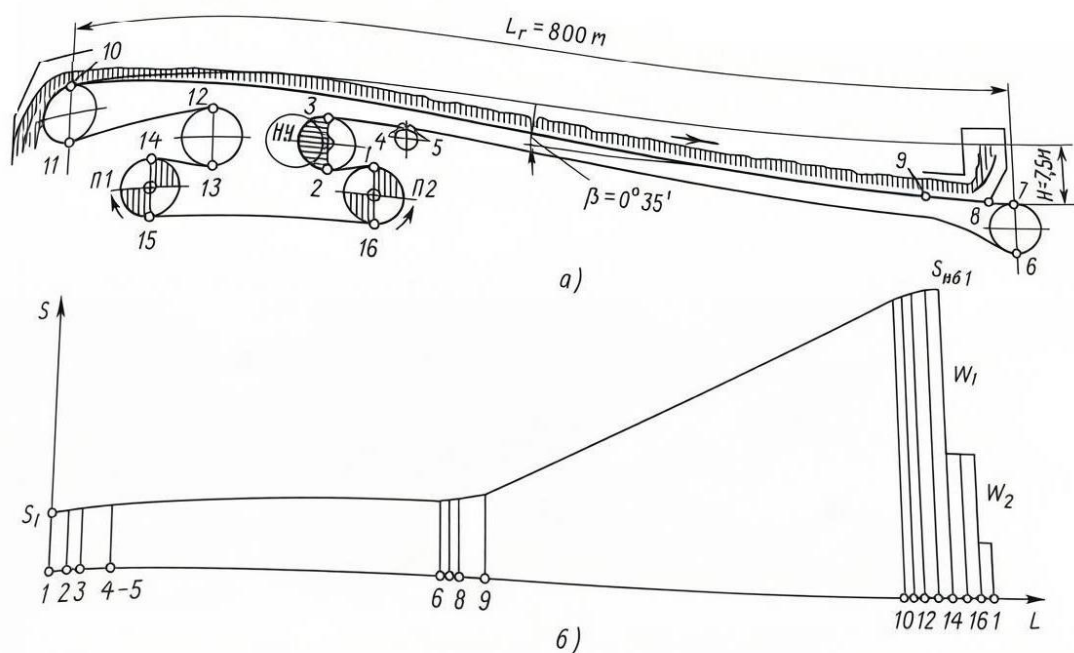


Рисунок 2.1 – Схема для розрахунку конвеєра: а – траса конвеєра;

б – діаграма натягу стрічки

Вантаж, що транспортується - рядова руда крупністю 0-300 мм, щільністю $2,5 \text{ т/м}^3$, вологістю до 10%. Конвеєр встановлений на відкритій місцевості і має легке укриття від дощу і снігу [температура навколишнього

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Музика Н.С.				РОЗРАХУНОК СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА		
Перевір.	Кадикало І.О.						
Реценз.							
Н. Контр.	Ловейкін В.С.						
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркушів
						26	60
					НУБіП України		

середовища змінюється від $+ 25^{\circ}$ (влітку) до $- 30^{\circ}$ (взимку)]. Привід розміщений в опалюваному закритому приміщенні (температура навколишнього середовища від $+10^{\circ}$ до 25°C). Максимальна вологість повітря 75%, абразивного пилу в повітрі до 20 мг/м^3 .

Конвеєр працює дві зміни по 7 год (14 год на добу) і 305 днів на рік. Планова середня масова продуктивність конвеєра $\bar{b}_c = 66000\text{ т/добу}$; максимальна продуктивність по пропускній здатності завантажувального пристрою $\bar{b}_m = 100000\text{ т/добу}$. Коефіцієнт готовності конвеєра $K_T = 0,96$; коефіцієнт використання конвеєра за робочим часом $K_B = 0,85-0,9$.

Визначаємо режим і розрахункові групи роботи конвеєра. Коефіцієнти планового використання конвеєра за часом на добу і на рік.

$$K_{B.C} = \frac{t_{п.с}}{t_c} = \frac{14}{24} \approx 0,58 \quad (2.1)$$

$$K_{B.Г.} = \frac{t_{п.г.}}{t_g} = \frac{305 \cdot 14}{365 \cdot 24} \approx 0,49 \quad (2.2)$$

Ці значення коефіцієнтів відповідають класу В3 використання конвеєра за часом.

Коефіцієнт використання по довільності розраховуємо за формулою:

$$K_{з.г.} = \frac{Q_c}{Q_m} = \frac{66000}{100000} = 0,66 \quad (2.3)$$

Це відповідає класу П3 використання конвеєра по продуктивності. Визначаємо, що конвеєр буде працювати у важкому режимі (Т).

Також встановлюємо, що конвеєр працює у важких умовах (група Т). Група температурних і кліматичних умов ТГ2; виконання У. Визначаємо, що транспортований вантаж - руда відповідає групі середньої рухливості і високої абразивності.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо розрахункову продуктивність конвеєра для визначення ширини стрічки:

$$Q_{p.m} = \frac{Q_m}{TK_3} = \frac{100000}{14 \cdot 0,75} = 9525 \frac{T}{г} \quad (2.4)$$

При розрахунку прийнято $T = t_{п.с} = 14$ ч; $K_B = 0,85$; $K_t = 0,96$;

Загальний експлуатаційний коефіцієнт

$$K_3 = K_B K_T K_H = 0,85 \cdot 0,96 \cdot 0,92 = 0,75 \quad (2.5)$$

Коефіцієнт нерівномірності завантаження $K_H = 0,92$.

Припускаємо, що стрічка повинна мати ширину в межах 1400 - 2000 мм; тоді для транспортування важкого великокусового вантажу приймаємо швидкість руху стрічки 2,5 м/с. На конвеєрі встановлюємо жолобчасті роликоопори важкого типу діаметром 194 мм з кутом нахилу бічних роликів 30°.

Для вантажу середньої рухливості приймаємо коефіцієнт $K_H = 550$; коефіцієнт $K_\beta = 1$ (при $\beta = 0^\circ 35'$).

Розрахуємо необхідну ширину стрічки:

$$B_p = 1,1 \left(\sqrt{\frac{Q_{p.m}}{K_H K_\beta}} + 0,05 \right) = 1,1 \left(\sqrt{\frac{9525}{550 \cdot 2,5 \cdot 2,5 \cdot 1}} + 0,05 \right) = 1,9 \text{ м} \quad (2.6)$$

Приймаємо стрічку шириною $B = 2000$ мм, гумотросову загального призначення, попередньо типу 2РТЛ-3150; міцність 3150 Н/мм і маса $1 \text{ м}^2 m_d = 43 \text{ кг/м}^2$.

Для забезпечення заданої розрахункової продуктивності $Q_{p.m} = 9525 \frac{T}{г}$ при прийнятій ширині стрічки $B=2$ м швидкість стрічки повинна складати

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v_p = \frac{v \cdot B_p^2}{B^2} = \frac{2,5 \cdot 1,9^2}{2^2} = 2,23 \frac{м}{с} \quad (2.7)$$

За нормальним рядом швидкостей маємо швидкості 2 і 2,5 м/с. Залишаємо прийняту швидкість 2,5 м/с, що дає можливість зменшити на 10% заповнення стрічки вантажем при розрахунковій продуктивності. При швидкості 2 м/с лінійне навантаження на стрічку збільшиться на 10%, що недоцільно.

Перевіряємо ширину стрічки по кускуватості вантажу

$$B_k = X_a + 200 = 2,5 \cdot 300 + 200 = 950 \text{ мм} \quad (2.8)$$

Отримали $B_k < B$, отже, приймаємо $B = 2000$ мм.

