

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка

до комплексного бакалаврського кваліфікаційного проєкту на тему:

«ЛІНІЯ ДЛЯ СЕПАРУВАННЯ СИПУЧИХ
МАТЕРІАЛІВ. Ч 2. РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ»

08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 1ГМ-216
зі спеціальності 133

«Галузеве машинобудування»

(шифр і назва напрямку підготовки)

Совик Д. Е

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц., асистент, каф. ГМ

Поліщук О. В.

(прізвище та ініціали)

«6» червня 2025 р.

Рецензент: д.т.н., професор, каф. АТМ

Кашканов А. А.

(прізвище та ініціали)

«11» червня 2025 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри ГМ

д.т.н., професор Поліщук Л.К.

«10» червня 2025 р.

Вінниця ВНТУ-2025 р

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

Поліщук Л.К.

«15» березня 2025 р

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

здобувачу гр. 1ГМ-216 Совику Д. Е.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема бакалаврського кваліфікаційного проєкту: Лінія для сепарування сипучих матеріалів. Ч 2. Розробка транспортної системи

керівник бакалаврського кваліфікаційного проєкту Поліщук О. В., к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «10» 03 2025 року № 97

студентом бакалаврського кваліфікаційного проєкту

10 червня

3. Вихідні дані до бакалаврського кваліфікаційного проєкту 1) Тип виробництва: виробництво будівельних матеріалів; 2) Вимоги до конструкції: середня вага матеріалу на конвеєрі 200 кг; продуктивність роботи 15 т/год; 4) транспортований матеріал – пісок, подрібнений граніт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Вступ; 2) Огляд методів та обладнання для сепарування та транспортування будівельних матеріалів; 3) Висновки з теоретичного огляду; 4) Розробка конструкції стрічкових конвеєрів – список конструкції та принципу роботи пристроїв; 5) Розрахунки необхідних параметрів для проектування конструкції стрічкових конвеєрів; 6) Аналіз санітарних умов праці в приміщенні, в якому буде здійснюється розробка обладнання.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1) Принципові та конструктивні схеми відомих обладнання для сепарування та транспортування сипучих будівельних матеріалів; 2) 3D моделі приймального та відвального конвеєрів; 3) Складальні креслення приймального та відвального конвеєрів.

6. Консультанти розділів бакалаврського кваліфікаційного проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технічний розділ (основна частина)	Поліщук Олександр Васильович	14.03.2025	19.06.2025
Охорона праці, безпека життєдіяльності	Поліщук Олександр Васильович	14.03.2025	19.06.2025

7. Дата видачі завдання 14.03.25 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврського кваліфікаційного проекту	Строк виконання етапів бакалаврського кваліфікаційного проекту		Примітка
1	Огляд методів та обладнання для сепарування та транспортування будівельних матеріалів	5.05.2025	20.05.2025	Бук.
2	Розробка конструктивної схеми приймального та відвального конвеєрів	05.05.2025	20.05.2025	Бук.
3	Розрахунок геометричних та силових параметрів приймального та відвального конвеєрів	24.05.2025	2.06.2025	Бук.
4	Розробка 3D моделей та складальних креслень приймального та відвального конвеєрів	27.05.2025	06.06.2025	Бук.
5	Аналіз санітарних умов праці в приміщенні, в якому буде здійснюватиметься розробка обладнання	05.05.2025	20.05.2025	Бук.
6	Оформлення текстової та графічної частини проекту	05.05.2025	20.05.2025	Бук.
7	Перевірка на плагіат	6.06.2025	9.06.2025	Бук.
8	Нормоконтроль БКП	10.06.2025	10.06.2025	Бук.
9	Попередній захист БКП	10.06.2025		Бук.
10	Рецензування БКП	11.06.2025	16.06.2025	Бук.
11	Захист БКП	За графіком кафедри		Бук.

Здобувач

(підпис)

Совик Д. Е.
(прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврської дипломної роботи

(підпис)

Поліщук О. В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврський кваліфікаційний проєкт складається з 56 сторінок тексту, на яких є 25 рисунків, 10 таблиць, список використаних джерел містить 37 найменування.

У роботі розроблено та розглянуто конструкцію, принцип дії та особливості експлуатації приймального та відвального стрічкових конвеєрів для транспортування фракціонованих сипучих будівельних матеріалів. Наведено огляд основних методів і обладнання для сепарації матеріалів за фракціями, обґрунтовано вибір стрічкових конвеєрів як найбільш ефективного засобу транспортування у будівництві. Детально описано конструктивні елементи конвеєрів: шестишарову гумотканинну стрічку, просторові та прямокутні рами, приводну станцію, гвинтовий натяжний пристрій, роликові опори, приймальний бункер, розвантажувальний пристрій, опори та типові з'єднання. В роботі наведено алгоритми розрахунку основних вузлів, розкрито особливості монтажу, обслуговування й безпечної експлуатації обладнання. Розроблені креслення згідно яких можливе виготовлення розробленої конструкції

Ключові слова: стрічковий конвеєр, сепарація, фракціонування, конструкція, мобільність

ABSTRACTS.

The bachelor's qualification project consists of 56 pages of text, which includes 25 figures, 10 tables, and a list of references containing 37 titles.

The work develops and considers the design, principle of operation and peculiarities of operation of the intake and discharge belt conveyors for transportation of fractionated bulk construction materials. An overview of the main methods and equipment for separating materials by fractions is given, and the choice of belt conveyors as the most efficient means of transportation in construction is substantiated. The paper describes in detail the structural elements of conveyors: a six-layer rubber fabric belt, spatial and rectangular frames, a drive station, a screw tensioner, roller bearings, a receiving hopper, an unloading device, supports, and typical connections. The paper presents algorithms for calculating the main components, describes the peculiarities of installation, maintenance and safe operation of the equipment. Drawings have been developed according to which it is possible to manufacture the developed design

Keywords: belt conveyor, separation, fractionation, design, mobility

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СЕПАРУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ.....	5
1.1 Методи розділення сипучих будівельних матеріалів на фракції....	5
1.2 Обладнання для сепарування сипучих матеріалів.....	6
1.3 Обладнання для транспортування сепарованих сипучих матеріалів.....	14
2 ОБГРУНТУВАННЯ ТА ОПИС КОНСТРУКЦІЇ.....	17
2.1 Загальна конструкція.....	17
2.2 З'єднання у конструкції стрічкових конвеєрів.....	23
2.3 Принцип дії конвеєрів.....	24
2.4 Особливості експлуатації конвеєрів.....	25
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	27
3.1 Розрахунок стрічкового конвеєра.....	27
3.2 Кінематичний розрахунок приводу конвеєра.....	39
3.3 Розрахунок клинопасової передачі.....	40
3.4 Розрахунок підшипників ведучого барабана.....	44
3.5 Розрахунок шпонкового з'єднання.....	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	47
4.1 Аналіз умов праці.....	47
4.2 Організаційно – технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи.....	48
4.3 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	49
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
ДОДАТКИ.....	60
ДОДАТОК А. Технічне завдання.....	61
ДОДАТОК Б. Ілюстративна частина.....	66
ДОДАТОК В. Специфікації.....	77
ДОДАТОК Г. Протокол перевірки на плагіат.....	82

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Совик Д.Е.				ЛІНІЯ ДЛЯ СЕПАРУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ. Ч 2. РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевірів	Поліщук О.В..						2	83
Реценз.						ВНТУ, зр. ГМ-216		
Н. Контр.	Слабкий А. В.							
Затв.	Поліщук Л.К							

ВСТУП

Розділення сипучих будівельних матеріалів на фракції за розміром є важливим технологічним процесом, який має численні практичні застосування та переваги в різних галузях промисловості, особливо в будівництві.

Це дозволяє отримати однорідний за розміром матеріал, що забезпечує стабільні властивості кінцевого продукту. Для будівельних матеріалів це особливо важливо, оскільки розмір частинок безпосередньо впливає на міцність, щільність та інші фізико-механічні характеристики виробів[1,2].

Використання матеріалів певної фракції дозволяє оптимізувати технологічні процеси виробництва, оскільки це, зокрема, забезпечує зменшення енергоспоживання при подальшій обробці, дозволяє підвищити продуктивність обладнання та забезпечує зниження зносу робочих органів машин[3].

Широке практичне застосування фракціонування знайшло в будівництві. Для виготовлення бетону та будівельних розчинів необхідні заповнювачі певних фракцій. Правильний підбір фракційного складу забезпечує оптимальну щільність укладання, що впливає на міцність, морозостійкість та інші властивості. У дорожньому будівництві використовуються різні фракції щебеню для різних шарів дорожнього покриття. Кожен шар вимагає матеріалу певної крупності для забезпечення необхідних експлуатаційних характеристик. При виробництві сухих будівельних сумішей фракційний склад компонентів суворо контролюється, оскільки він безпосередньо впливає на властивості готового продукту – від розтікання до міцності [4,5].

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	3
		№ докум.	Підпис			

1 ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СЕПАРУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

1.1 Методи розділення сипучих будівельних матеріалів на фракції

Для фракціонування сипучих матеріалів використовуються такі основні методи:

1. Грохочення або просіювання передбачає поділ матеріалу на фракції за допомогою сит з різними розмірами отворів. Для цього використовуються такі види грохотів:

– Вібраційні – сита, що коливаються з високою частотою. Як правило, використовуються для дрібних матеріалів.

– Барабанні або обертові – це сито у формі барабана, що обертається, просіваючи матеріал.

– Декові (натяжні з сітками) – рідше використовуються для щебеню, частіше для піску або вугілля.

2. Повітряна сепарація полягає у поділі за крупністю за допомогою потоку повітря (легкі частинки відділяються від важких). Реалізовується за допомогою циклонних сепараторів – для грубого поділу та аеродинамічних класифікаторів – для точного сортування (наприклад, цементу).

3. Гідравлічна сепарація полягає у поділі зерен за густиною та розміром у водному середовищі і здійснюється у змішувальних відстійниках – для піску, глини та гідроциклонах, що реалізують швидкий поділ за крупністю.

4. Магнітна та електростатична сепарація яка передбачає відділення металів або інших частинок за допомогою магнітів/електричного поля і застосовується для очищення піску від залізистих домішок.

З усіх перерахованих способів сепарації сипучих матеріалів найбільш поширеним є грохочення. Це пояснюється, передусім, високою продуктивністю, а також порівняно низькою енергозатратністю цього процесу.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	4
		№ докум.	Підпис			

1.2 Обладнання для сепарування сипучих матеріалів

1.2.1 Колосникові віброгрохоти: конструкція, застосування та сучасні технології

Колосникові віброгрохоти є ключовим обладнанням у гірничодобувній, будівельній та переробній промисловостях. Сучасні моделі поєднують у собі високі технічні характеристики, надійність конструкції та адаптацію до різних типів матеріалів, від руди до будівельного щебеню[6,7].

Розрізняють два основні типи колосникових грохотів[7,8]:

Нерухомі грохоти, що використовуються для попереднього сортування крупних матеріалів (до 1200 мм). Мають просту конструкцію з фіксованими колосниками, встановленими під кутом 30–45°.

Рухомі грохоти, включають консольні та вібраційні моделі. Консольні системи забезпечують самозбудження коливань за рахунок руху матеріалу, тоді як вібраційні використовують зовнішній привід.

Для створення вібрації в колосникових віброгрохотах використовуються дебалансні та електромагнітні генератори вібрацій. За конструкцією віброгрохоти поділяються на інерційні нахилені та інерційні горизонтальні (самобалансні) і гіраційні. Інерційні нахилені грохоти призначені для попереднього грохочення і розділення нерудних матеріалів на товарні фракції. Залежно від продуктивності та необхідної ефективності ці грохоти встановлюють під різними кутами нахилу. Самобалансні грохоти призначені для остаточного грохочення. Для них використовуються вібратори з направленими коливаннями, що дозволяє встановлювати грохот горизонтально. У промисловості будівельних матеріалів їх встановлюють переважно на пересувних дробильно-сортувальних установках[7].

Яскравим прикладом інерційних нахилених віброгрохотів є віброгрохоти моделі Deister Type T[9]. Ці грохоти(рис. 1.1) мають потужний механізм з еліптичною траєкторією руху, що дозволяє ефективно сортувати різні матеріали. Особливістю грохотів Deister Type T є ексклюзивний «уніфікований» вібраційний механізм, встановлений у верхній або середній частині вібраційної рами. Цей

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	5
		№ докум.	Підпис			

грохот характеризується потужною протилежно-еліптичною траєкторією руху (рис. 1.2), що дозволяє експлуатувати грохоти під більш пологим кутом, контролюючи рух матеріалу на ситі для досягнення максимальної швидкості та ефективності сортування. Траєкторія руху в будь-якій точці поверхні сита ближче до місця подачі матеріалу має форму еліпса, який обертається і нахиляється до розвантажувального кінця грохота. При наближенні до розвантажувального кінця, де поверхня сита має більш крутий нахил, ця еліптична траєкторія, обертаючись у тому ж напрямку, відхиляється назад до місця подачі матеріалу. Стрілки вздовж еліпса наочно показують прискорювальний або прямий транспортувальний рух на більш пологих ділянках грохота і гальмівний ефект, або зворотний поштовх, тієї ж сили на крутіших ділянках.