Вибираємо відстані між роlikоопорами на верхній гілці $l_{p.в} = 1$ м; на нижній $l_{p.н} = 2$ м. За каталогом заводу-виробника маси обертових частин роlikоопор $m_{p.в} = 108$ кг; $m_{p.н} = 53$ кг

Звідси лінійні сили тяжіння, визначені за формулами:

$$q_{p.в} = \frac{9,81 \cdot 108}{1} = 1060 \frac{Н}{м} \quad (2.9)$$

$$q_{p.н} = \frac{9,81 \cdot 53}{2} = 260 \frac{Н}{м} \quad (2.10)$$

$$q_l = 9,81 \cdot 43 \cdot 2 = 860 \frac{Н}{м} \quad (2.11)$$

Лінійну силу тяжіння вантажу, що транспортується, визначаємо за середньою продуктивністю:

$$Q_{p.с} = \frac{Q_c}{TK'_9} = \frac{66000}{14 \cdot 0,68} = 6940 \quad (2.12)$$

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

прийнято: $K_B = 0,9$; $K_T = 0,96$; $K_H = 0,8$; $K_3 = 0,68$

Тоді:

$$q_T = \frac{g Q_{p.c}}{3,6\vartheta} = \frac{9,81 \cdot 6940}{3,6 \cdot 2,5} = 7600 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \quad (2.13)$$

Загальний опір руху стрічки на конвеєрі в зимовий час визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} W &= K_d L_T [(q_r + q_{p.B} + q_L) w_B + (q_L + q_{p.H}) w_H] + q_T H = \\ &= 1,2 \cdot 800 [(7600 + 1060 + 860) 0,042 + (860 + 260) 0,04] + 7600 \cdot 7,5 = \\ &= 484000 \text{ Н} \end{aligned} \quad (2.14)$$

де $K_d = 1,2$; $w_B = 0,042$; $w_H = 0,04$ (для роботи в зимовий час).

При роботі конвеєра в літній час при тих же навантаженнях ($w_B = 0,032$; $w_H = 0,03$) $W = 383000 \text{ Н}$

Визначаємо потужність приводного двигуна для роботи в зимовий час при коефіцієнті запасу $K_3 = 1,15$ и $\eta = 0,8$;

$$N = \frac{K_3 W \vartheta}{1000 \eta} = \frac{1,15 \cdot 484000 \cdot 2,5}{1000 \cdot 0,8} \approx 1700 \text{ кВт} \quad (2.15)$$

в літній час

$$N = \frac{1,15 \cdot 383000 \cdot 2,5}{1000 \cdot 0,8} = 1175 \text{ кВт} \quad (2.16)$$

На конвеєрі встановлюємо двобарабанный привід. Для футерованого барабана при важких виробничих умовах приймаємо коефіцієнт тертя стрічки об поверхню барабана $\mu = 0,25$; загальний кут обхвату $(\alpha_1 + \alpha_2) = 400^\circ$;

Тоді тяговий фактор:

$$T = e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)} = 5,74 \text{ та вираз } \frac{e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)}}{e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)} - 1} = 1,21 \quad (2.17)$$

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подальший розрахунок ведемо для умов роботи конвеєра в зимовий час.

Розрахунковий натяг стрічки

$$S_{нб1} = \frac{K_3 W_e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)}}{(e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)} - 1)} = 1,15 \cdot 484000 \cdot 1,21 = 670000 \text{ Н} \quad (2.18)$$

Розрахунковий коефіцієнт запасу міцності стрічки за формулою при $K_{ст} = 0,9$; $K_T = 1$; $K_p = 0,95$;

$$K' = \frac{K_0}{K_{ст} K_T K_p} = \frac{7}{0,9 \cdot 1 \cdot 0,95} = 8,2 \quad (2.19)$$

Необхідна міцність гумовотросової стрічки

$$S_{рт} = \frac{S_{нб1} \cdot K'}{B} = \frac{670000 \cdot 8,2}{2000} = 2740 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} \quad (2.20)$$

Гумовотросова стрічка типу 2РТЛ-3150 має міцність 3150 Н/мм і максимальний допускається натяг $S_{рт.д} = 380 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}$.

Виконуємо перевірку:

$$\frac{S_{max}}{B} = \frac{S_{нб1}}{B} = \frac{670000}{2000} = 335 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} < [S_{рт.д} = 380] \quad (2.21)$$

Приймаємо діаметри барабанів: приводного $D_6 = 1250$ мм, оборотних перед приводними $D_0 = 1250$ мм, після приводних $D'_0 = 1000$ мм, натяжного $D_H = 1000$ мм.

Коефіцієнт використання міцності стрічки визначаємо за формулою:

$$\Phi_2 = \frac{(e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)} - 1)}{e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)}} = \frac{(5,74 - 1)}{5,74} = 0,83 \quad (2.22)$$

Вибираємо коефіцієнт розподілу навантаження між приводними барабанами $K_\phi = 2$.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для роботи конвеєра в зимовий час знаходимо потужності електродвигунів для приводу першого і другого барабанів:

$$N_1 = \frac{NK_\phi}{K_\phi + 1} = \frac{1700 \cdot 2}{2 + 1} = 567 \text{ кВт} \quad (2.23)$$

З метою уніфікації і використання типових приводних механізмів встановлюємо на першому барабані два однакових приводних механізму з електродвигунами з фазним ротором типу АК312-52-4 потужністю по 630 кВт, частотою обертання $n_n = 1485$ об/хв, а на другому барабані один такий же привід з електродвигуном потужністю 630 кВт.

Визначаємо окружне зусилля на першому і другому барабанах:

$$W_1 = \frac{WK_\phi}{K_\phi + 1} = \frac{484000 \cdot 2}{2 + 1} = 322600 \text{ Н} \quad (2.24)$$

$$W_2 = \frac{W}{K_\phi + 1} = \frac{484000}{2 + 1} = 161300 \text{ Н} \quad (2.25)$$

Обчислюємо натяг стрічки, що збігає з другого барабана:

$$S_{сб2} = \frac{W_2 K_3}{e^{\mu_2 \alpha_2} - 1} = \frac{161300 \cdot 1,15}{1,4} = 133000 \text{ Н} \quad (2.26)$$

Натягіння стрічки, що набігає на другий барабан і збігає з першого барабана, розрахуємо нижче:

$$S_{нб2} = S_{сб1} = S_{сб2} e^{\mu_2 \alpha_2} = 133000 \cdot 2,4 = 320000 \text{ Н} \quad (2.27)$$

де прийнято $\mu_2 = \mu = 0,25$; $\alpha_2 = 200^\circ$; $e^{\mu_2 \alpha_2} = 2,4$.

Знаходимо тяговий фактор для першого приводного барабана:

$$e^{\mu_1 \alpha_1} = \frac{S_{нб1}}{(S_{сб2} e^{\mu_2 \alpha_2})} = \frac{670000}{133000 \cdot 2,4} = 2,1 \quad (2.28)$$

Приймаємо для першого приводного барабана $\mu_1 = 0,25$ и $\alpha_1 = 200^\circ$,

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при цьому $e^{\mu_1\alpha_1}=2,4$ і загальний тяговий фактор $e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)} = 5,74$.

Визначаємо тиск на поверхні першого приводного барабана:

$$p_{\Pi} = \frac{360S_{H61}}{\alpha_1\pi BD_6} \left(\frac{e^{\mu_1\alpha_1}+1}{e^{\mu_1\alpha_1}} \right) = \frac{360 \cdot 670000}{200 \cdot 3,14 \cdot 2000 \cdot 1250} \left(\frac{2,4+1}{2,4} \right) = 0,22 \text{ МПа} \quad (2.29)$$

що цілком допустимо, оскільки $p_{л.д} = 0,35 \text{ МПа}$

Детальний тяговий розрахунок. Для докладного тягового розрахунку всю трасу конвеєра розділяємо на окремі ділянки, починаючи від точки збігу стрічки з другого приводного барабана П2.

$$S_1 = S_{сб2} = \frac{S_{14}K_3}{e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)}} \quad (2.30)$$

Звідси $S_1 e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)} = K_3 S_{14}$.

Після підстановки маємо:

$$5,74S_1 = 1,15(1,24S_1 + 462000) = 1,426S_1 + 530000$$

$$S_1 = S_{сб2} = \frac{530000}{4,314} = 122000 \text{ Н}$$

Порівняння отриманих значень S_{H61} за тяговим розрахунком - 700 кН і за узагальненим розрахунком - 670 кН показує розбіжність + 4,5%. Отже, перевірконого розрахунку стрічки і електродвигунів не потрібно.

Перевіряємо мінімальний натяг стрічки за формулами:

$$S_{Bmin} = K_e(q_r + q_l)l_{p.в} \cdot \cos\beta = 8(7600 + 860) \cdot 1 \cdot 1 = 67700 \text{ Н} \quad (2.31)$$

$$S_{Hmin} = K_e q_l l_{p.н} \cos\beta = 8 \cdot 860 \cdot 2 \cdot 1 = 13760 \text{ Н} \quad (2.32)$$

де $K_e = 8$ и $\cos\beta = 1$.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На конвеєрі мінімальний натяг стрічки $S_{сб2} = 122000$ Н, що значно більше необхідних мінімальних значень; отже, перерахунку натягнень не потрібно.

Аналіз результатів розрахунку в зимовий і літній періоди роботи конвеєра показують, що конвеєр в зимовий час може працювати з двобарабанним приводом і трьома електродвигунами потужністю по 630 кВт, а в літній період з одно барабанним приводом на передньому барабані з двома електродвигунами по 630 кВт і відключеному приводному механізмі другого барабана. У цьому випадку коефіцієнт запасу $K_3 = 1,23$; натяжний пристрій повинен забезпечити натяг стрічки, що збігає з приводного барабана $S_{сб1} = 240$ кН. Можлива також робота з двобарабанним приводом і двома двигунами.

Таблиця 2.1.

Результати тягового розрахунку конвеєра

№ точки	Рівняння	Числові значення (кН) для роботи конвеєра			
		взимку	літом		
1	$S_1 = S_{сб2}$	S_1	S_1		
2	$S_2 = S_1$	S_1	S_1		
3	$S_3 = \zeta S_2$	$1,05S_1$	$1,05S_1$		
4	$S_4 = S_3 + w_{\text{н}}(q_{\text{л}} + q_{\text{р.н}})l_{3-4}$	$1,05S_1+0,224$	$1,05S_1+0,168$		
5	$S_5 = \zeta S_4$	$1,07S_1+0,228$	$1,07S_1+0,171$		
6	$S_6 = S_5 + w_{\text{н}}(q_{\text{л}} + q_{\text{р.н}})l_{5-6}$ $- q_{\text{л}}H$	$1,07S_1+28,5$	$1,07S_1+19,76$		
7	$S_7 = \zeta S_6$	$1,12S_1+30$	$1,12S_1+20,8$		
8	$S_8 = S_7 + w_{\text{в}}(q_{\text{л}} + q_{\text{р.в}})l_{7-8}$	$1,12S_1+30,16$	$1,12S_1+20,92$		
9	$S_9 = S_8 + w_3 = S_8 + w_{3.y} + w_{3.б} + w_{3.п}$ $w_{3.y} = 0,1q_r\Delta y^2$	$1,12S_1+45,46$ 4,5	$1,12S_1+36,2$ 4,5		
		01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.
					34

	$w_{3.6} = f_1 h_6^2 \gamma_B l_L$	10,5	10,5
	$w_{3.П} = f_1 h_6^2 \gamma_B l_L$	0,3	0,3
10	$S_{10} = S_9 + w_B(q_L + q_{p.B} + q_r)l_{8-10} + (q_r + q_L)H$	$1,12S_1 + 419$	$1,12S_1 + 342,7$
11	$S_{11} = \zeta S_{10}$	$1,18S_1 + 440$	$1,18S_1 + 360$
12	$S_{12} = S_{11} + w_H(q_L + q_{p.H})l_{11-12}$	$1,18S_1 + 440,2$	$1,18S_1 + 360,2$
13	$S_{13} = \zeta S_{12}$	$1,24S_1 + 462$	$1,24S_1 + 378$
14	$S_{14} = S_{13} = S_{H61}$	700	575
15	$S_{15} = S_{сб1}$	292	240

Розрахунок додаткових зусиль при пуску конвеєра

За формулою визначаємо максимальний натяг стрічки при пуску конвеєра в зимовий час:

$$S_{\text{пуск}} = S_{H.П} + W_{H.П} + W_{B.П} + \frac{j(2q_L + q_r)(1 + \kappa_H)L}{g} =$$

$$= 146000 + 45000 + 519500 + 123100 = 833600 \text{ Н} \quad (2.33)$$

Прийнято:

$$S_{H.П} = K_{п.с} S_{сб2} = 1,2 \cdot 122000 = 146000 \text{ Н}$$

$$J = 0,15 \text{ м/с}^2$$

$$\kappa_H = 0,08$$

$$w_{B.П} = 1,2 \cdot 0,042 = 0,05$$

$$w_{H.П} = K_d L(q_L + q_{p.H})w_{H.П} - q_L H = 45000 \text{ Н} \quad (2.34)$$

$$w_{B.П} = K_d L(q_r + q_{p.B} + q_L)w_{B.П} + (q_r + q_L)H$$

$$= 1,2 \cdot 800(7600 + 1060 + 860)0,05 + (7600 + 860)7,5 = 519500 \text{ Н} \quad (2.35)$$

Для перевірки правильності вибору стрічки при $K_{оп}=5$ визначаємо

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_n = \frac{K_{оп}}{K_{ст}K_TK_p} = \frac{5}{0,9 \cdot 1 \cdot 0,95} = 6 \quad (2.36)$$

По формулі знаходимо:

$$S_{p.т} = \frac{S_{пуск}K_{п}}{B} = 833600 \frac{6}{2000} = 2500 < [3150] \frac{H}{мм} \quad (2.37)$$

Перевірку обраного значення прискорення при пуску конвеєра виконуємо за формулою:

$$j = B_1 \vartheta \sqrt{\frac{w_{п} \cos \beta + \sin \beta}{L \varepsilon}} = 0,6 \cdot 2,5 \sqrt{\frac{0,05 \cdot 1 + 0}{800 \cdot 0,0025}} = 0,24 \frac{м}{с^2}, \quad (2.38)$$

де $B_1=0,8$; $w_{п} = 0,05$; $\beta = 0$; $\varepsilon = 0,0025$

Прийнято $j = 0,15 < [j] = 0,24$ м/с²

За формулою визначаємо мінімальний час пуску

$$t_{пmin} = \frac{\vartheta}{j} = \frac{2,5}{0,15} = 16,7 \text{ с} \quad (2.39)$$

За формулою знаходимо час пуску за пусковими характеристиками приводних електродвигунів:

$$t_{п.д} = \frac{(GD^2)n_{нг}}{375(M_{п.с} - M_{ст})K_y} = \frac{1233 \cdot 1485 \cdot 9,81}{375(10480 - 8060)0,9} = 22 \text{ с} \quad (2.40)$$