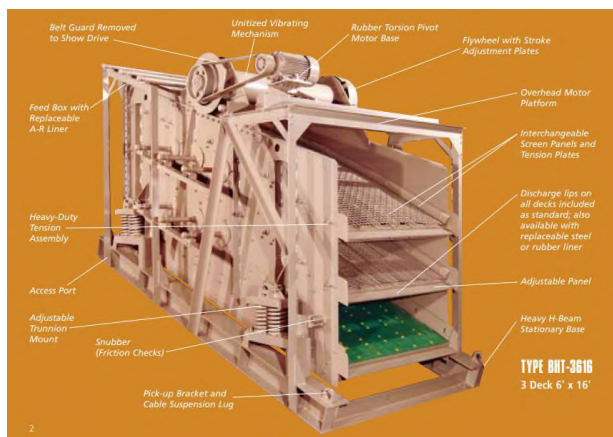


Рисунок 1.1 - Грохот Deister Type
BHT-3616

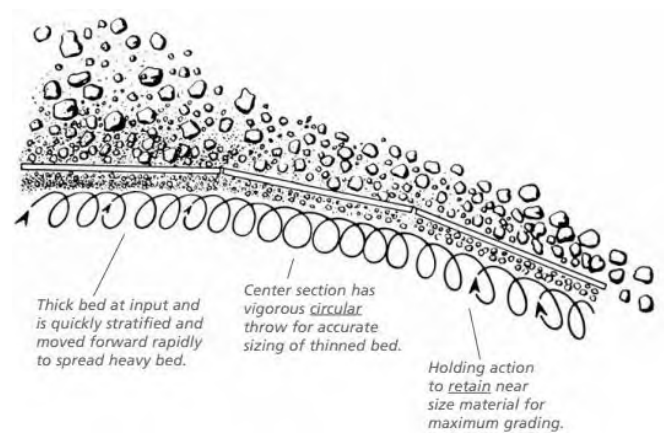


Рисунок 1.2 – Траєкторія руху сипучих
матеріалів

Для подальшого підвищення ефективності грохотів Deister Type T, як стандартне обладнання передбачені регульовані панелі нахилу. Ця функція дозволяє регулювати нахил панелей сита відповідно до потреб конкретного процесу сортування. Інерційні нахилені грохоти зазвичай мають кут нахилу 15-25° до горизонту, частоту коливань 700-1000 циклів на хвилину та амплітуду коливань від 3 до 12 мм. Залежно від насипної густини вихідного матеріалу, інерційні грохоти поділяються на три типи: легкого типу (Л) — для грохочення

матеріалів з насипною густиною до 1,4 т/м³, середнього типу (С) — для грохочення матеріалів з насипною густиною до 1,8 т/м³, важкого типу (Т) — для грохочення матеріалів з насипною густиною 2,8 т/м³.

Прикладом гіраційного віброгрохота є машина виробництва компанії EVERSUN(рис. 1.3), яка є високоточним обладнанням для сортування сипучих матеріалів, особливо гранульованих речовин[10]. Цей віброгрохот є новітньою розробкою, що використовує принцип площинної гірації, що дозволяє зменшити динамічне та статичне навантаження на обладнання та підвищити ефективність просіювання матеріалів.



а)



б)

Рисунок 1.3 – Гіраційний віброгрохот: а) закрита конструкція; б) відкрита конструкція

Конструктивно гіраційний віброгрохот EVERSUN складається з верхньої кришки, верхньої рами сита, проміжного елемента, нижньої рами сита, основи та коробка сита. Основними особливостями гіраційного віброгрохота є: варіант закритої конструкції(рис. 1.3. а), яка ідеальна для просіювання дрібного порошку, запобігає розпиленню пилу та має низький рівень шуму; варіант із відкритою конструкцією(рис. 1.3. б) підходить для сортування матеріалів з великим розміром частинок; комбінація кругової, еліптичної та лінійної траєкторій руху; ефективна

система встановлення сітки, що полегшує очищення, можливість здійснення чотирьох ефективних етапів просіювання; відсутність вертикальної вібрації, що подовжує термін служби сита (6-12 місяців) .

Принцип роботи гіраційного віброгрохота базується на використанні ексцентрикового механізму, який змушує поверхню сита здійснювати зворотно-поступальний рух з постійною швидкістю. Короб сита з кутом нахилу 4-9 градусів приводиться в рух приводною коробкою. Траєкторія руху матеріалу на ситі змінюється від горизонтального кругового руху на вході до еліптичного руху в поздовжньому напрямку і, нарешті, до приблизно зворотно-поступального лінійного руху на виході[8,10].

1.2.2 Барабанні грохоти: конструкція, застосування та сучасні технології

Барабанні грохоти є одним із поширених типів обладнання для сортування сипучих матеріалів у різних галузях промисловості. Вони відносяться до класу грохотів з обертальним робочим органом.

Барабанний грохот складається з таких основних елементів [11, 12]:

- Просіювальний барабан, що може бути циліндричним або конічним, виготовленим із перфорованих сталевих листів або сітки. Просіювальна поверхня барабана має отвори різних форм (круглі, квадратні, щілинні), які дозволяють розділяти матеріал на фракції. Діаметр барабана варіюється залежно від моделі (наприклад, до 3000 мм).

- Приводна система, що складається з електродвигуна з редуктором та забезпечує обертання барабана. Приводні ролики розташовані біля завантажувального відділення.

- Опорні ролики, які забезпечують стабільність обертання барабана і підтримують його вагу.

- Завантажувальне відділення із перемішувальними перегородками для рівномірного розподілу матеріалу.

- Розвантажувальне відділення, яке оснащено транспортерами для видалення крупних фракцій.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	8
		№ докум.	Підпис			

– Рама, яка являє собою металеву конструкцію, яка підтримує всі компоненти грохота.

Під час просіювання матеріал завантажується у верхню частину барабана через лоток. Під час обертання барабана матеріал переміщується вздовж його осі завдяки нахилу ($3\text{--}8^\circ$) і силі тяжіння. Мілкодисперсна фракція проходить крізь отвори в стінках барабана і потрапляє на наступний етап переробки, тоді як крупні частинки транспортуються до розвантажувального кінця [11, 12].

Рух матеріалу всередині барабана має складну траєкторію: він захоплюється внутрішньою поверхнею барабана, піднімається вгору, а потім скочується вниз під певним кутом до площини обертання. Це сприяє ефективному просіюванню.

Розрізняють такі основні різновиди барабанних грохотів: циліндричні, що мають однаковий діаметр по всій довжині та використовуються для сортування щебеню, піску та інших сипучих матеріалів; конічні грохоти, в яких діаметр барабана зменшується до розвантажувального кінця, їх застосовують для промивання руд та видалення шламів; призматичні грохоти (бутари), робоча поверхня яких складається з плоских сит у формі призми або зрізаної піраміди, використовуються для подрібнення і сортування рудних матеріалів.

Одним із варіантів циліндричного грохота є грохот барабанний БГУ-28 (рис. 1.4). Технічні характеристики якого: продуктивність – 300 т/год; максимальна крупність вихідного матеріалу – 400 мм; внутрішній діаметр барабана – 2800 мм; робоча довжина барабана – 10000 мм; швидкість обертання барабана при дробленні та грохоченні – до 21,5 об/хв, при дезінтеграції та грохоченні – до 14,5 об/хв; потужність електродвигуна приводу – 2 х 250 кВт; кут нахилу барабана – 2° ; габаритні розміри: довжина – 18800 мм, ширина – 5030 мм, висота – 5500 мм; маса – 85000 кг[12, 13].

Прикладом конічного грохота є грохот барабанний ГБ-1,5(рис. 1.5) – це промивочне обладнання, призначене для розділення матеріалу на класи крупності та відмивання великих шматків руди від глини і шламу[12, 14]. Він широко застосовується в гірничорудній та дорожньо-будівельній галузях для сортування

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	9
		№ докум.	Підпис			

і очищення сипучих матеріалів. Основні технічні характеристики грохота барабанного ГБ-1,5: внутрішній діаметр барабана 1500 мм, довжину барабана 4740 мм, швидкість обертання до 12,5 об/хв, нахил барабана 4°, потужність двигуна 5,52 кВт, максимальну крупність матеріалу до 70 мм, продуктивність до 90 т/год. Габарити грохота становлять: довжина 8000 мм, ширина 2550 мм, висота 2900 мм, а маса — 12000 кг.



Рисунок 1.4 – Грохот барабанний
БГУ-28

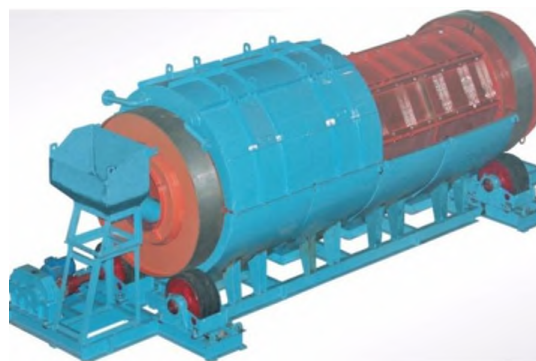


Рисунок 1.5 – Грохот барабанний ГБ-
1,5

Обом моделям розглянутих барабанних грохотів характерні такі переваги:

- Ефективність розділення матеріалу за класами крупності та відмивання великих шматків руди від глини і шламу.

- Простота конструкції, що забезпечує надійність в експлуатації та легкість обслуговування.

- Можливість регулювання швидкості обертання барабана для оптимізації процесу грохочення.

- Універсальність застосування в гірничорудній та дорожньо-будівельній галузях.

- Можливість використання різних типів сит (металевих або поліуретанових) залежно від потреб виробництва.

До недоліків обох моделей можна віднести:

– Великі габарити, що ускладнюють транспортування та монтаж обладнання.

– Значна маса обладнання, що вимагає міцного фундаменту та відповідних умов експлуатації.

– Можливе крихке подрібнення матеріалу в процесі грохочення.

– Обмежена ефективність при роботі з дуже дрібними частинками.

1.2.3 Декові грохоти: конструкція, застосування та сучасні технології

Декові грохоти – це різновид сортувального обладнання, яке використовує кілька рівнів сит (дек) для поділу матеріалу на фракції. Вони застосовуються у гірничій промисловості, будівництві та переробці корисних копалин.

Серцевиною декового грохота є його багаторівнева система просіювання. Типова конструкція включає від двох до чотирьох робочих поверхонь (дек), розташованих одна над одною. Верхні деки обладнані більш крупними отворами і призначені для попереднього відсіву найбільших частинок, тоді як нижні рівні мають прогресивно зменшуються розміри чарунок для більш точного сортування[15].

Робочий процес ґрунтується на комбінації двох ключових принципів: механічного просіювання через систему сит та динамічного відділення частинок за допомогою вібраційного впливу. Процес просіювання реалізується за рахунок використання двох основних типів руху робочої частини, а саме: лінійний рух (наприклад, грохоти ZK) (рис. 1.6) – для точного поділу піску та щебеню та кругові/еліптичні (наприклад, МЕКА MHS) (рис. 1.7) – для важкопросіюваних матеріалів[15, 16]. Сучасна промисловість пропонує кілька основних типів декових грохотів, кожен з яких оптимізований під конкретні виробничі умови:

Лінійні вібраційні моделі (наприклад, серія ZK) відзначаються прямолінійним рухом робочої поверхні, що забезпечує високу точність сортування піску, щебеню та інших будівельних матеріалів.

Горизонтальні грохоти з еліптичним рухом (як МЕКА MHS) демонструють особливу ефективність при обробці важкопросіюваних матеріалів, завдяки комбінації вертикальних і горизонтальних коливань[16].

Високочастотні установки (типу Astec Vari-Vibe) (рис. 1.8) [17] спеціалізовані для роботи з дрібними фракціями, зокрема мінеральними порошками та пісками.

Існують також мобільні варіанти такі як, наприклад, грохот дводековий Terex-Finlay 684 (рис. 1.9) на гусеничному ході, що робить його універсальним інструментом в кар'єрах та, безпосередньо на будівництві.



Рисунок 1.6 – Грохот серії ZK

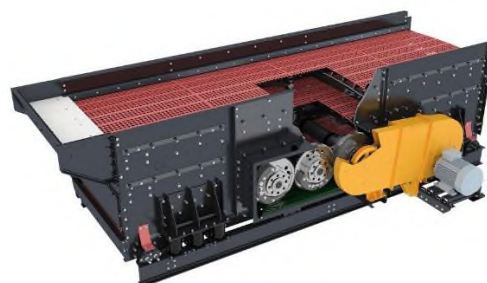


Рисунок 1.7 – Грохот дводековий
МЕКА MHS 2460/3



Рисунок 1.8 – Грохот дводековий
Astec Vari-Vibe



Рисунок 1.9 – Грохот дводековий
Terex-Finlay 684

Сучасні дековим грохотам властивий цілий ряд важливих переваг, а саме : можливість одночасного отримання від трьох до п'яти фракцій матеріалу, регульований кут нахилу робочих поверхонь (в діапазоні 18-45°), модульну

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	12
		№ докум.	Підпис			

конструкцію сіток, що дозволяє швидко змінювати конфігурацію, автоматизовані системи контролю параметрів роботи та енергоефективні приводні системи[13-17].

1.3 Обладнання для транспортування сепарованих сипучих матеріалів

Для транспортування сипучих будівельних матеріалів використовують різноманітне спеціалізоване обладнання, вибір якого залежить від властивостей матеріалу, відстані транспортування, продуктивності та особливостей виробничого процесу[18-20].

1.3.1 Стрічкові конвеєри

Найпоширеніший і універсальний тип транспортерів для сипучих матеріалів (пісок, щебінь, цемент, гравій тощо). Складаються з рухомої гумотканинної або гумотросової стрічки, що переміщується по роликкоопорах між приводним і натяжним барабанами. Можуть працювати горизонтально, похило або вертикально, забезпечують високу продуктивність і безперервність процесу[18-19].



Рисунок 1.10 – Стрічковий конвеєр із шевронною стрічкою



Рисунок 1.11 – Стрічковий конвеєр із пласкою стрічкою

В залежності від виду матеріалу та умов транспортування оснащуються різними типами стрічки: шевронною (для транспортування важких матеріалів) (рис. 1.10), пласкою стрічкою (використовується для транспортування легких

матеріалів або за невеликих кутів нахилу конвеєра)(рис. 1.11), жолобчастою (Використовується для піску, щебеню, зерна, будівельного сміття тощо) (рис. 1.12), стрічка з бортами та поперечками(забезпечує утримання вантажу на стрічці при значних кутах нахилу)(рис. 1.12) [18].



Рисунок 1.12 – Стрічковий конвеєр із жолобчастою стрічкою



Рисунок 1.13 – Стрічковий конвеєр із стрічкою з бортами та поперечками

1.3.2. Шнекові транспортери (гвинтові конвеєри)

Використовуються для переміщення сипучих і порошкоподібних матеріалів на короткі та середні відстані. Складаються зі спіралі (шнека), що обертається в корпусі, переміщаючи матеріал уздовж осі. Застосовуються для цементу, піску, золи, зерна тощо[18-20].



Рисунок 1.14 – Шнековий конвеєр



Рисунок 1.15 – Норії

1.3.3. Норії (ковшові елеватори)

Призначені для вертикального або крутопохилого підйому сипучих матеріалів на значну висоту. Складаються з нескінченного ланцюга або стрічки з

закріпленими ковшами, які захоплюють матеріал знизу і вивантажують нагорі(рис. 1.15). Використовуються на бетонних заводах, елеваторах, комбикормових підприємствах[19,20].



Рисунок 1.16 – Скребковий конвеєр

Рисунок 1.17– Роликові конвеєри

1.3.4. Скребкові конвеєри

Використовуються для підйому матеріалів на різні рівні, особливо коли потрібно подолати великі висотні перепади. Мають стрічку із поперечними ребрами (скребками), які затримують матеріал під час підйому(рис. 1.16) [18-20].

1.3.5. Роликові конвеєри

Використовуються для транспортування вантажів у тарі, мішках або на піддонах, але можуть застосовуватися й для переміщення сипучих матеріалів у спеціальних контейнерах(рис. 1.17) [18-20].

Стрічкові конвеєри є більш ефективними для транспортування сипучих будівельних матеріалів завдяки низці переваг. Вони забезпечують швидкий і безперервний потік матеріалів, що дозволяє значно підвищити продуктивність виробничого процесу та зменшити час простою обладнання. Конвеєри мають просту, компактну конструкцію, легко монтуються та обслуговуються, а також відзначаються енергоощадністю й меншими експлуатаційними витратами порівняно з іншими транспортними системами. Стрічкові конвеєри гнучко адаптуються до різних умов виробництва, можуть транспортувати матеріали на великі відстані та під різними кутами, що робить їх універсальним і надійним рішенням для будівельної галузі[18-20].

2 ОБГРУНТУВАННЯ ТА ОПИС КОНСТРУКЦІЇ

Для транспортування фракціонованого сипучого будівельного матеріалу використовуватиметься система із двох послідовно встановлених конвеєрів: приймального стаціонарного (рис. 2.1) та відвального поворотного (2.2).



Рисунок 2.1 – Приймальний
конвеєр



Рисунок 2.2 – Відвальний
конвеєр

2.1 Загальна конструкція

Основними конструктивними елементами стрічкових конвеєрів є:

1. Конвеєрна стрічка – замкнутий гнучкий елемент, який одночасно є вантажонесучим і тяговим органом. В обох конвеєрах використана шестишарова конвеєрна гумотканинна стрічка 6-БКНЛ-100-650 ГОСТ 20-85, шириною 650 мм, міцність на розрив 100 Н/мм, довжиною 20 м для приймального конвеєра та 35 м для відвального.

2. Рама – жорстка конструкція зі сталі, що слугує основою для всіх вузлів. Рама відвального конвеєра є просторовою металевою конструкцією ферменного типу. Рама відвального конвеєра (рис. 2.3) виконана у вигляді трьохгранної просторової ферми зі сталевих профільних труб або швелерів. Складається з верхнього та нижнього поясів, з'єднаних між собою системою діагональних і вертикальних розкосів, що утворюють трикутні осередки по всій

довжині. Центральна частина має більший поперечний переріз для підвищення жорсткості, а кінці рами поступово звужуються, що характерно для секцій, які сприймають змінні навантаження або використовуються для стикування. На кінцях рами передбачені монтажні пластини або вузли для з'єднання з іншими елементами конструкції. Така рама забезпечує рівномірний розподіл навантажень, мінімізує прогини та коливання, а також дозволяє монтувати роликоопори, стрічку конвеєра, огороження та інші вузли.

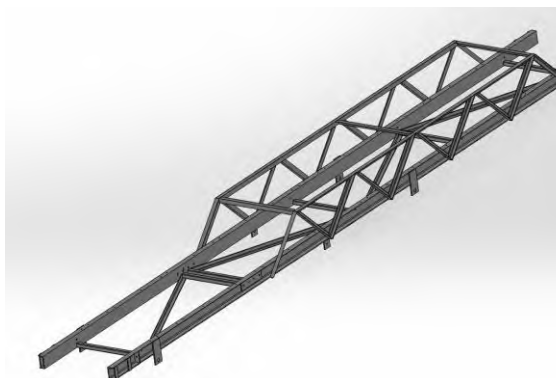


Рисунок 2.3 – Рама відвального конвеєра

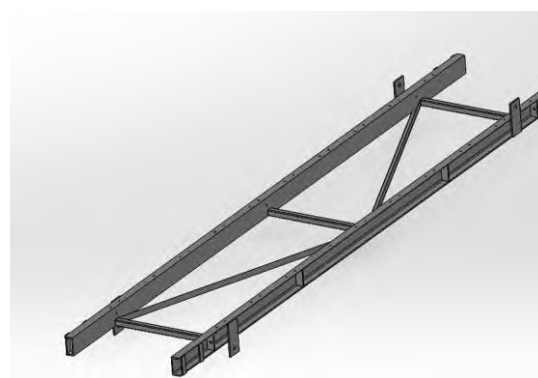


Рисунок 2.4 – Рама приймального конвеєра

Рама приймального (рис. 2.4) конвеєра має простішу конструкцію та виконана у вигляді прямокутної ферми з додатковими діагональними та вертикальними підсилюючими елементами. Основу рами складають дві поздовжні балки зі швелера, з'єднані між собою поперечинами. Для підвищення жорсткості встановлені діагональні розкоси, що утворюють трикутні секції між поздовжніми балками, а також вертикальні підсилювачі. По всій довжині передбачені монтажні пластини з отворами, які слугують для кріплення додаткових елементів та для з'єднання рами з іншими конструкціями. На кінцях рами є спеціальні виступи або упори для фіксації положення та монтажу. Конструкція оптимізована для сприйняття згинальних і розтягувальних навантажень, характерних для основи конвеєра.

3. Приводна станція (рис.2.5) являє собою конструкцію до складу якої входять мотор-редуктор 4МП-40-80 потужністю 2,2 кВт і клинопасова передача, які змонтовані на жорсткій металевій рамі. Забезпечує обертання приводного барабана, який, у свою чергу, рухає конвеєрну стрічку. Крутний момент від електродвигуна через редуктор, де знижується частота обертання та підвищується крутний момент надходить на клинопасову передачу. Далі цей момент передається на приводний барабан, який за рахунок тертя приводить у рух стрічку, що транспортує матеріал.

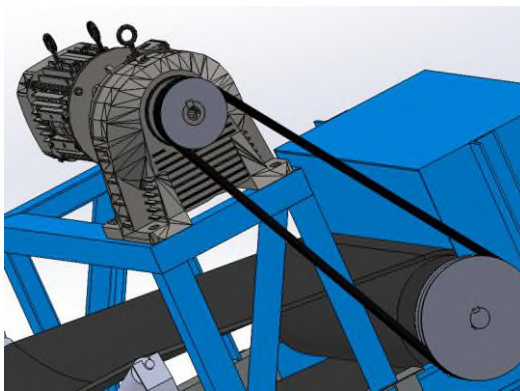


Рисунок 2.5 – Приводна станція

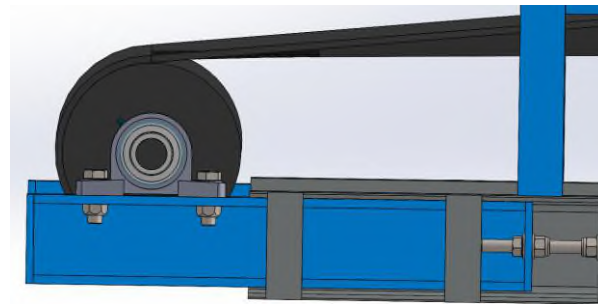


Рисунок 2.6 – Натяжний пристрій

4. Гвинтовий натяжний пристрій стрічкового конвеєра (рис. 2.6), що забезпечує необхідний натяг стрічки для уникнення її прослизання на приводному барабані та компенсації видовження під час експлуатації.

Основними елементами конструкції є натяжний барабан, встановлений на осі, яка обертається в корпусних підшипниках (типу UCP/USP 207), закріплених на рухомій платформі (повзуні), який може переміщатися вздовж напрямних рами конвеєра. Гвинтовий механізм натягу складається з різьбового стержня (гвинта) з гайками, розташованого паралельно напрямним рами. Обертання гвинта переміщує повзун із барабаном вперед або назад, змінюючи натяг стрічки. Прямолінійний рух повзуна з барабаном, забезпечується напрямними поверхнями рами запобігаючи перекосу конструкції.

5. Жолобчасті роликові опори, що підтримують стрічку по всій довжині, забезпечують її жолобчасту форму і знижують тертя та прямі роликові опори для неробочої нижньої гілки стрічки, що запобігають її провисанню.

6. Завантажувальний пристрій встановлений на відвальному конвеєрі. Являє собою приймальний бункер (рис. 2.7) призначений для рівномірної подачі матеріалу на стрічку. Має відкриту прямокутну форму з вертикальними передньою і задньою та косими бічними стінками. Виготовлений із листової сталі та встановлений на жорсткій рамі. Забезпечує безперервне або дозоване завантаження сипучих матеріалів (пісок, щебінь, зерно, тріска тощо) на стрічку конвеєра. Запобігає перевантаженню та розсипанню матеріалу, сприяє рівномірному розподілу потоку по ширині стрічки. Простота та універсальність конструкції дозволяє працювати з різними типами матеріалів у складних промислових умовах

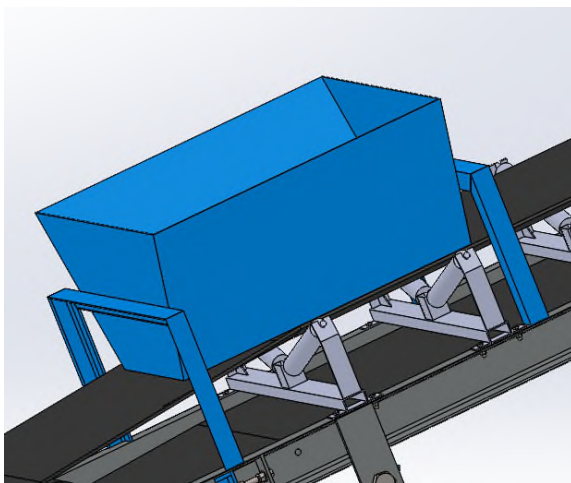


Рисунок 2.7 – Приймальний бункер

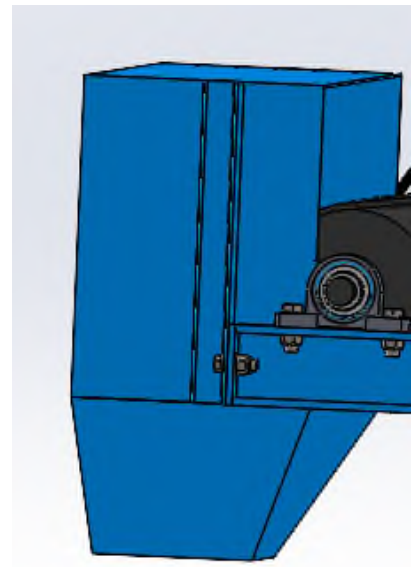


Рисунок 2.8 –
Розвантажувальний пристрій

7. Розвантажувальний пристрій – горловина, що спрямовує матеріал із транспортної стрічки у потрібне місце. Має конструкцію металевого зварного короба із листової сталі, що має розширену верхню частину для приймання

матеріалу зі стрічки та звужену воронкоподібну нижню частину, яка спрямовує потік матеріалу вниз. Така форма забезпечує ефективне розвантаження та мінімізує налипання матеріалу на стінки. Жорстко закріплений до рами конвеєра за допомогою болтових з'єднань.

8. Задня опора. У відвального конвеєра (рис. 2.9) є металевою зварною конструкцією прямокутної форми, яка виконує функцію підтримки та переміщення передньої частини стрічкового конвеєра. складається з чотирьох основних сталевих профілів, з'єднаних у прямокутний каркас. У верхній частині рами передбачено вертикальний вузол для з'єднання з основною конструкцією конвеєра. На нижній частині рами встановлено чотири поворотних колеса (ролики) з металевими кронштейнами, які забезпечують легке переміщення опори по поверхні та маневреність конструкції. Така опора забезпечує стійкість і мобільність передньої частини конвеєра, дозволяє регулювати його положення та транспортувати всю конструкцію по майданчику. Задня опора приймального конвеєра (рис. 2.10), є жорсткою зварною конструкцією з металевого профілю, призначеною для підтримки та фіксації передньої частини стрічкового конвеєра на основі або фундаменті.