Маховий момент всіх рухомих частин конвеєра

$$\begin{aligned} (GD^2) &= K_k(GD^2)_p + \frac{365v^2\eta}{n_H^2} [(q_r + 2q_l)L_g + (\sum m_{p.в} + \sum m_{p.н} + \sum m_б)] = \\ &= 1,15 \cdot 3 \cdot 143 + \frac{365 \cdot 2,5^2 \cdot 0,8}{1485^2} \left[(7600 + 2 \cdot 860) \cdot \frac{800}{9,81} + (800 \cdot 106 + 400 \cdot 52 + 4 \cdot 3000 + 3 \cdot \right. \\ &\quad \left. 2000) \right] = 1233 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \end{aligned} \quad (2.41)$$

де $K_k = 1,15$; $(GD^2)_p = 143 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ – по каталогу електродвигунів; $K_y = 0,9$ для резино тросової стрічки;

$$M_{п.с} = 1,3M_{ст} = 1,3 \cdot 8060 = 10480 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{\text{ст}} = \frac{WD_6 n_6}{2n_H} = \frac{502600 \cdot 1,25 \cdot 38}{2 \cdot 1485} = 8060 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.42)$$

Загальне окружне зусилля

$$W = \frac{1}{K_3} (S_{H61} - S_{C62}) = \frac{1}{1,15} (700000 - 122000) = 502600 \text{ Н} \quad (2.43)$$

Частота обертання приводного барабана

$$n_6 = \frac{60\vartheta}{\pi D_6} = \frac{60 \cdot 2,5}{3,14 \cdot 1,25} = 38 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (2.44)$$

Умова за формулою $t_{\text{п.д}} \geq t_{\text{пmin}} = 22 \geq 16,7 \text{ с}$ – виконується.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

3.1. Загальні вимоги охорони праці та техніки безпеки

До роботи операторами стрічкового конвеєра допускаються особи старше 18 років, які (пройшли обов'язкові попередні при вступі на роботу) і періодичні (протягом трудової діяльності) медичні огляди, навчання безпечним методам і прийомам виконання робіт, вступний інструктаж з охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці, спеціальне навчання за професією, стажування на робочому місці та перевірку знань вимог охорони праці.

Оператор стрічкового конвеєра повинен знати:

- пристрій, принцип дії, режими роботи, правила управління стрічковим конвеєром, порядок його обслуговування;
- вимоги охорони праці, електробезпеки, виробничої санітарії, пожежної та промислової безпеки при експлуатації стрічкового конвеєра;
- сигнали оповіщення про пожежу, місця розташування протипожежного обладнання та первинних засобів пожежогасіння;
- місце зберігання аптечки першої допомоги постраждалим.

Оператор стрічкового конвеєра повинен:

- застосовувати в процесі роботи обладнання та механізми за призначенням і відповідно до інструкцій заводів-виробників;
- дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку і встановленого режиму праці та відпочинку;

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Музика Н.С.			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Кадикало І.О.									38	60
Реценз.									НУБіП України			
Н. Контр.		Ловейкін В.С.										
Затверд.												

- утримувати у справному стані та чистоті конвеєр, обладнання, інструмент, пристосування, інвентар та засоби індивідуального захисту;
- вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння;
- вміти надавати першу допомогу постраждалим.

Оператору стрічкового конвеєра забороняється:

- працювати поблизу обертових частин обладнання, не огорожених захищеними сітками або кожухами;
- знімати захисні сітки і кожухи до повної зупинки обертових частин обладнання;
- здійснювати самостійно регулювання і ремонт обладнання, що вийшло з ладу;
- торкатися до арматури загального освітлення, до обірваних електропроводів, затискачів (клем) та інших легкодоступних струмоведучих частин обладнання;
- перебувати на роботі в стані алкогольного, наркотичного чи іншого токсичного сп'яніння.

Під час роботи на оператора стрічкового конвеєра можуть впливати наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- рухомі елементи транспортних засобів, обладнання і переміщувані ними вантажі, матеріали, особливо при розміщенні цих засобів і обладнання в тунелях, галереях і в інших обмежених умовах;
- обертові елементи приводних, натяжних, завантажувальних, розвантажувальних вузлів та ін.;
- ураження електричним струмом;
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони і виробничих приміщень;
- недостатня освітленість.

Особливу небезпеку при використанні обладнання безперервної дії представляє контакт з рухомими елементами (зубчастими колесами, шківами, вантажем та ін.) і зони набігання стрічки (у шківів, роликів), захоплення за

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спецодяг, незастебнуту або незаправлену належним чином, а також рукавиці і т.п [24].

Оператор стрічкового конвеєра повинен забезпечуватися необхідними засобами індивідуального захисту відповідно до типових норм.

Спеціальний та особистий одяг, взуття необхідно зберігати в окремих шафах в гардеробній. Виносити спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту за межі виробництва забороняється. Оператор стрічкового конвеєра зобов'язаний стежити за цілісністю виданого йому спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту, а також містити шафку в чистоті і порядку. Спецодяг і спецвзуття слід своєчасно здавати в прання і ремонт.

3.2. Вимога перед початком робіт

Для забезпечення безпеки перед експлуатацією стрічкового конвеєра, оператор повинен одягнути відповідний спецодяг та спецвзуття, акуратно заправивши їх, щоб уникнути будь-яких вільних кінців [7]. Перед активацією конвеєра обов'язково слід провести комплексний огляд, що включає:

- Оцінку стану транспортерної стрічки та її стиків.
- Перевірку готовності звукової та світлової сигналізації.
- Підтвердження справності сигналізуючих датчиків та блокувальних пристроїв.
- Наявність та функціональність системи протипожежного захисту.
- Перевірку надійності роботи механізмів аварійного зупину.
- Контроль правильного натягу стрічки.
- Перевірку наявності та справності всіх роликів.
- Забезпечення наявності захисного заземлення для електрообладнання, броні кабелів та рами конвеєра.
- Перевірку наявності та надійності захисних огорож для приводних, натяжних та кінцевих барабанів.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, перед запуском конвеєра категорично забороняється проведення будь-яких робіт на його шляху.

Оператор стрічкового конвеєра повинен вжити заходів щодо усунення виявлених недоліків, а при неможливості зробити це повідомити безпосередньому керівнику і не включати конвеєри до усунення всіх несправностей.

У разі передачі зміни без зупинки обладнання оператор стрічкового конвеєра, що здає зміну, повинен повідомити оператора стрічкового конвеєра, що приймає зміну, а також безпосередньому керівнику про всі несправності, що мали місце в роботі конвеєрів, що обслуговуються. Зробити запис у журналі прийому-здачі зміни.

3.3. Вимога під час робіт

При виконанні робіт на стрічковому конвеєрі оператор зобов'язаний дотримуватися спеціальних заходів безпеки. Він зобов'язаний працювати у спеціальному спорядженні, яке забезпечує захист від механічних травм, а також використовувати додаткові засоби індивідуального захисту [29].

Оператор зобов'язаний виконувати наступні вимоги:

- бути уважним і виконувати вказівки, отримані за допомогою світлових і звукових сигналів;
- пересуватися лише по встановлених шляхах і переходах;
- здійснювати постійний контроль за роботою приводних станцій, натяжних механізмів і роликкоопор конвеєра;
- перевіряти роботу натяжних барабанів, редукторів живильників і автоматичних пристроїв, встановлених на конвеєрі;
- забезпечувати належну роботу перевантажувальних точок і приймальних агрегатів;
- зберігати робоче місце і навколишнє середовище у чіткому стані.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Початок роботи конвеєра здійснюється диспетчером підприємства після попередження світлового і звукового сигналів. Перед цим він повинен перевірити роботу конвеєра на холостому ході, щоб переконатися, що стрічка рухається правильно та відсутні бічні зміщення.