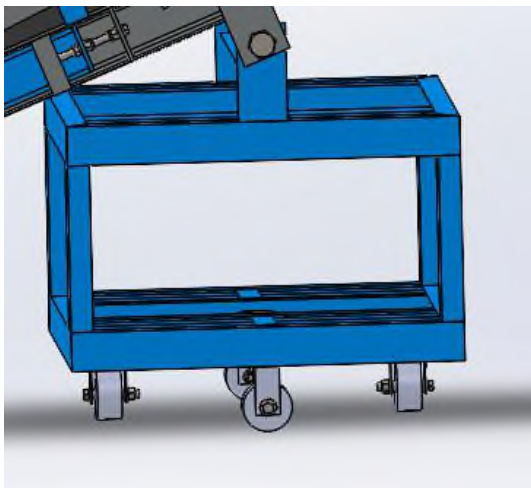


Рисунок 2.9 – Задня опора відвального конвеєра

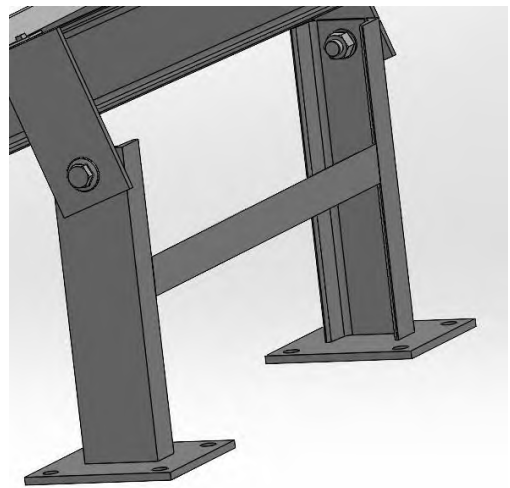


Рисунок 2.10 – Задня опора приймального конвеєра

Опора складається з двох вертикальних стійок, виготовлених із сталевих швелерів. Стійки жорстко з'єднані між собою горизонтальною перемичкою для підвищення стійкості та зменшення прогину. У верхній частині кожної стійки передбачені монтажні вузли з отворами під болти для кріплення несучої рами конвеєра. Нижні торці стійок мають прямокутні опорні пластини з отворами для анкерування до бетонної основи або металевих фундаментів. Всі елементи опори з'єднані зварними швами, що забезпечує високу міцність і жорсткість конструкції.

9. Передня опора. У відвального конвеєра це мобільна, просторово-жорстка металева конструкція, призначена для підтримки та стабілізації передньої (верхньої) частини стрічкового конвеєра, а також для забезпечення його переміщення по майданчику. Складається з двох вертикальних стійок, виконаних із сталевих швелерів, з'єднаних між собою горизонтальними балками у верхній і нижній частинах для забезпечення жорсткості.

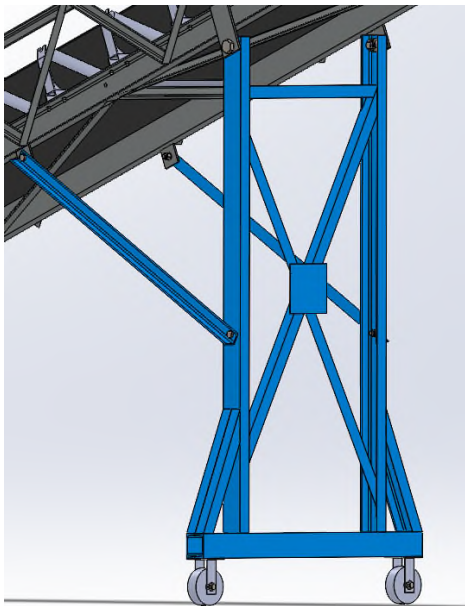


Рисунок 2.11 – Передня опора відвального конвеєра



Рисунок 2.12 – Передня опора приймального конвеєра

Для підвищення просторової стійкості встановлені діагональні підсилювачі, які утворюють ферму з трикутними секціями. В центрі конструкції розташований

вузол з'єднання розкосів, що додатково підвищує міцність і зменшує деформації. У нижній частині конструкції горизонтальна балка з'єднує стійки, створюючи стійку опорну раму. На кожному куті опори встановлено поворотні колеса, що забезпечують мобільність і можливість легкого переміщення конвеєра по робочому майданчику. У верхній частині опори є монтажні вузли для приєднання до основної рами конвеєра, а також додаткові елементи для фіксації та регулювання положення.

Передня опора приймального конвеєра (рис. 2.12) є зварною металевою конструкцією, призначеною для підтримки та фіксації передньої частини стрічкового конвеєра на основі або фундаменті. Складається з двох вертикальних стійок, виготовлених із сталевого профілю прямокутного перерізу. Стійки встановлені паралельно одна одній. У нижній частині стійки жорстко з'єднані горизонтальною балкою (траверсою), яка сприймає основне навантаження від конструкції та передає його на фундамент. Для підвищення просторової жорсткості встановлено діагональні підкоси, які йдуть від основи до середньої/верхньої частини стійок, утворюючи жорстку трикутну схему. В основі опори розташовані опорні пластини з отворами для анкерування до бетонної основи або сталевому фундаменту. У верхній частині стійок передбачені монтажні отвори для кріплення несучої рами конвеєра.

2.2 З'єднання у конструкції стрічкових конвеєрів

Конструкція приймального та відвального стрічкових конвеєрів передбачає різні типи з'єднань для забезпечення міцності, надійності та швидкого монтажу/демонтажу основних вузлів.

Основні секції просторової ферми рами конвеєра з'єднуються між собою за допомогою зварних швів та болтів і гайок. Це забезпечує жорсткість конструкції, можливість транспортування окремих секцій та зручність складання на місці експлуатації. -

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	22
		№ докум.	Підпис			

Передня і задня опори обох конвеєрів кріпляться до основної рами за допомогою болтів через фланцеві пластини та монтажні отвори. Така схема дозволяє швидко встановлювати чи знімати опори для регулювання висоти або переміщення конвеєра. Всі елементи самих опор (стійки, підкоси, траверси) з'єднані між собою зварюванням, що гарантує просторову жорсткість і довговічність опори.

Роликоопори закріплюються до рами за допомогою болтів і спеціальних кронштейнів. Це дозволяє замінювати окремі ролики у разі зносу або пошкодження без демонтажу всієї конструкції.

Стрічки конвеєрів з'єднані гарячою вулканізацією – це забезпечує монолітне, міцне й довговічне з'єднання, рекомендоване для основних і довгих конвеєрів.

Приводна станція (мотор-редуктор, приводний барабан) та натяжний пристрій (натяжний барабан з опорами) кріпляться до рами болтами через монтажні пластини. Це спрощує регулювання, обслуговування та заміну вузлів.

Приймальний бункер та розвантажувальний пристрій та інші допоміжні елементи встановлюються на рамі за допомогою болтів

2.3 Принцип дії конвеєрів

Приймальний та відвальний стрічкові конвеєри призначені для транспортування сипучих будівельних матеріалів (наприклад, піску, щебеню, гравію) під кутом на певну висоту. Їх конструкція містить усі основні вузли класичної конвеєрної системи, оптимізованої для мобільного використання.

Робота конвеєрів відбувається в такій послідовності. Матеріал подається у приймальний бункер (зліва внизу), який встановлений над початком стрічки. Бункер забезпечує рівномірне надходження сипучої маси на рухому стрічку, запобігаючи перевантаженню та розсипанню. Конвеєрна стрічка рухається по роликоопорам, утворюючи жолобчасту форму для збільшення місткості та запобігання висипанню матеріалу. Рух стрічки здійснюється за рахунок тягового

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	23
		№ докум.	Підпис			

зусилля, яке створює приводна станція, розташована у верхній частині конвеєра. Стрічка огинає приводний і натяжний барабани, які розміщені відповідно у верхній і нижній частинах конструкції. У верхній частині конвеєрів розташована приводна станція: мотор-редуктор, який через клинопасову передачу обертає приводний барабан. Натяжний пристрій у нижній частині підтримує оптимальний натяг стрічки, компенсує її видовження, запобігає прослизанню та забезпечує стабільну роботу. Стрічка підтримується по всій довжині роликоопорами, які зменшують тертя, запобігають провисанню та формують жолоб. Опори відвального конвеєра виконані на колесах і дозволяють переміщати конвеєр по майданчику, регулювати його положення та кут нахилу.

Розвантаження матеріалу відбувається на верхньому кінці стрічки, після огинання приводного барабана, матеріал під дією гравітації та кінетичної енергії скидається у відвал, бункер або на наступний етап технологічної лінії. Спеціальний розвантажувальний пристрій або жолоб спрямовує потік матеріалу у потрібному напрямку.

Всі вузли конвеєра доступні для технічного обслуговування та регулювання.

2.4 Особливості експлуатації конвеєрів

Відвальный конвеєр змонтований на колесах, що дозволяє легко переміщати його по майданчику та змінювати робоче положення залежно від технологічних потреб. Він може використовуватися як на відкритому повітрі (кар'єри, будівельні майданчики), так і в закритих приміщеннях (склади, виробничі цехи). Приймальний конвеєр жорстко кріпиться під грохотом та призначений для прийому відсортованого сипучого матеріалу.

Максимальний кут підйому сипучих матеріалів визначений використанням гладкої гумотканинної стрічки і, зазвичай, складає до 16–20°, . На даних конвеєрах не рекомендується транспортувати великогабаритні, надто абразивні або липкі матеріали без спеціальної підготовки стрічки та роликових опор. Робоча

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	24
		№ докум.	Підпис			

температура експлуатації – зазвичай від -35 до +45 °С, але конкретний діапазон визначається типом стрічки та підшипників[21-24].

Для нормальної роботи обладнання необхідне належне технічне обслуговування. А саме: регулярна перевірка стану стрічки, роlikоопор, підшипників, приводної та натяжної станції, а також цілісність зварних і болтових з'єднань[22,23]; стеження за чистотою стрічки, своєчасне видалення налипань та залишків матеріалу, очистка роликів й підшипників від пилу та бруду[25]; змащування підшипників, редуктора, перевірка натягу стрічки та відсутності прослизання[23-25], перед запуском після монтажу обов'язкова обкатка під навантаженням, поступове доведення до робочої продуктивності та перевірка всіх вузлів на відсутність сторонніх шумів, вібрацій, перегріву[22,24].

Конструкція конвеєрів передбачає можливість адаптації до різних умов. Довжина, ширина стрічки, продуктивність та кут нахилу можуть змінюватися відповідно до технічного завдання і типу матеріалу [21-25]. Також можливе встановлення додаткових захисних кожухів, стінок, систем пилоподавлення або автоматизації.

Для безпечної експлуатації необхідно враховувати особливості монтажу та налаштування, а саме: встановлення на рівну, тверду поверхню для уникнення перекосів, здійснювати регулювання натягу стрічки за допомогою гвинтового натяжного пристрою, обов'язково проводити перевірку правильності ходу стрічки, відсутності сходу з роликів, рівномірності завантаження з приймального бункера[21-25].

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	25
		№ докум.	Підпис			

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок стрічкового конвеєра

3.1.1 Вибір конвеєрної стрічки

З характеристики вантажу вибираємо ширину стрічки дорівнює 650, мм за таблицею 3.1[25].

Таблиця 3.1 – Нормальний ряд конвеєрної стрічки

Ширина стрічки, мм	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Число прокладок	3 ÷ 5		3 ÷ 6	4 ÷ 8		6 ÷ 10	7 ÷ 10	8 ÷ 12	10 ÷ 12

Вибирається попередньо тип гумовотканинної конвеєрної стрічки та відповідні її параметри для розрахунку стрічкового конвеєра.

Тип тканини та відповідну характеристику стрічки, а саме, тимчасовий опір прокладки на розрив, Кількість прокладок і товщину обкладок приймають попередньо за таблицями 3.1 і 3.2 [25].

Таблиця 3.2 – Тип тканин прокладок конвеєрних стрічок

Тип тканини каркасу	БКНЛ-65	БКНЛ-100	БКНЛ-150	ТА-100 ТК-100	ТА-150 ТК-150	ТК-200 ТЛК-200	ТА-300 ТК-300 ТКЛ-300	Стрічка з $\sigma_p \geq 3 \text{кН/см}$
Товщина прокладки, мм	1,4	1,6	1,9	1,2	1,3	1,4	1,9	2,0

Прокладки стрічок виготовляють із комбінованих тканин типу БКНЛ (комбінація бавовняних ниток і ниток з лавсану) та синтетичних тканин типу ТА та ТК. Цифри в позначенні матеріалу прокладок означають тимчасовий опір

прокладки на розрив Н/мм (крім прокладки БКНЛ - 65, у якої $\sigma_p = 50$ Н/мм) [23,25].

За обраною шириною стрічки необхідно провести перерахунок необхідної швидкості її руху, виходячи із заданої продуктивності.

Значення слід вибирати з нормального ряду швидкостей (ГОСТ 22644-77) – 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3 м/с [23, 25].

Товщини зовнішніх обкладок на верхній (δ_1) і нижній (δ_2) сторонах стрічки вибирають в залежності від властивостей і розмірів шматків вантажу, що транспортується, режиму роботи конвеєра і частоти проходження стрічки через пункт завантаження. Чим частіше проходить стрічка через пункти завантаження (тобто чим більша швидкість стрічки і менше її довжина), тим товщі повинні бути обкладки для забезпечення довговічності стрічки[19, 22].