Роботи з очищення і змащування конвеєра можна виконувати лише після вимкнення електродвигуна і зняття запобіжників, причому на пускових пристроях повинні бути вивішені попереджувальні повідомлення про небезпеку. Відключення від мережі здійснюється тільки у спеціальних діелектричних рукавичках, стоячи на ізолюючому килимку.

Під час роботи конвеєра операторові забороняється виконувати наступні дії:

- змінювати або замінювати підтримуючі та напрямні ролики;
- перебувати на рухомій стрічці або стоячи на рамі конвеєра;
- регулювати рух стрічки або її бортове ущільнення вручну;
- залишати робоче місце без дозволу безпосереднього керівника.

Для запобігання аварійним ситуаціям необхідно забезпечити належний контроль за роботою конвеєра, наприклад, уникнути сходження стрічки з барабанів, завалів, забивання розвантажувальних воронок і жолобів, а також обриву і пробуксовки стрічки.

Під час роботи конвеєра також забороняється виконувати такі дії:

- усувати перекося конвеєрної стрічки шляхом використання металевих прутів або іншої подібної штучності;
- регулювати положення барабанів і роликових опор;
- зберігати горючі рідини, мастильні матеріали і інші подібні речовини біля пускових пристроїв конвеєра;
- застосовувати для редукторів приводів конвеєрів мастильні матеріали, не рекомендовані заводом-виробником;
- працювати при несправних пристроях захисту і екстреної зупинки, а також при наявності завалів матеріалу на стрічці;

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- усувати пробуксовку стрічки шляхом застосування підсипки між стрічкою і барабаном;
- здійснювати змащення підшипників і інших деталей, що труться;
- дозволяти стороннім особам керувати конвеєром.

Під час експлуатації стрічкового конвеєра потрібно виконувати наступні дії: зокрема, необхідно систематично контролювати правильність завантаження конвеєрної стрічки, її рух та стан, а також розташування та роботу щіток і скребків. Якщо порушуються ці умови, конвеєр повинна бути негайно зупинений.

При зупинці конвеєра слід звернути увагу на такі випадки:

- пробуксовування конвеєрної стрічки на приводних барабанах;
- запах гару, диму або полум'я;
- ослаблення натягу конвеєрної стрічки понад допустимий;
- збігання конвеєрної стрічки на роlikоопорах або барабанах до торкання нею нерухомих частин конвеєра та інших предметів;
- несправність захистів, блокувань чи засобів екстреної зупинки конвеєра;
- відсутність або несправність огорожувальних пристроїв;
- несправні болтові з'єднання або незатягнуті болти;
- ненормальний стуці та підвищений рівень шуму в редукторі приводу;
- забивання транспортованим матеріалом перевантажувального вузла;
- відсутність двох і більше роликів на суміжних опорах;
- пошкодження конвеєрної стрічки та її стикового з'єднання, що створюють небезпеку аварії;
- порушення футеровки приводного і притискного барабанів;
- заклинювання барабанів.

При нормальній роботі зупинка стрічкового конвеєра повинна відбуватися після сходження з нього вантажу. Після закінчення роботи конвеєра необхідно виконати такі дії:

- відключити конвеєр від електромережі;

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- очистити конвеєрну стрічку, барабани, завантажувальні та приймальні пристрої від налиплого матеріалу;
- зробити запис у журналі огляду та ремонту конвеєра про виявлені неполадки та заходи щодо їх усунення.

Якщо раптово припиниться подача електроенергії, пускові пристрої електродвигунів і важелі управління стрічкових конвеєрів повинні негайно переводитися в позицію «Стоп».

При роботі з пересувними стрічковими конвеєрами необхідно звернути особливу увагу на огорожу місць можливого защемлення в зоні набігання стрічки на барабан, ролик, шків. Пересувні стрічкові конвеєри повинні бути огорожені поручнями висотою не менше 1,0 м з обшивкою вниз шириною не менше 0,15 м і додатково огорожувальною планкою на висоті 0,5 м від підлоги.

При переміщенні пересувних стрічкових конвеєрів працівники повинні знаходитися ззаду або попереду конвеєра. Робота пересувного стрічкового конвеєра не допускається при несправній ходовій частині, відсутності обмежувального болта на підйомній рамі.

Під час роботи пересувного стрічкового конвеєра з підйомною рамою, яка має підйомний пристрій для зміни кута нахилу, знаходження людей під піднятою рамою не допускається. При роботі конвеєра необхідно забезпечити розміщення електричного кабелю таким чином, щоб виключалися випадки наїзду на нього транспортних засобів.

Для запобігання випадання важких вантажів або здування легких сипучих вантажів зі стрічки пересувного стрічкового конвеєра рекомендується встановлювати бічні обмежувальні щитки висотою не менше 200 мм.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 4

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вступ та характеристика технічного середовища

Сучасний агропромисловий комплекс (АПК) України потребує високоефективних та безперебійних логістичних рішень для переміщення колосальних обсягів сировини та готової продукції. У цьому дослідженні розглядається проєкт магістрального стрічкового конвеєра, початково спроектованого для важких гірничих умов, але адаптованого для транспортування сільськогосподарських вантажів (наприклад, зернових культур, пелетованих кормів чи гранульованих добрив).

Незважаючи на те, що первісна розрахункова модель передбачала транспортування залізної руди, специфіка продукції АПК вносить свої корективи. Аграрні вантажі мають значно меншу насипну щільність, тому для досягнення планової середньої масової продуктивності у 66 000 тонн на добу та максимальної пропускної здатності завантажувального пристрою у 100 000 тонн на добу система повинна переміщувати величезні об'єми матеріалу.

Згідно з інженерними розрахунками, для забезпечення такого вантажопотоку прийнято рішення про встановлення гумовотросової стрічки загального призначення типу 2РТЛ-3150 (міцність — 3150 Н/мм, маса — 43 кг/м²) із шириною полотна 2000 мм. Для мінімізації пошкодження сільськогосподарської продукції (уникнення надмірного подрібнення) та збалансування лінійного навантаження, швидкість руху стрічки зафіксована 0,96, а коефіцієнт використання за робочим часом — 0,85–0,9.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ										
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ				Літ.		Арк.	Аркушів			
Розроб.		Музика Н.С.									45	60			
Перевір.		Кадикало І.О.													
Реценз.															
Н. Контр.		Ловейкін В.С.													
Затверд.															
					НУБіП України										

4.2 Огляд нормативно-технічної літератури та бази проектування

Проектування промислових конвеєрних систем такого масштабу вимагає суворого спирання на чинну нормативну базу та науково-технічну літературу. У даному розділі, замість формування традиційного списку джерел у кінці документа, ми інтегруємо огляд літератури безпосередньо в аналітичний контекст.

Фундаментальні вимоги до проектування стрічкових стаціонарних конвеєрів, їх надійності, стійкості до зовнішніх впливів та безпеки регламентуються Державним стандартом України ДСТУ 2676-94. Термінологічний апарат та класифікаційні норми відповідають положенням ДСТУ 3591-97. Враховуючи, що рушійною силою системи є потужний електропривід на 1700 кВт, його інтеграція, методи аналізу та вимоги до енергозбереження спираються на ДСТУ 4308:2004, який визначає загальні технічні вимоги до систем електропривода стрічкових конвеєрів.