Для малоабразивних насипних вантажів приймають $\delta_1 = 3$ мм; $\delta_2 = 1$ мм; для середньоабразивних: дрібнодисперсних $\delta_1 = 3 \div 4,5$ мм; $\delta_2 = 1$ мм, середньодисперсних – $\delta_1 = 4,5 \div 8$ мм; $\delta_2 = 2$ мм; для сильноабразивних середньо- та великодисперсних вантажів $\delta_1 = 4,5 \div 10$ мм; $\delta_2 = 2 \div 3$ мм; для штучних вантажів $\delta_1 = 2 - 3$ мм; $\delta_2 = 1 - 2$ мм. Вибираємо $\delta_1 = 5$ і $\delta_2 = 2$ [25].

3.1.2 Визначення параметрів роликів опор

Діаметр роликів приймають (таблиця 3.3) залежно від ширини стрічки та об'ємної маси вантажу [25]. Об'ємна маса вантажу визначає вид виконання роликів опор. Розрізняють роликів опори легкого, середнього та важкого виконання.

Крім того, з метою обмеження кутової швидкості ролика діаметр його повинен відповідати швидкості руху стрічки.

Відстань між лінійними (рядовими) роликів опорами навантаженої гілки конвеєра при переміщенні сипких матеріалів залежить від ширини стрічки конвеєра та об'ємної маси вантажу.

Таблиця 3.3 – Рекомендації щодо вибору діаметра ролика жолобчастої та прямої роликової опори

Діаметр ролика	Ширина стрічки, мм	Максимальна швидкість руху стрічки, м/с
89	400; 500; 650	2,0
	800	1,6
108	400; 500; 650	2,5
	800; 1000;	2,5
133	1200	2,5
159	800	4,0
	1200	3,2
	800; 1000;	3,2
194, 219;	1200	4,0
245	1400	6,3

Для важких штучних вантажів відстань між роликовими опорами має перевищувати половину довжини вантажу, а легких (до 20 кг) – приблизно 1... 1,4 м [23, 25].

Для холостої гілки у всіх випадках l_p 2,0...3,5. Найменші значення $l_{p.x}$ слід приймати для широких стрічок, що мають значну масу 1 м довжини.

Для спрощення монтажу даних конвеєрів часто приймають відношення $l_{p.г.} / l_p$ рівним 2 або 3, з метою розміщення верхньої та нижньої роликоопор на очній стійці металоконструкції конвеєра [25].

Для тягового розрахунку необхідно також знати масу обертових частин роликових опор, орієнтовні значення якої наведені в таблиці 3.4. При цьому в таблиці наведені маси роликових опор нормального і важкого виконанні. Тяжке виконання роликових опор слід приймати при транспортуванні насипних вантажів із щільністю понад 2 т/м^3 , а також важких штучних вантажів масою понад 50 кг[23, 25].

Таблиця 3.4 – Параметри роликів опор

Ширина стрічки B , мм	Роликів опор	
	Пряма	
	D_p , мм	Маса, кг
500	108	6
650	108	10,5
800	89	7,7
800	133	49
1000	133	21,5
1200	133	26,5
1400	159	41,9
1600	159	46,7
1800	159	50
2000	159	50

3.1.3 Визначення лінійних навантажень та вибір коефіцієнтів опору руху стрічки

Для проведення тягового розрахунку необхідно знати лінійні навантаження та коефіцієнт опору руху стрічки.

Під лінійним навантаженням на конвеєрі розуміється навантаження від сили тяжіння вантажу, стрічки і частин роликів опор, що обертаються. Лінійне навантаження від вантажу, що транспортується [23,25]:

$$q = \frac{Q_m}{3,6 \cdot v} g, \quad (3.1)$$

де g – пришвидшення вільного падіння.

$$q = \frac{15}{3,6 \cdot 0,5} 9,8 = 80 \text{ Н / м}$$

Лінійне навантаження від сили тяжіння стрічки визначається::

$$q_n = 0,011(\delta_0 + \delta_1 + \delta_2)B, \quad (3.2)$$

де δ_0 – товщина прокладки (приймаємо $\delta_0 = 1,2...2,0$ мм для тканин міцністю від 50 Н/мм до міцності 400 Н/мм);

i – число прокладок;

δ_1, δ_2 – товщини обкладок (верхньої та нижньої);

B – ширина стрічки, мм.

$$q_{\text{л}} = 0,011(2 \cdot 4 + 5 + 2)650 = 99 \text{ Н / м}.$$

Навантаження від сили тяжіння обертових частин роликів опор, що припадає на один метр довжини конвеєра визначається[24, 25]:

Для робочої гілки:

$$Q_p = m_p g / l_p, \text{ Н/м} \quad (3.3)$$

де m_p – маси обертових частин роликів опори робочої гілки.

У тяговому розрахунку щодо опору руху стрічки на окремих ділянках контуру використовують коефіцієнт опору руху w . Основним є коефіцієнт опору руху на прямолінійних ділянках робочої та холостий гілок конвеєра.

У загальноприйнятих розрахунках, незважаючи на деяку відмінність у величині коефіцієнтів, набувають однакового значення коефіцієнта для обох гілок конвеєра.

Розмір w залежить від умов роботи:

Хороші умови – $w = 0,02$, середні – $0,025$, важкі (влітку) – $0,035$; важкі (взимку) – $0,045$.

3.1.4 Тяговий розрахунок стрічкового конвеєра

Тяговий розрахунок передбачає:

– Визначення зусиль натягу в довільній точці контуру;

- Визначення мінімального зусилля натягу стрічки та порівняння його з допустимим за фактом зчеплення стрічки із приводним барабаном та за допустимим провисанням стрічки;
- Визначення натяжного зусилля, яке забезпечує натяжним пристроєм;
- Перевірка стрічки на міцність;
- Визначення потрібної потужності двигуна.

3.1.4.1 Визначення зусиль натягу стрічки

Технічно та економічно обґрунтованим рішенням є встановлення натяжного пристрою в місці найменшого натягу стрічки. За неможливості виконання цієї умови натяжний пристрій встановлюють там, де зручно його експлуатувати.

Визначення зусиль натягу стрічки у характерних точках конвеєра здійснюють методом обходу контуру тягового органу. Суть цього методу полягає у послідовному обході контуру тягового органу з визначенням зусиль натягу в точках з'єднання прямолінійних і криволінійних ділянок, а також у точках розташування місцевих (зосереджених) опорів. При цьому застосовують правило: натяг у кожній наступній точці контуру дорівнює сумі натягу у попередній точці та опору руху тягового органу на ділянці між цими точками.

Тяговий розрахунок починають із точки сходу стрічки з приводного барабана, орієнтовно приймаючи зусилля натягу у цій точці рівним [23,25]:

$$S_1 = (3000 \dots 4000) \cdot B, H \quad (3.4)$$

де B – ширина стрічки, м.

$$S_1 = 3500 \cdot 0,65 = 2100 H.$$

Далі визначаємо відносне посилення натягу в характерних точках обходом по контуру з врахуванням опори на ділянках контуру за відомими залежностями, також визначаємо зусилля натягу стрічки в точці набігання стрічки на приводний барабан.

Зусилля натягу в наступних точках визначаються так. Зусилля натягу стрічки в точці 2:

$$S_2 = E_1 (S_1 + W_{оч}), H \quad (3.5)$$

де S_1 – зусилля натягу в точці збігання стрічки з приводного барабана (тут і далі маємо на увазі натяг стрічки);

E_1 – коефіцієнт опору руху стрічки на барабанах, що визначають залежно від кута обхвату та умов роботи конвеєра $E_1 = 1,02 \dots 1,06$.

$W_{оч}$ – опір очисного пристрою для очищення зовнішньої (робочої) сторони стрічки.

Величина $W_{оч}$ залежить від конструкції очисного пристрою та визначається за емпіричними залежностями. Отже, необхідно поставити конструкцію очисного пристрою.

При встановленні очищувальної щітки [25]:

$$W_{оч} = 0,2 q_{щ} B; \quad (3.6)$$

де $q_{щ} = 200 \dots 250$ Н/м – для сухих та вологих вантажів;

$q_{щ} = 250 \dots 350$ Н/м – для вологих та липких вантажів.

B – ширина стрічки, м.

$$W_{оч} = 0,2 \cdot 200 \cdot 0,6 = 24 \text{ Н};$$

$$S_2 = 1,05 (2100 + 24) = 2230,2 \text{ Н}.$$

Зусилля натягу в точці 3

$$S_3 = S_2 + W_{2-3}, H \quad (3.7)$$

W_{2-3} – опір руху стрічки на ділянці 2-3;

$$S_3 = 2230,2 + 324,7 = 2554,9 \text{ Н.}$$

$$W_{2-3} = q_{\text{л}} L_{2-3} (\omega \cos \beta + \sin \beta) + q_{\text{л}} \omega L_{2-3}, H \quad (3.8)$$

$$W_{2-3} = 99 \cdot 6 (0,025 \cdot \cos 30 + \sin 30) + 99 \cdot 0,025 \cdot 6 = 324,7 \text{ Н}$$

Зусилля натягу в точці 4:

$$S_4 = E_2 \cdot S_3 \quad (3.9)$$

$$S_4 = 1,05 \cdot 2554,29 = 2682,645 \text{ Н.}$$

Зусилля натягу в точці 5:

$$S_5 = E_3 \cdot S_4, \quad (3.10)$$

$$S_5 = 1,05 \cdot 2682,645 = 2816,8 \text{ Н.}$$

Зусилля натягу в точці 6:

$$S_6 = S_5 + W_3, \quad (3.11)$$

$$S_6 = 2816,8 + 3,1 = 2819,9 \text{ Н.}$$

де W_3 – опір руху стрічки у пункті завантаження.

$$W_3 = c \cdot \frac{Q_m}{3,6} (v_2 - v_1), H \quad (3.12)$$

$$W_3 = 1,5 \cdot \frac{15}{3,6} (0,5) = 3,1 \text{ Н.}$$

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	33
		№ докум.	Підпис			

де Q_m – продуктивність конвеєра, т/год;

c – коефіцієнт, що враховує тертя вантажу про напрямні борти та стінки завантажувального пристрою, $c = 1,3 \dots 1.5$;

v_2 – швидкість руху стрічки;

V_1 – складова швидкості вантажу у напрямку руху стрічки в початковий момент зіткнення вантажу зі стрічкою під час завантаження. У зв'язку зі складністю розрахунку і більше у початковій стадії проектування, приймають $V_1 = 0$.

Зусилля натягу в точці 7:

$$S_7 = S_6 + (q + q_n)L_{6-7} (w \cos \beta + \sin \beta) + q_p w L_{6-7} \quad (3.13)$$

$$S_7 = 2819,9 + (80 + 99)2 (0,025 \cos 30 + \sin 30) + 380 \cdot 0,025 \cdot 2 = 3025,65 \text{ Н.}$$

Зусилля натягу в точці 8:

$$S_8 = S_7 + W_p, \quad (3.14)$$

$$W_p = 3000 \cdot B_2, \quad (3.15)$$

де W_p – опір руху стрічки на розвантажувальному пристрої.

$$W_p = 3000 \cdot 0,65 = 1860 \text{ Н.}$$

$$S_8 = 3025,65 + 1860 = 4885,65 \text{ Н.}$$

Для забезпечення запасу зчеплення (тягової здатності приводу) слід зусилля натягу в точці збігання з приводного барабану приймати трохи більшим, а саме

$$S_1 = S_{зч} = \frac{K_{зч} \cdot P_o}{e^{\mu \alpha} - 1}, \text{ Н} \quad (3.16)$$

де $K_{зч}$ – коефіцієнт запасу зчеплення, $K_{зч} = 1,3 \dots 1,4$.

P_o – тягове зусилля,

Відповідно

$$P_o = S_{HB} - S_{ЗБ}; \quad (3.17)$$

$$P_o = 4825,65 - 2100 = 2725,65 \text{ Н.}$$

$$S_1 = S_{зч} = \frac{1,4 \cdot 2725,65}{2,71^{0,3\alpha} - 1} = 2120 \text{ Н.}$$

3.1.4.2 Уточнення значень зусиль натягу стрічки

Визначивши положення осі абсцис, необхідно встановити абсолютні значення фактичних зусиль натягу стрічки у всіх точках контуру.

У результаті цього розрахунку будуть отримані значення фактичного натягу стрічки у всіх характерних точках з урахуванням реального завантаження та фактичних умов експлуатації конвеєра.

За формулою (3.5) знаходимо зусилля натягу у точці 2:

$$S_2 = 1,05 (2120 + 24) = 2251,2 \text{ Н.}$$

За формулою (3.7) знаходимо зусилля натягу в точці 3:

$$S_3 = 2251,2 + 324,7 = 2575,9 \text{ Н.}$$

За формулою (3.9) знаходимо зусилля натягу в точці 4:

$$S_4 = 1,05 \cdot 2575,9 = 2704,7 \text{ Н.}$$

За формулою (3.10) знаходимо зусилля натягу в точці 5:

$$S_5 = 1,05 \cdot 2704,7 = 2840 \text{ Н.}$$

За формулою (3.11) знаходимо зусилля натягу в точці 6:

$$S_6 = 2840 + 3,1 = 2843,1.$$

За формулою (3.13) знаходимо зусилля натягу в точці 7:

$$S_7 = 2843,1 + (80 + 99) \cdot 2 \cdot (0,025 \cos 30^\circ + \sin 30^\circ) + 380 \cdot 0,025 \cdot 2 = 3048,9 \text{ Н.}$$

За формулою (3.14) знаходимо зусилля натягу в точці 8:

$$S_8 = 3048,9 + 1800 = 4848,9 \text{ Н.}$$

3.1.4.3 Розрахунок міцності стрічки

Для гумоканатних стрічок типу РТЛ оцінка міцності ведеться за коефіцієнтом запасу міцності [21,25]:

$$n = \frac{\sigma_p B}{S_{\max}} \geq [n], \quad (3.18)$$

$$n = \frac{100 \cdot 600}{3848,9} \geq 9,$$

де $[n]$ – допустимий запас міцності стрічки, $[n] = 7 \dots 9$; $\sigma_p = 100$ – межа міцності стрічки, Н/мм; B – ширина стрічки, мм.