Для тягових розрахунків, визначення опору руху стрічки в зимовий час, обчислення додаткових зусиль при пуску та вибору махових моментів рухомих частин застосовано класичні методики, описані в довідниках з проектування транспортуючих машин під редакцією О.А. Кукібного та В.В. Длоугого. Крім того, оскільки цільовим вантажем є продукція АПК, особлива увага приділяється галузевим настановам щодо охорони праці та пожежної безпеки під час переробки та транспортування зерна. Згідно з цими нормами, для запобігання загорянню зернового пилу, система передбачає наявність спеціалізованих аспіраційних укриттів та вимагає використання обладнання з відповідним ступенем іскрозахисту.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Економічне обґрунтування та оцінка капітальних інвестицій

Впровадження потужної конвеєрної магістралі вимагає значних первинних фінансових вливань, однак їх доцільність виправдовується економією на альтернативних видах логістики. Капітальні інвестиції (CAPEX) у розробку проєктної документації, закупівлю металоконструкцій естакад, гумовотросової стрічки 2РТЛ-3150, роликоопор та головного силового агрегату (електродвигуна на 1700 кВт з частотним регулюванням) оцінюються на рівні 308 000 000 гривень.

На стабільність реалізації інвестиційної фази у 2026 році позитивно впливає відносно прогнозована макроекономічна ситуація в Україні. Національний банк України здійснює інтервенції для згладжування коливань валютного курсу, підтримуючи його в межах 43,80–45,20 гривень за долар США. Це дозволяє з високою точністю прогнозувати витрати на імпорتنу складову обладнання (наприклад, редуктори, підшипникові вузли та електроніку).

4.4 Операційні витрати у реаліях 2026 року

Енергетична складова є найвагомішою статтею витрат. Конвеєр працює 4270 годин на рік (305 днів по 14 годин). Електродвигун має потужність 1700 кВт. Приймаючи середній коефіцієнт навантаження на рівні 0,8, річне споживання електроенергії складатиме приблизно 5,8 мільйонів кВт·год. Згідно з даними енергетичного ринку України станом на 2026 рік, кінцева комерційна вартість електроенергії для промислових підприємств (з урахуванням тарифів на передачу, розподіл та ПДВ) становить близько 8,40–8,60 грн за 1 кВт·год. Таким чином, річні витрати на електроенергію наблизатимуться до 48,7 мільйонів гривень.

Витрати на оплату праці формуються на основі штатного розпису обслуговуючого персоналу (оператори, механіки, електрики). Станом на

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

середину 2026 року середня заробітна плата у секторі сільського господарства та агробізнесу становить 28 700 гривень на місяць. З урахуванням податкового навантаження на фонд оплати праці, утримання бригади фахівців потребуватиме близько 4,2 мільйонів гривень на рік.

Разом із витратами на мастильні матеріали, планову заміну роликів, поточний ремонт гумовотросової стрічки та амортизацію допоміжного обладнання (орієнтовно 17 мільйонів гривень), загальні операційні витрати конвеєрної системи складуть близько 69 885 200 гривень щорічно.

4.5 Аналіз альтернативної вартості автомобільної логістики

Економічна вигода від будівництва конвеєра найбільш яскраво розкривається при порівнянні з альтернативним методом транспортування — використанням вантажних автомобілів (зерновозів). Планова середня продуктивність системи становить 66 000 тонн на добу. Щоб перемістити такий обсяг продукції АПК автотранспортом, знадобиться здійснити 2200 рейсів стандартних 30-тонних зерновозів щодня.

Станом на 2026 рік логістичний ринок України демонструє високі тарифи на перевезення сипучих аграрних вантажів. Вартість послуг 30-тонного зерновоза коливається в межах 32–42 грн за кожен кілометр пробігу, а на коротких дистанціях тарифи можуть формуватися фіксовано на рівні 700–1600 грн за тонну. Навіть за умов мінімального логістичного плеча (переміщення вантажу в межах великого агропромислового вузла) загальні річні витрати на транспортування понад 20 мільйонів тонн продукції автомобільним транспортом перевищили б 905 850 000 гривень.

Різниця між колосальними витратами на автотранспорт (понад 905 млн грн) та операційними витратами конвеєра (~70 млн грн) формує щорічну економію у розмірі понад 835 мільйонів гривень. Саме ця економія є фінансовим рушієм інвестиційного проєкту.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

4.6 Фінансово-економічна оцінка та показники рентабельності

Для об'єктивного розрахунку рентабельності проєкту застосовано метод дисконтованих грошових потоків (DCF). Ставка дисконтування прийнята на рівні 15%, що повністю відповідає обліковій ставці Національного банку України, зафіксованій у 2026 році для стримування інфляційних процесів та забезпечення макрофінансової стабільності. Термін корисної експлуатації проєкту для цілей фінансового моделювання прийнято рівним 10 рокам.

Фінансове моделювання враховує лінійну амортизацію капітальних інвестицій (30,8 млн грн на рік) та ставку податку на прибуток корпорацій у розмірі 18%. Відповідно, оподатковуваний прибуток (заощадження мінус амортизація) складає близько 805,1 млн грн, а податкові зобов'язання — майже 145 млн грн на рік. У результаті чистий грошовий потік, який проєкт генерує щороку, дорівнює 691 мільйону гривень.

Таблиця 4.1 Фінансово-економічні показники

Фінансово-економічний показник	Розрахункове значення	Економічна інтерпретація
Капітальні інвестиції	308 000 000 грн	Загальна вартість обладнання, будівництва та пусконаладження системи.
Чистий грошовий потік	691 035 136 грн / рік	Річний вільний залишок коштів після сплати податків та покриття
Чиста зведена вартість	3 160 145 459 грн	Дисконтована вартість усіх майбутніх грошових потоків за мінусом інвестицій.
Внутрішня норма дохідності	224,36%	Показник, що свідчить про надзвичайну стійкість проєкту до можливих економічних криз.
Індекс прибутковості	11,26	Кожна інвестована гривня генерує 11,26 гривень доданої вартості за 10 років.
Простий термін окупності	~5,4 місяців	Період, за який накопичений грошовий потік повністю покриває початкові інвестиції.

Розрахунковий індекс прибутковості на рівні 11,26 та екстремально висока внутрішня норма дохідності у 224,36% свідчать про беззаперечну економічну перевагу стаціонарного конвеєрного транспорту над автомобільною логістикою для великих вантажопотоків. Окупність капітальних інвестицій настає менш ніж за півроку (0,446 року), що робить цей проєкт надзвичайно привабливим інвестиційним активом для будь-якого великого підприємства АПК.

Аналіз технічних характеристик та економічних показників проєктування магістрального стрічкового конвеєра підтверджує його абсолютну доцільність. Встановлення гумовотросової стрічки шириною 2000 мм та використання потужного електродвигуна на 1700 кВт гарантує переміщення до 100 000 тонн сільськогосподарської продукції на добу, дотримуючись усіх вимог ДСТУ щодо швидкості (2,5 м/с) та безпеки.

З фінансової точки зору, проєкт є каталізатором оптимізації логістичних процесів. Відмова від використання тисяч рейсів зерновозів щодня дозволяє підприємству генерувати чистий грошовий потік у понад 690 мільйонів гривень щороку. Навіть із врахуванням високих тарифів на електроенергію (8,4 грн/кВт·год) та жорсткої монетарної політики НБУ (облікова ставка 15%), чиста зведена вартість проєкту перевищує 3,1 мільярда гривень за 10 років.

Крім того, перехід на конвеєрний транспорт суттєво знижує залежність підприємства від дефіциту водіїв на ринку праці та коливань цін на дизельне паливо, одночасно мінімізуючи викиди парникових газів у навколишнє середовище. На підставі отриманих результатів, впровадження даного конвеєра є безальтернативним стратегічним рішенням для оптимізації внутрішньої логістики великого агропромислового комплексу.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Результати огляду конструкцій та елементів стрічкових конвеєрів показали, що основними складовими частинами таких систем є каркас, стрічка, ролики, привідні та натяжні барабани, а також натяжні пристрої. Каркас виконує функцію підтримки та надання міцності, тоді як стрічка є основним робочим елементом, який безпосередньо контактує з вантажем. Ролики забезпечують підтримку і зменшують тертя стрічки під час руху. Привідні барабани передають силу руху, а натяжні пристрої компенсують розтягнення стрічки, забезпечуючи постійний натяг і стабільність роботи конвеєра.

Призначення і сфери використання стрічкових конвеєрів для транспортування вантажів

Стрічкові конвеєри є незамінними у багатьох галузях промисловості, включаючи сільське господарство, гірничодобувну, будівельну, харчову та інші галузі. Вони забезпечують ефективне та безперервне транспортування матеріалів, таких як зерно, руда, вугілля, цемент та інші. У сільському господарстві стрічкові конвеєри використовуються для транспортування різних матеріалів, що дозволяє значно зменшити витрати на ручну працю і підвищити продуктивність.

Розрахунки параметрів стрічкового конвеєра включали визначення оптимальної ширини стрічки, швидкості руху, продуктивності, необхідної потужності приводу, а також розподілених навантажень на елементи конструкції. Ці розрахунки дозволили забезпечити відповідність конструкції вимогам експлуатації та гарантувати стабільну і безпечну роботу конвеєра під час транспортування сипких матеріалів.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ						
ЗМН.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Музика Н.С.									
Перевір.		Кадикало І.О.								51	60
Реценз.								НУБіП України			
Н. Контр.		Ловейкін В.С.									
Затверд.											

Силові розрахунки були спрямовані на визначення навантажень, які виникають під час роботи стрічкового конвеєра. Вони включали розрахунок зусиль, що діють на привідні та натяжні барабани, ролики та інші елементи конструкції. Це дозволило забезпечити достатню міцність та стійкість конвеєра до навантажень, що виникають під час транспортування вантажів.

Важливою частиною роботи є забезпечення техніки безпеки при експлуатації стрічкових конвеєрів. Загальні вимоги включають регулярну перевірку стану обладнання, своєчасне технічне обслуговування, дотримання правил експлуатації та безпеки, навчання персоналу. Також важливо мати інструкції щодо дій у випадку аварійних ситуацій, які забезпечують швидку і ефективну реакцію на будь-які непередбачувані події.

Розрахунки техніко-економічної ефективності показали, що застосування стрічкових конвеєрів дозволяє значно зменшити витрати на транспортування матеріалів у порівнянні з традиційними методами. Економічні показники включають початкові витрати на встановлення обладнання, експлуатаційні витрати, витрати на технічне обслуговування, амортизаційні витрати та інші. Оптимізація цих показників дозволяє досягти високої ефективності і прибутковості використання стрічкових конвеєрів у різних галузях промисловості.

В результаті проведеного аналізу та розрахунків були визначені конструктивні рішення для стрічкових конвеєрів, що забезпечують високу надійність, ефективність і безпеку експлуатації. Техніко-економічні розрахунки підтвердили економічну доцільність використання стрічкових конвеєрів для транспортування матеріалів, що сприяє підвищенню продуктивності та зниженню витрат. Забезпечення дотримання техніки безпеки та регулярне технічне обслуговування гарантують довговічність та безаварійну роботу обладнання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стрічковий конвеєр [Електронне джерело] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Стрічковий_конвеєр (дата звернення: 20.12.2025)
2. Порівняльна характеристика видів транспорту [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://helpiks.org/7-64436.html> (дата звернення: 20.12.2025)
3. Конструкція стрічкового конвеєру [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/12037924/page:2/> (дата звернення: 22.12.2025)
4. Типи стрічкових конвеєрів [Електронне джерело] – Режим доступу: https://studopedia.su/8_56837_konstruktsiya-i-osnovni-vuzli-strichkovih-konveieriv.html (дата звернення: 23.12.2025)
5. Транспортні машини та комплекси [Електронне джерело] – Режим доступу: http://ea.donntu.ru:8080/bitstream/123456789/5574/1/%D0%9F%D1%83%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2_%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D0%B9%D0%B5%D1%80%D1%8B%20%D0%B8%20%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B_%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0.pdf (дата звернення: 23.12.2025)
6. Стрічкові транспортери [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://ppt-online.org/119946> (дата звернення: 23.12.2025)
7. Вимоги безпеки на конвеєрному транспорті [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://oppb.com.ua/news/vymogy-bezpeky-na-konveyernomu-transporti> (дата звернення: 01.03.2026)

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Музика Н.С.			СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кадикало І.О.							53	60
Реценз.								НУБіП України		
Н. Контр.		Ловейкін В.С.								
Затверд.										

8. Стрічковий конвеєр – різновиди, особливості [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://kapelou.com/blog/intralogistika/strichkovij-konveier-riznovidi-osoblivosti> (дата звернення: 25.12.2025)
9. Діагностика технічного стану основних вузлів стрічкового конвеєра [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-tehnichnogo-stanu-osnovnih-vuzliv-strichkovogo-konveera> (дата звернення: 25.12.2025)
10. Стрічковий конвеєр: для чого він потрібен і як вибрати? [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://ssk.ua/ua/blog/lentochnyj-konvejer-dlya-chego-nuzhen-i-kak-vybrat-512> (дата звернення: 25.12.2025)
11. Стрічковий транспортер [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://fadeevagro.com/products/lentochnyj-transporter/> (дата звернення: 23.12.2025)
12. Види стрічкових конвеєрів і їх застосування [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://mmr.net.ua/all/29777> (дата звернення: 22.12.2025)
13. Стрічкові конвеєри [Електронне джерело] – Режим доступу: https://velesagro.com/products/elevator_equipment/279/ (дата звернення: 25.12.2025)
14. Горизонтальний стрічковий конвеєр [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://diason.ua/produkcija/gorizontalnij-strichkovij-konveier/> (дата звернення: 25.12.2025)
15. Як правильно стикувати конвеєрні стрічки [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://konvejer.com/kak-pravilno-styikovat-konvejernuyu-lentu> (дата звернення: 25.12.2025)
16. Стрічкові конвеєри КСГ [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://kmzindustries.ua/product/lentochnye-konveyery-ksg> (дата звернення: 25.12.2025)
17. Стрічкові конвеєри для зерна [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://new-elevator.com.ua/blog/strichkovi-konveyery-dlya-zerna/> (дата звернення: 25.12.2025)

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18. Стрічковий конвеєр [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://www.b2b-agro.com/zernoochyshhennya-ta-obrobka-posivnogo-materialu/ustatkuvannya-dlya-transportuvannya-zerna/strichkovyj-konveyer/> (дата звернення: 25.12.2025)
19. Стрічкові конвеєри: особливості та переваги [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://nua.in.ua/zhurnaly/biznes-i-finansy/business-news/strichkovi-konveyeri-osoblivosti-ta-perhevagi/> (дата звернення: 25.12.2025)
20. Стрічкові конвеєри [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://neagent.org.ua/statti/lentochnye-konveyery/> (дата звернення: 25.12.2025)
21. Динаміка вмонтованого гідроприводу конвеєрів мобільних машин: *монографія*. Л.К.Поліщук. Вінниця: ВНТУ, 2018. 240 с.
22. Підйомно-транспортні машини: підручник. Ю.Г. Козуб, С.В. Маслійов. Старобільськ: ЛНУ ім. Тараса Шевченка, 2018. 277 с.
23. Ромасевич Ю.О. Аналіз перехідних режимів руху стрічкових. *Hebezeuge und Fördermittel*, №1 (57), 2018. С. 62–68.
24. Динаміка й оптимізація машин: *монографія*. В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, Р.А. Кульпін. К.: Компринт, 2018.
25. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Кульпін Р.А. Оптимізація режиму пуску стрічкового конвеєра за комплексним критерієм. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. 2019. № 2. [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://technicalscience.com.ua/en/article/read/optimizatsiya-ryezhimu-pusku-strichkovogo-konveyera-za-komplyeksnim-krityeriyem> (дата звернення: 31.01.2026)
26. Ромасевич Ю.О., Кульпін Р.А. Математична модель руху стрічкового конвеєра з частотно-керованим приводом при пуску. *Техніка і енергетика АПК*. 2022. [Електронне джерело] – Режим доступу: [https://scireports.com.ua/web/uploads/pdf/SR_11_18\(4\)_2022_Romasevych.pdf](https://scireports.com.ua/web/uploads/pdf/SR_11_18(4)_2022_Romasevych.pdf) (дата звернення: 31.01.2026)