3.1.4.4 Розрахунок потужності та вибір двигуна

Установча потужність двигуна приводу стрічкового конвеєра [25]:

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	36
		№ докум.	Підпис			

$$N_{\text{д}} = \frac{K_y P_o v}{1000 \eta_{\text{м}}}, \text{кВт} \quad (3.19)$$

$$N_{\text{д}} = \frac{1,2 \cdot 2725,65 \cdot 0,5}{1000 \cdot 0,8} = 2,04$$

де $\eta_{\text{м}}$ – ККД привода, $\eta_{\text{м}} = 0,8 - 0,9$;

K_y – коефіцієнт запасу потужності, $K_y = 1,1 \dots 1,2$.

За встановленою потужністю виконуємо вибір двигуна.

3.1.4.5 Вибір діаметрів барабанів

Діаметр барабана визначається його призначенням, що діє на барабані натягом, шириною та типом тягового каркаса стрічки. Для конвеєрів з гумотканевими стрічками:

$$D = K_a K_{\delta i}, \quad (3.20)$$

$$D = 145 \cdot 1,35 = 195 \text{ мм.}$$

де K_a – коефіцієнт, що залежить від типу прокладок, м/шт. прокладки.

Таблиця 3.5 – Визначення коефіцієнту K_a

Міцність тканини, Н/мм	50	100	150	200	300	400
K_a , м/шт	125-140	141-160	161-170	171-180	181-190	191-200

Отриманий діаметр барабана треба округлити до найближчого більшого або меншого розміру з нормального ряду розмірів барабана за ГОСТ 44644 – 77: 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1400, 1600, 2000, 2500 мм [23, 25].

Приймаємо діаметр барабана 200 мм.

3.2 Кінематичний розрахунок приводу конвеєра

Для зменшення габаритів та складності приводу вибираємо мотор-редуктор 4МП-40-80 з такими основними параметрами: потужність на виході $P_1 = 2,2$ кВт, напруга живлення 380 В, частота обертів вихідного валу $n_1 = 80$ об/хв.

Швидкість руху стрічки конвеєра $V = 0,5$ м/с, діаметр барабана $d = 0,2$ мм визначимо частоту обертання барабана конвеєра

$$\omega_o = \omega_2 = \frac{V}{r} = \frac{0,5}{0,1} = 5 \text{ рад/с} . \quad (3.21)$$

Тоді частота обертання

$$n_o = n_2 = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 5}{3,14} = 48 \text{ об/хв} . \quad (3.22)$$

Для передавання крутного моменту на вал барабана використаємо ремінну передачу. Визначимо її передавальне число

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{80}{48} = 1,67 . \quad (3.23)$$

Визначимо потужність на валу двигуна P_1 та валу барабана P_2

$$P_1 = 2,2 \text{ кВт}$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{р.п} \cdot \eta_{п.к} = 2,2 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 2,04 \text{ кВт} . \quad (3.24)$$

де $\eta_{р.п} = 0,94, \eta_{п.к} = 0,99$ – коефіцієнти корисної дії ремінної передачі та підшипників кочення, відповідно [26, 27].

Визначимо крутні моменти на валах двигуна T_1 та барабана T_2

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	38
		№ докум.	Підпис			

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{2,2 \cdot 10^3}{8,37} = 262,8 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.25)$$

$$T_2 = \frac{P_2}{\omega_2} = \frac{2,04 \cdot 10^3}{5} = 438,25 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.26)$$

3.3 Розрахунок клинопасової передачі

Розрахунок проведемо за такими вихідними параметрами: обертальний момент на ведучому шківі – 262,8 Н·м, передаточне число пасової передачі – 1,67, частота обертання на валу мотор-редуктора – 80 хв⁻¹.

Призначаємо за моментом вид і розмір паса: вид паса – УА; $b_p = 11$ мм, $h = 10$ мм, $b_0 = 13$ мм, $y_0 = 2,8$ мм, $F_1 = 0,95 \text{ см}^2$, $d_{pmin} = 90$ мм, $L = 800 \dots 4500$ мм, $T_0 = 90 \dots 400 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $q = 0,12 \text{ кг/м}$

Вибираємо d_{p1} – так як нема обмежень за габаритами. то візьмемо після d_{pmin} наступне в стандартному ряду значення $d_{p1} = 100$ мм [26, 27].

Розраховуємо діаметр більшого шківів:

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot U_{\text{кп}} \cdot (1 - \varepsilon) = 100 \cdot 1,67 \cdot (1 - 0,002) = 167 \text{ мм}, \quad (3.27)$$

де ε – коефіцієнт пружного ковзання, $\varepsilon = 0,02$ [26, 27].

Вибираємо найближчий діаметр з стандартного ряду – $d_{p2} = 180$ мм [26, 27].

Розраховуємо швидкість паса:

$$v = \frac{3,14 \cdot d_{p1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 80}{60 \cdot 1000} = 0,41 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (3.28)$$

Визначаємо розрахункове передаточне число:

$$U_p = \frac{d_{p2}}{d_{p1}(1 - \varepsilon)} = \frac{180}{100 \cdot 0,98} = 1,7 \quad (3.29)$$

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	39
		№ докум.	Підпис			

Визначаємо частоту обертання другого валу:

$$n_2 = \frac{d_{p1} \cdot n_1 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_{p2}} = \frac{100 \cdot 80 \cdot 0,98}{180} = 45,9 \text{ хв}^{-1}. \quad (3.30)$$

Конструктивно середня міжосьова відстань – $a = 620$ мм;

Визначаємо розрахункову довжину паса:

$$L = 2 \cdot a + \frac{3,14}{2} \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p1} - d_{p2})^2}{4 \cdot a}; \quad (3.31)$$

$$L = 2 \cdot 620 + \frac{3,14}{2} (100 + 180) + \frac{(180 - 100)^2}{4 \cdot 620} = 1240,9 \text{ мм};$$

Округляємо до стандартного значення: $L = 1250$ мм [26, 27].

За стандартною довжиною L уточнюємо дійсну міжосьову відстань:

$$a_{ym} = \frac{2 \cdot L - 3,14 \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{(2 \cdot L - 3,14 \cdot (d_{p1} + d_{p2}))^2 - 8 \cdot (d_{p2} - d_{p1})^2}}{8} \quad (3.32)$$

$$a_{ym} = \frac{2 \cdot 1250 - 3,14 \cdot (280) + \sqrt{(2 \cdot 1250 - 3,14 \cdot (280))^2 - 8 \cdot (80)^2}}{8} = 622 \text{ мм}.$$

Визначаємо мінімальну міжосьову відстань:

$$a_{\min} = a_{yt} - 0,01 \cdot L = 622 - 0,01 \cdot 1250 = 609,5 \text{ мм}. \quad (3.33)$$

Визначаємо максимальну міжосьову відстань:

$$a_{\max} = a_{yt} + 0,025 \cdot L = 622 + 0,025 \cdot 1250 = 653,25 \text{ мм}. \quad (3.34)$$

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	40
		№ докум.	Підпис			

Розраховуємо кут обхвату на меншому шківі:

$$\alpha_1^\circ = 180 - 60 \cdot \frac{d_{p2} - d_{p1}}{a} > [\alpha_1^\circ]; \quad (3.35)$$

$$\alpha_1^* = 180 - 60 \cdot \frac{180 - 100}{622} = 155,4^\circ.$$

$$\alpha_1^\circ = 155,4 > [\alpha_1^\circ] = 110 - \text{умова виконується.}$$

Вихідна довжина паса: $L_0 = 1240,9$ мм;

Відносна довжина:

$$\frac{L}{L_0} = \frac{1240,9}{1250} = 0,99. \quad (3.36)$$

Визначаємо коефіцієнт довжини: $C_L = 0,83$ [26, 27].

Вихідна потужність, враховуючи $N_0 = 2,2$ кВт

Вибираємо коефіцієнт обхвату кута: $C_\alpha = 0,93$ [26, 27].

Визначаємо поправку до крутного моменту на передаточне число: $\Delta T_U = 2,9$ Н·м [26, 27].

Визначаємо поправку до потужності:

$$\Delta P_U = 0,0001 \cdot \Delta T_U \cdot n_1 = 0,835 \text{ кВт}. \quad (3.37)$$

Коефіцієнт режиму роботи: $C_p = 1$ [26, 27].

Допустима потужність на один пас:

$$[P] = (P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L + \Delta P_U) \cdot C_p; \quad (3.38)$$

$$[P] = (1,4 \times 0,92 \times 0,83 + 0,8350) \times 1 = 1,9 \text{ кВт}.$$

Визначаємо розрахункове число пасів:

$$z = \frac{P_1}{[P]} = \frac{2,2}{1,9} = 1,1. \quad (3.39)$$

Визначаємо коефіцієнт, який враховує нерівномірність навантаження: $C_Z = 0,95$ [26, 27].

Визначаємо дійсне число пасів в передачі:

$$z' = \frac{z}{C_Z} = \frac{1,1}{0,95} = 1,16, \quad (3.40)$$

Приймаємо $z' = 2$.

Розраховуємо силу попереднього натягу F_0 і силу тиску на вали F :

$$F_0 = \frac{780 \cdot N}{v \cdot C_\alpha \cdot C_p} + q \cdot z' \cdot v^2; \quad (3.41)$$

$$F = 2 \cdot S_0 \cdot z' \cdot \sin\left(\frac{\alpha_1^0}{2}\right); \quad (3.42)$$

$$F_0 = \frac{780 \times 5,5}{15,08 \times 0,92 \times 1} + 0,12 \times 15,08^2 = 130,36 \text{ Н};$$

$$F = 2 \times 130,36 \times 3 \times \sin\left(\frac{151^\circ}{2}\right) = 757,62 \text{ Н}.$$

Визначаємо розміри обода шківів: $l_p = 11 \text{ мм}$, $h = 13 \text{ мм}$, $b = 3 \text{ мм}$, $e = 15$, $f = 10$, $r = 1 \text{ мм}$ [26, 27].

Розраховуємо зовнішні діаметри шківів:

$$d_{e1} = d_{p1} + 2 \times b = 100 + 2 \times 3 = 106; \quad (3.43)$$

$$d_{e1} = d_{p1} + 2 \times b = 180 + 2 \times 3 = 186. \quad (3.44)$$

Розраховуємо ширину обода шківів:

$$M = (z' - 1) \times e + 2 \times f = (3 - 1) \times 15 + 2 \times 10 = 50 \text{ мм.} \quad (3.45)$$

3.4 Розрахунок підшипників ведучого барабана

Проведемо розрахунок на основі таких вихідних даних: сила натягу стрічки – 4848 Н, сила натягу паса – 752,62 Н, діаметр цапф валу для підшипників – $d_{\text{п}} = 35$ мм, кутова швидкість валу – $\omega = 5$ рад/с, необхідна довговічність підшипників $L_h = 11650$ год при 90% надійності, типовий режим навантаження валу – важкий (В), короткочасні перевантаження до 120%, робоча температура підшипників до 50 °С.

На даній схемі більш навантаженою є опора розміщена з боку веденого шківів. Оскільки навантаження на вал досить значне слід орієнтуватися на підшипники середньої серії. Попередньо приймаємо кулькові радіальні підшипники укр 207, для яких з довідника [26, 27] маємо:

- базова статична вантажопідйомність $C_0 = 13700$ Н;
- базова статична вантажопідйомність $C_T = 25500$ Н.

Для типового режиму навантаження В коефіцієнт інтенсивності $K_E = 0,8$ [26, 27].

Відповідно до умов роботи підшипників отримаємо [26, 27]: $V = 1$ – обертається внутрішнє кільце; $K_6 = 1,5$ – коефіцієнт безпеки при короткочасних перевантаженнях до 120%; $K_T = 1$ – температурний коефіцієнт при робочій температурі підшипників до 100°С.

Максимально можливе радіальне навантаження на підшипник $F_T = 4848 + 752,62 = 5600,62$ Н.

Осьове навантаження F_A відсутнє. Для визначення коефіцієнтів X і Y знаходимо відношення $F_A / C_0 = 0 / 13700 = 0$. За [26, 27] параметр осьового навантаження: $e = 0,19$.

Оскільки відношення $F_A / (V \cdot F_T) = 0 / (1 \cdot 5600,62) = 0 > e = 0,23$, то за [23, 24] маємо: $X = 0,56$; $Y = 2,3$.

Розрахункове еквівалентне навантаження на підшипник:

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	43
		№ докум.	Підпис			

$$R = (X \cdot V \cdot F_T + Y \cdot F_A) \cdot K_6 \cdot K_T =$$

$$= (0,56 \cdot 1 \cdot 5600,62 + 2,3 \cdot 0) \cdot 1,5 \cdot 1 = 4704,5 \text{ Н.} \quad (3.46)$$

З урахуванням режиму навантаження протягом строку служби:

$$R_E = K_E \cdot R = 0,8 \cdot 4704,5 = 3763,6 \text{ Н.}$$

Розрахункова довговічність підшипника.