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. Белицький П.В. Зменшення амплітуди навантажень на привод стрічкового конвеєра при пуску. *Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Електротехніка і енергетика»*. 2023. № 1. С. 26–30.
28. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації об'єктів циклічно-поточної технології відкритих гірничих робіт: Наказ; Мінсоцполітики України від 22.09.2017 № 1524 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1275-17> (дата звернення: 01.03.2026)
29. Козловський О.В. Методика розрахунку техніко-економічної ефективності застосування трубчастого стрічкового конвеєра зі змінною довжиною. *Збірник наукових праць ДонНАБА*. 2017. № 1(6). С. 92–99.
30. Підйомно-транспортні машини (системи): конспект лекцій: у 2-х ч. –Ч.2. В.О. Воляннюк, Д.О. Міщук. Київ: КНУБА, 2020. 172 с.
31. Кабаков А. М. Методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань з дисциплін «Підйомно-транспортні машини» і «Механізація навантажувально-розвантажувальних і транспортно-складських робіт» на тему: «Розрахунок стрічкового конвеєра». Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2014. 30 с.
32. Григоров О. В. Розрахунок стрічкового конвеєра: методичні вказівки до курсового проектування. Харків: НТУ «ХПІ», 2010. 48 с.
33. Коруняк П., Баранович С., Вечерік-Дриженко В., Оліфер О. Підвищення ефективності використання стрічкових конвеєрів. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія «Агроінженерні дослідження»*, 2023. №24. С. 33–38.
34. Підйомно-транспортні машини: навч. Посібник. Жигулін О. А., Махмудов І. І., Жигуліна Н. О. Ніжин, 2020. 150 с.
35. Малащенко В. О., Стрілець В. М., Новіцький Я. М., Стрілець О. Р. Деталі машин і підйомно-транспортне обладнання. 2-ге видання. Навч. посібник. Львів: «Новий Світ-2000», 2020. 347 с.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

36. Вимоги безпеки під час переробки та зберігання зерна [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://ohoronapraci.com.ua/articles/67355-vymohy-bezpeky-pid-chas-pererobky-ta-zberihannya-zerna> (дата звернення: 23.04.2026)
37. ХДНБ ім. В. Г. Короленка [Електронне джерело] – Режим доступу: http://webirbis.korolenko.kharkov.com/cgi-bin/cgiirbis_64.exe?LNG=en&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&S21STR=621.867.2:001.4 (дата звернення: 23.04.2026)
38. ДСТУ 4308:2004 Конвейеры ленточные. Системы электропривода. Общие технические требования [Електронне джерело] – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=83974 (дата звернення: 23.04.2026)
39. Стрічковий конвеєр [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://www.slideshare.net/slideshow/ss-70848591/70848591> (дата звернення: 23.04.2026)
40. Тема 1. Машины непрерывного транспорта [Електронне джерело] – Режим доступу:
<http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/ptm/metzab2021/Конспект%20лекцій.pdf> (дата звернення: 23.04.2026)
41. Курс долара у червні: експерт назвав точні цифри та оцінив ризики девальвації [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://thepage.ua/ua/news/kurs-dolara-u-cherвні-ekspert-nazvav-tochni-cifri-ta-ociniv-riziki-devalvaciyi> (дата звернення: 23.04.2026)
42. Яким буде курс долара та ціни у 2025–2026 роках. Прогноз дев'яти аналітиків [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://forbes.ua/money/vazhkiy-2026-y-obstrili-ta-nevrozhai-pogirshili-ekonomichni-perspektivi-ukraini-u-nastupni-pivtora-roku-prognoz-devyati-analitichnikh-tsentriv-28072025-31586> (дата звернення: 23.04.2026)
43. Ціна електроенергії для промисловості 8,4 грн/кВт [Електронне джерело]

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

- Режим доступу: <https://ukravtonomgaz.ua/blog/cina-elektroenergii-dlya-promislovosti-84-grnkvt> (дата звернення: 23.04.2026) Середня зарплата в категорії «Сільське господарство, агробізнес» [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://www.work.ua/salary-agriculture/> (дата звернення: 23.04.2026)
44. Перевезення зернових [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://ukrautologistic.com.ua/perevezennya-zernovih-ta-sipkih/> (дата звернення: 23.04.2026)
45. Тарифи на вантажоперевезення по Україні в 2026 році [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://cargopro.com.ua/news/taryfy-vantazhoperevezen-ukraina-2026> (дата звернення: 23.04.2026)
46. Облікова ставка НБУ [2026] [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://index.minfin.com.ua/ua/banks/nbu/refinance/> (дата звернення: 23.04.2026)
47. Облікова ставка Національного банку [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://bank.gov.ua/ua/monetary/archive-rish> (дата звернення: 23.04.2026)
48. Облікова ставка НБУ 2026: актуальний розмір і прогноз [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://buhplatforma.com.ua/article/7451-oblkova-stavka-nbu> (дата звернення: 23.04.2026)
49. Національний банк України зберіг облікову ставку на рівні 15 % [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/natsionalniy-bank-ukrayini-zberig-oblikovu-stavku-na-rivni-15-22761> (дата звернення: 23.04.2026)
50. Облікові ставки НБУ актуальні станом на 2026 рік [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://calculator.in.ua/rates-nbu> (дата звернення: 23.04.2026)
51. ДСТУ EN 620:2022. Підйимально-транспортувальне устаткування та системи неперервної дії. Конвеєри стрічкові стаціонарні для сипких матеріалів. Вимоги щодо безпеки [Електронне джерело] – Режим доступу:

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=99568 (дата звернення: 05.04.2026).

52. НПАОП 0.00-1.75-15. Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/RE26569> (дата звернення: 08.04.2026).
53. НПАОП 0.00-1.24-10. Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом [Електронне джерело] – Режим доступу: <http://ukrstone.org/files/NPAOP/0.00-1.24-10.pdf> (дата звернення: 11.04.2026).
54. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник. – 2-ге вид. – Львів : Афіша, 2014. – 320 с.
55. Поліщук О. С. Транспортувальні машини неперервної дії : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 155 с.
56. ASME B20.1-2024. Safety Standard for Conveyors and Related Equipment [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/b20-1-safety-standard-conveyors-related-equipment> (дата звернення: 15.04.2026).
57. OSHA 29 CFR 1910.212. General Requirements for All Machines [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.212> (дата звернення: 18.04.2026).
58. MSHA 30 CFR 56.14107. Moving Machine Parts [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://www.ecfr.gov/current/title-30/subpart-M> (дата звернення: 21.04.2026).
59. Swinderman R. T., Marti A. D., Marshall D. Foundations for Conveyor Safety: The Global Best Practices Resource for Safer Bulk Material Handling. – 1st ed. – Bloomington : Martin Engineering, 2016. – 496 p.

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ДОДАТКИ

					01.09 – КР. 1044 “С” 2026.04.15. 043 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		