Для 90%-ї надійності: коефіцієнт $a_1=1$, а для звичайних умов експлуатації коефіцієнт $a_{23} = 0,8$ [26, 27].

Розрахункова довговічність, млн. об[23, 24]:

$$L = a_1 \cdot a_{23} \cdot (C_T/R_E)^p = 1 \cdot 0,8 \cdot (25500/3763,6)^3 = 248,8, \quad (3.47)$$

де $p = 3$ – показник ступеня для кулькових підшипників.

Розрахункова довговічність підшипника[26, 27]:

$$h = 1745 \cdot L/\omega = 1745 \cdot 248,8/5 = 86841,1 \text{ год.} \quad (3.48)$$

Отже попередньо вибраний підшипник црс 207 для опор барабана має довговічність більшу від потрібної.

3.5 Розрахунок шпонкового з'єднання

Розрахунок проведемо на основі таких вихідних даних: максимальний обертовий момент, що передає з'єднання – $T_2 = 438,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$; діаметр вала на якому встановлено шків – $d = 35 \text{ мм}$.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	44
		№ докум.	Підпис			

За діаметром вала згідно зі стандартом вибираємо такі розміри з'єднання: ширина шпонки – $b = 10$ мм, висота шпонки – $h = 8$ мм, глибина паза на валу – $t_1 = 5$ мм, глибина паза у маточині шківів – $t_2 = 3,3$ мм.

Допустиме напруження зминання для сталі $[\sigma]_{зм} = 100$ МПа [26, 27].

Обчислюємо необхідну робочу довжину шпонки:

$$l_0 = \frac{2T_2}{[d(h-t_1)[\sigma_{зм}]]} = \frac{2 \cdot 438,2}{[3,5 \cdot 10^{-2} (0,008 - 0,005) 10^8]} = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ м} \quad (3.49)$$

Повна довжина шпонки:

$$l = l_0 + b = 32 + 10 = 42 \text{ мм.}$$

За стандартом приймаємо: $l = 45$ мм.

Отже задане з'єднання можна здійснити призматичною шпонкою 10x8x45 ГОСТ 23360-78.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	45
		№ докум.	Підпис			

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов праці

Ефективне використання людських ресурсів є критичним чинником для соціально-економічного прогресу будь-якого підприємства. У сучасних умовах проблеми, пов'язані зі збереженням робочого потенціалу, профілактикою професійних захворювань та створенням безпечних умов на виробництві, набувають великої важливості. Проте, у практичній роботі часто маємо справу з ігноруванням принципів безпеки на роботі, що може призвести до травматизму та навіть загибелі працівників. Отже, вирішальним стає питання про обов'язки та відповідальність роботодавця за забезпечення належних умов праці на підприємстві. Рівень безпеки на виробництві визначається частотою та серйозністю небезпечних ситуацій, тривалістю їхнього виникнення, кількістю працівників, які опиняються під впливом небезпечних факторів, а також ефективністю застосованих заходів безпеки. Можливий вплив на працівників небезпечних та шкідливих виробничих факторів. До небезпечних виробничих факторів відносять фактори, вплив яких на працюючих приводить до травм, а шкідливих – фактори які приводять до захворювання.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що діють на працівників, поділяють за природою дії на фізичні, хімічні, та психофізіологічні.

В приміщенні, де здійснюється проектування, на працюючих діють тільки дві групи небезпечних та шкідливих виробничих факторів – фізичні та психофізіологічні.

До групи фізичних небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечної дії:

- підвищена чи понижена вологість повітря;
- підвищена чи понижена температура повітря;
- недостатність природного освітлення;
- недостатність освітлення робочого місця;

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	46
		№ докум.	Підпис			

- підвищена чи понижена рухомість повітря.

Групу психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів по характеру дії поділяють на такі підгрупи: фізичні та нервово-психічні перевантаження. До фізичних перевантажень відносять – статичне; до нервово – психічних - монотонність праці, розумові навантаження, емоційні переживання.

4.2 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи

4.2.1 Електробезпека

Забезпечення електробезпеки в приміщенні де здійснюється розробка передбачає впровадження таких заходів:

- Правильне встановлення та експлуатація електричного обладнання, такого як розетки, вимикачі, світильники та комп'ютери.
- Регулярна перевірка електричних систем на ознаки пошкоджень або несправностей, таких як перегрівання розеток або видимі дроти.
- Встановлення захисних пристроїв, таких як автоматичні вимикачі або розетки з функцією відключення напруги.
- Надання інструкцій працівникам щодо правильної експлуатації електротехніки та дотримання правил безпеки.
- Проведення навчання з пожежної та електробезпеки для всього персоналу.
- Регулярне обслуговування та технічне обстеження електрообладнання для виявлення можливих проблем та їх своєчасного виправлення.
- Встановлення надзвичайних вимикачів та плану евакуації в разі пожежі або інших аварійних ситуацій.

4.2.2 Організація робочого місця

Розташування робочого обладнання та організація простору важливі для створення безпечних та комфортних умов праці. Конструкція робочого місця має відповідати антропометричним, фізіологічним і психофізіологічним

характеристикам людини, а також виду виконуваної роботи. Розміщення робочих елементів повинно забезпечити зручне розташування працівника та доступ до обладнання.

4.3 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Визначається як система організаційних, технічних засобів, які запобігають або зменшують дію на робітника шкідливих факторів.

4.3.1 Санітарні вимоги до приміщення.

За санітарними нормами на одного працюючого має припадати не менше $S = 6 \text{ м}^2$ виробничої площі та $V = 15 \text{ м}^3$ об'єму за кількості персоналу до 20 чоловік. Без урахування обладнання в приміщенні на одну людину припадає $S = 5 \text{ м}^2$ та $V = 14 \text{ м}^3$. Враховуючи площу обладнання отримуємо $S = 4,4 \text{ м}^2$ та $V = 12,8 \text{ м}^3$.

4.3.2 Мікроклімат

Мікроклімат на робочому місці має важливе значення, оскільки він безпосередньо впливає на здоров'я, комфорт і продуктивність працівників. Основні параметри мікроклімату, такі як температура, вологість, швидкість руху повітря та чистота повітря, повинні відповідати встановленим нормам для забезпечення оптимальних умов праці. Нормування параметрів мікроклімату здійснюється у відповідності до вимогам «Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень» (ДСН 3.3.6.042-99), якими встановлені норми оптимальних та допустимих параметрів мікроклімату виробничих приміщень. В таблиці ...1 наведені допустимі параметри мікроклімату у робочій зоні виробничих приміщень категорії 2а (до якої відноситься робота працівника за енерговитратами).

Заходи щодо забезпечення сприятливого мікроклімату на робочому місці:

1. Вентиляція: у приміщенні наявна система вентиляції, яка забезпечує видалення пилу та шкідливих речовин з повітря; необхідно використовувати локальні відсмоктувачі для видалення пилу від місць його утворення.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	48
		№ докум.	Підпис			

2. На робочому місці наявна система опалення, яка забезпечує підтримку комфортної температури взимку.

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	18-27	40-60	0,2-0,4
Холодний	17-23	40-60	0,1-0,3

4.3.3 Освітлення

Освітлення на робочому місці має велике значення з точки зору забезпечення безпечної та ефективної праці. Основні аспекти значення виробничого освітлення включають:

1. Ефективне освітлення допомагає убезпечити працівників від травм та нещасних випадків, що можуть виникнути через погану видимість або недостатнє освітлення робочих зон та обладнання.

2. Достатнє освітлення стимулює працівників до більш ефективної роботи, оскільки полегшує виконання завдань, зменшує кількість помилок та покращує концентрацію.

3. Правильне освітлення забезпечує комфортні умови праці, що має велике значення для збереження здоров'я та добробуту персоналу.

4. Відповідне освітлення дозволяє працювати з високою точністю та якістю, що важливо для виготовлення продукції високої якості.

5. Використання енергоефективних систем освітлення сприяє зменшенню споживання електроенергії та витрат на утримання виробничих приміщень.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО при природному та сумісному освітленні відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 зазначені у таблиці ...2.

Дотримання норм освітленості у виробничих приміщеннях є ключовим фактором для збереження здоров'я працівників та підвищення їхньої працездатності. До основних заходів з досягнення цієї мети належать:

1. Систематичний аналіз рівня освітлення в приміщеннях, що дозволяє визначити недоліки та вжити необхідних заходів для їх усунення.
2. Використання сучасних та економних систем освітлення, які відповідають нормам освітленості, яке забезпечить рівномірний розподіл світла по робочих зонах.
3. Розташування світильників таким чином, щоб уникнути сліпучого блиску та тіней на робочих поверхнях, створить комфортні умови для праці.
4. Можливість регулювати яскравість освітлення в залежності від потреб працівників та специфіки виробничих процесів, яке дозволить оптимізувати умови праці.
5. Своєчасне очищення та технічне обслуговування світильників, що забезпечить їхню максимальну ефективність та дозволить економити електроенергію.

Таблиця 4.2 Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнювання	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість, лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє	Бокове	Верхнє або верхнє	Бокове
Середньої точності	Від 0,5 до 1	IV	a	малий	темний	750	200	4	1,5	2,4	0,9

4.3.4 Шум

Високий рівень шуму на робочому місці може викликати стрес, дискомфорт і втому серед працівників. Зменшення шуму сприяє підвищенню комфорту та загального самопочуття на робочому місці. Тривала експозиція до високого рівня шуму може призвести до пошкодження слуху, порушень сну, збільшення ризику серцево-судинних захворювань, а також зниження концентрації та продуктивності працівників.

Зменшення виробничого шуму сприяє поліпшенню уваги та концентрації працівників, що може покращити якість виконаної роботи. Допустимі рівні звукового тиску та рівні звуку L_A в приміщенні наведені у таблиці 4.5 (згідно ДСН 3.3.6.037-99).

Для забезпечення прийнятних рівнів шуму в приміщенні передбачається використання звукопоглинальних матеріалів при необхідності, а також раціональне розташування виробничого обладнання. Ці заходи спрямовані на забезпечення встановлених нормативами рівнів шуму в приміщенні та створення комфортних умов для присутності людей.

Таблиця 4.5 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньо-геометричними частотами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

4.3.5 Виробничі випромінювання

Під час виконання досліджень розробником використовувалося електрообладнання, що призвело до збільшення рівня електромагнітного випромінювання на робочому місці. Вплив цього випромінювання на організм

працівника залежить від різноманітних факторів, таких як діапазон частот, тривалість опромінення, характер та режим його випромінювання, а також розміри поверхні тіла, що піддається випромінюванню, та індивідуальні особливості організму. Електромагнітні випромінювання, що випромінюються відеодисплеями, охоплюють широкий діапазон частот, який згідно зі стандартами оцінюється у діапазоні від 5 Гц до 400 кГц. Гранично допустимі значення напруженості електричного і магнітного полів промислової частоти в залежності від часу їх впливу встановлюються ДСанПіН 3.3.6.096-2002. Згідно з цим нормативним документом перебування в ЕП промислової частоти напруженістю до 5 кВ/м допускається протягом усього робочого дня. Гранично допустимі рівні електромагнітного поля радіочастотного діапазону для працівника становлять $E_{гдр} = 25 \text{ В/м}$ та $B_{гдр} = 250 \text{ нТл}$. Для зменшення впливу електромагнітного випромінювання на проектувальника слід дотримуватися раціонального режиму роботи та відпочинку.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	52
		№ докум.	Підпис			

ВИСНОВКИ

У результаті виконання роботи проведено комплексний аналіз, обґрунтування вибору, розрахунок і опис конструкції стрічкових конвеєрів для транспортування фракціонованих сипучих будівельних матеріалів. Розглянуто основні принципи фракціонування та методи сепарації сипучих матеріалів, що є ключовими для забезпечення стабільної якості будівельної продукції та оптимізації виробничих процесів.

Обґрунтовано доцільність використання стрічкових конвеєрів як найбільш ефективного, продуктивного та універсального виду транспорту для переміщення сипучих матеріалів на різні відстані та висоти. Детально описано конструкцію, принцип дії, особливості експлуатації та вузлові рішення спроектованих приймального та відвального конвеєрів, які забезпечують надійність, мобільність і простоту обслуговування обладнання. Проведено розрахунки та вибір розмірів основних елементів: конвеєрної стрічки, роlikоопор, приводної та натяжної станції, з'єднань, підшипників і шпонкових з'єднань, що дозволяє гарантувати довговічність і безпечну роботу системи в різних виробничих умовах.

Визначено ключові переваги стрічкових конвеєрів: висока продуктивність, можливість автоматизації, модульність, плавність і безшумність роботи, а також гнучкість у налаштуванні під конкретні технологічні завдання. Разом з тим, вказано основні обмеження та недоліки – відносно висока вартість і обмежений термін служби стрічки, вимоги до прямолінійності траси та обмеження кута підйому при використанні гладкої стрічки.

Особливу увагу приділено питанням безпеки, організації обслуговування, охорони праці та можливості адаптації конструкції під різні типи матеріалів і умови експлуатації.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	53
		№ докум.	Підпис			

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Фізичні властивості вуглецевих сипучих матеріалів [Електронний ресурс] : моногр. / Т. В. Чирка, Г. М. Васильченко, Е. Н. Панов та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 152 с.: іл.
2. Білецький В.С., Олійник Т.А., Смирнов В.О., Скляр Л.В. Основи техніки та технології збагачення корисних копалин : навч. посібн. Київ : Видавництво Ліра-К 2020. 634 с.
3. Вібросито для просіювання сипучих будівельних матеріалів. статті компанії «ТОВ «Харків трейд сервіс»». «ТОВ «Харків Трейд Сервіс»» - контакти, товари, послуги, ціни. URL: <https://kh-ts.com/ua/a142554-vibrosito-dlya-proseivaniya.html> (дата звернення: 11.04.2025).
4. Устаткування галузі та основи проектування: Підручник для студентів хіміко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Волошин М.Д., Шестозуб А.Б., Гуляєв В.М. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004, – 371 с.
5. Спосіб поділу сипучих матеріалів по фракціях : пат. 137469 Україна : В07В 4/02 (2006.01), В07В 13/10 (2006.01). № и 2019 03190 ; заявл. 01.04.2019 ; опубл. 25.10.2019, Бюл. № 20. 4 с.
6. Колосниковий віброгрохот (аналог Гризли). «ВІБРОМАШ» - виробництво будівельного обладнання. URL: https://vibromash.com/catalog/vibrogrokhhot_kolosnikovyy/kolosnikovyy_vibrogrokhhot_analog_grizli_ (дата звернення: 11.04.2025).
7. Техніка і технологія переробки гірських порід: навч. посіб. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво»/ В.Г. Кравець, О.М. Терент'єв В.С. Білецький, В.О. Смирнов, О.М. Чала; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 29,9 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 315с.
8. Повідайло В.О. Вібраційні процеси та обладнання: Навч. посібник. [Текст]. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2004–97 с.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	55
		№ докум.	Підпис			

9. Deister heavy duty inclined vibrating screens. Deister Machine Vibrating Screens. URL: https://www.deistermachine.com/files/products/Deister-Bulletin-300-D_1.pdf (date of access: 14.04.2025).

10. Gyratory vibrating screen. Eversun. URL: <https://www.eversunequipment.com/product/gyratory-vibrating-screen/> (date of access: 14.04.2025).

11. Білецький В.С., Олійник Т.А., Смирнов В.О., Скляр Л.В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Частина І. Підготовчі процеси. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2019. –200 с.

12. Підготовка корисних копалин до збагачення : монографія / Сокур М.І., Білецький В.С., Єгурнов О. І., Воробйов О. М., Смирнов В.О., Божик Д.П. – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2017. – 392 с.

13. Смирнов В.О., Білецький В.С., Шолда Р.О. Переробка корисних копалин. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2013. – 600 с.

14. Білецький В.С., Смирнов В.О. Технологія збагачення корисних копалин. – Донецьк: Навч. посібн. Східний видавничий дім, 2004. – 272 с.

15. Грохоти NIAGARA | Haver&Boecker в Україні. Haver&Boecker в Україні | Haver&Boecker Group. URL: <https://www.haverukraine.com.ua/produkcziya/grohoty-niagara/> (дата звернення: 15.04.2025).

16. Горизонтальні грохоти - meka. MEKA Crushing & Screening and Concrete Batching Technologies. URL: <https://www.mekaglobal.com/ru/produkcziya/drobilki/grokhoty/gorizontalnye-grohoty> (дата звернення: 15.04.2025).

17. Високочастотний грохот ASTEC Vari-Vibe - купити в Україні. actis. URL: <https://actis-ua.com/product/vysokochastotnyj-grohot-astec-vari-vibe/> (дата звернення: 15.04.2025).

18. Nataliya. Види стрічкових конвеєрів та їх призначення – Агробізнес сьогодні. Агробізнес сьогодні. URL: <https://agro->

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	55
		№ докум.	Підпис			

business.com.ua/agrobusiness/item/27899-vydy-strichkovykh-konveieriv-ta-ikh-pryznachennia.html (дата звернення: 10.05.2025).

19. Обладнання для транспортування сипучих матеріалів. <https://wamgroup.com.ua:443>. URL: https://wamgroup.com.ua/uk-UA/WAMUA/SDetail/S596/NED_CON/Обладнання-для-транспортування-сипучих-матеріалів (дата звернення: 10.05.2025).

20. Устаткування для транспортування інертних матеріалів. Бетонні заводи та бетонозмішувальні установки - Кармель. URL: <https://karmel.com.ua/ua/g776940-pitatelniki-inertnyh-materialov> (дата звернення: 10.06.2025).

21. Підйомно-транспортні та вантажно-розвантажувальні машини: підручник / О.М. Лівінський, О.І. Курок, Л.Є. Пелевін та ін. – К.: «МП Леся», 2016. – 676 с.

22. Гончарук О.М. Вантажопідйомна, транспортуюча та транспортна техніка: навч. посіб. / О.М. Гончарук, В.М. Стрілець. – Рівне: НУВГП, 2006. – 345 с.

23. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини: підручник / Ф.К. Іванченко. – К.: Вища школа, 1993. – 413 с.

24. Будівельна техніка: підручник / В.Л. Баладінський, А.М. Тугай, О.М. Гаркавенко, І.В. Русан. – К.: КНУБА, 2002. – 236 с.

25. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: підручник [В.С. Бондарев, О.І. Дубинець, М.П. Колісник та ін.]. – К.: Вища шк., 2009. – 734 с.

26. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – 275 с.

27. Деталі машин. Розрахунок та конструювання : підручник / Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, В. С. Гапонов, О. І. Дубинець, О.І. Пилипенко, А. В. Гайдамака, С. Л. Панов, А. С. Столбовий. – Київ : Талком, 2014. – 684 с.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	56
		№ докум.	Підпис			

28. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

29. Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14._nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html

30. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

31. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

32. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php

33. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості від 16.10.2013 № 749 «Про затвердження Правил охорони праці під час холодного оброблення металів»,

34. НПАОП 0.00-1.68-13 Правила охорони праці під час холодного оброблення металів

35. Наказ МОЗ України № 285 від 13.02.2023 «Про затвердження Граничних та робочих рівнів виробничої вібрації та Порядку проведення оцінки рівня небезпеки впливу вібрації на працівника» - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0535-23#Text>

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	57
		№ докум.	Підпис			

36. Атлас конструкцій Підйомно-транспортних машин. Частина І. Крани і кранові механізми. [Білостоцький В.О., Мазоренко Д.І., Тіщенко Л.М., Мінняйло А.В. та ін.]. – та ін.]. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – 100 с.

37. Атлас конструкцій Підйомно-транспортних машин. Частина ІІ. Транспортні машини. [Білостоцький В.О., Мазоренко Д.І., Тіщенко Л.М., Мінняйло А.В. та ін.]. – та ін.]. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – 98 с.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	58
		№ докум.	Підпис			

ДОДАТКИ

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	59
		№ докум.	Підпис			

Додаток А
(обов'язковий)

Затверджую
Завідувач кафедри ГМ
д. т. н., професор
Поліщук Л.К.
«__»_____ 2025 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на бакалаврський кваліфікаційний проєкт
ЛІНІЯ ДЛЯ СЕПАРУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ. Ч 2. РОЗРОБКА
ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ
08-62.БКП.02.03.00.00.000

Керівник роботи:
к.т.н., доц., асистент кафедри ГМ
Поліщук О. В.

Виконавець: ст. гр. 1ГМ–216
Совик Д. Е

Вінниця – 2025 р.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив		СовикД.Е.			ЛІНІЯ ДЛЯ СЕПАРУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ. Ч 2. РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірів		Поліщук О.В..							1	6	
Реценз.								ВНТУ, зр. ГМ-216			
Н. Контр.		Слабкий А. В.									
Затв.		Поліщук Л.К									

1. Найменування і область застосування

Транспортна система лінії для сепарування сипучих матеріалів призначена для транспортування та накопичення у відвалах сепарованих сипучих матеріалів.

2. Підстава для виконання роботи

Підставою для розробки даного проєкту є індивідуальне завдання на бакалаврський дипломний проєкт та наказ ректора по ВНТУ про закріплення тем.

3. Мета і призначення дослідження

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є розробка транспортної системи лінії для сепарування сипучих матеріалів.

4. Джерела розробки

Список використаних джерел розробки

1. Підйомно-транспортні та вантажно-розвантажувальні машини: підручник / О.М. Лівінський, О.І. Курок, Л.Є. Пелевін та ін. – К.: «МП Леся», 2016. – 676 с.

2. Гончарук О.М. Вантажопідйомна, транспортуюча та транспортна техніка: навч. посіб. / О.М. Гончарук, В.М. Стрілець. – Рівне: НУВГП, 2006. – 345 с.

3. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини: підручник / Ф.К. Іванченко. – К.: Вища школа, 1993. – 413 с.

4. Будівельна техніка: підручник / В.Л. Баладінський, А.М. Тугай, О.М. Гаркавенко, І.В. Русан. – К.: КНУБА, 2002. – 236 с.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	61
		№ докум.	Підпис			

5. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: підручник [В.С. Бондарєв, О.І. Дубинець, М.П. Колісник та ін.]. – К.: Вища шк., 2009. – 734 с.

6. Атлас конструкцій Підйомно-транспортних машин. Частина І. Крани і кранові механізми. [Білостоцький В.О., Мазоренко Д.І., Тіщенко Л.М., Міняйло А.В. та ін.]. – та ін.]. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – 100 с.

7. Атлас конструкцій Підйомно-транспортних машин. Частина ІІ. Транспортні машини. [Білостоцький В.О., Мазоренко Д.І., Тіщенко Л.М., Міняйло А.В. та ін.]. – та ін.]. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – 98 с.

5. Технічні вимоги

– вимоги монтажно-ї придатності до продукції – поставка в вузловому вигляді;

– маса продукції – до 10000 кг;

– захист від вологи, шкідливих випаровувань та корозії, здійснюється за рахунок герметичності, покриттів та використання корозійностійких матеріалів;

– складові частини пристрою взаємозамінні;

– деталі повинні виготовлятися з матеріалів стійких до дії миючих засобів, мастила;

– дрібносерійний вид виробництва деталей, запасні частини передбачаються.

5.1 Показники призначення:

1) Продуктивність – 15 т/год;

2) Область застосування – лінія для сепарування сипучих будівельних матеріалів;

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	62
		№ докум.	Підпис			

3) Розміри: приймальний конвеєр – 5026x2525x1000 мм; відвальний конвеєр – 7723x4128x1235 мм;

4) Висота відвалу готової продукції – 4 м;

5) Кут розвороту відвального конвеєра – $\pm 90^\circ$.

5.2 Вимоги до надійності:

Довговічність – не менше 10 тис. год; безвідмовність – напрацювання на відмову – 3 тис. год; збереженість – повинна забезпечуватися працездатність транспортувальної системи пристрою в режимі очікування, роботи, консервації; ремонтпридатність – компоновальне рішення обладнання повинно бути таким, що забезпечує легкодоступність до деталей, які вірогідно можуть мати найменший термін служби та відносно простий їх ремонт.

5.3 Вимоги до технологічності розробки, виробництва і експлуатації

Конструкція деталей приймального і та відвального конвеєрів повинна бути такою, щоб забезпечувати їх виготовлення без застосування спеціального обладнання і устаткування.

5.4 Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації

За можливості під час розробки конструкції використовувати уніфіковані деталі і стандартні вироби.

5.5 Вимоги безпеки життєдіяльності

Забезпечується безпека під час монтажу і ремонту. Допустимі рівні вібраційних і шумових навантажень у відповідності з санітарними нормами.

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	63
		№ докум.	Підпис			

Повинні бути розроблені заходи, що забезпечують технічну безпеку під час монтажу, експлуатації і ремонту приймального та відвального конвеєрів.

5.6 Конструкція повинна відповідати естетичним і ергономічним вимогам, повинна бути зручною в обслуговуванні та управлінні.

5.7 Матеріали, що використовуються для деталей приймального і та відвального конвеєрів слід обирати відповідно до рекомендацій, що застосовують під час виготовлення транспортувальних машин, що застосовуються в будівельній галузі.

5.8 Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговуванню і ремонту

– умови експлуатації, при яких повинно забезпечуватися використання обладнання з заданими технічними показниками – обладнання призначене для використання у середньоширотних кліматичних умовах;

– час підготовки обладнання до використання після транспортування і зберігання – 1 доба;

– вид обслуговування періодичний;

– періодичність і орієнтовна трудомісткість технічного обслуговування і ремонту – 1 день (один раз в три місяці).

5.9 Вимоги по транспортування і збереження

– можливість транспортування будь-яким видом вантажних транспортних засобів;

– захист від ударів під час завантаження і розвантаження;

– зберігання на складі готової продукції;

– зберігання у законсервованому вигляді;

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	64
		№ докум.	Підпис			

– складування окремих вузлів на стелажах.

6. Стадії і етапи розробки

Під час розробки транспортної системи передбачаються такі стадії і етапи розробки:

- огляд методів та обладнання для сепарування та транспортування будівельних матеріалів;
- розробка конструктивної схеми приймального та відвального конвеєрів;
- розрахунок геометричних та силових параметрів приймального та відвального конвеєрів;
- розробка 3D моделей та складальних креслень приймального та відвального конвеєрів;
- аналіз санітарних умов праці в приміщенні, в якому буде здійснюватиметься розробка обладнання;
- заключення висновків;
- оформлення текстових документацій та ілюстративних матеріалів для захисту кваліфікаційної роботи.

7. Порядок контролю і прийому

Порядок контролю і приймання бакалаврського кваліфікаційного проекту визначається графіком консультацій і попереднього захисту робіт, які затверджуються кафедрою ГМ і остаточного захисту роботи перед ДЕК.

Коректування стадій та етапів виконання бакалаврського кваліфікаційного проекту може проводитися при узгодженні з керівником роботи.

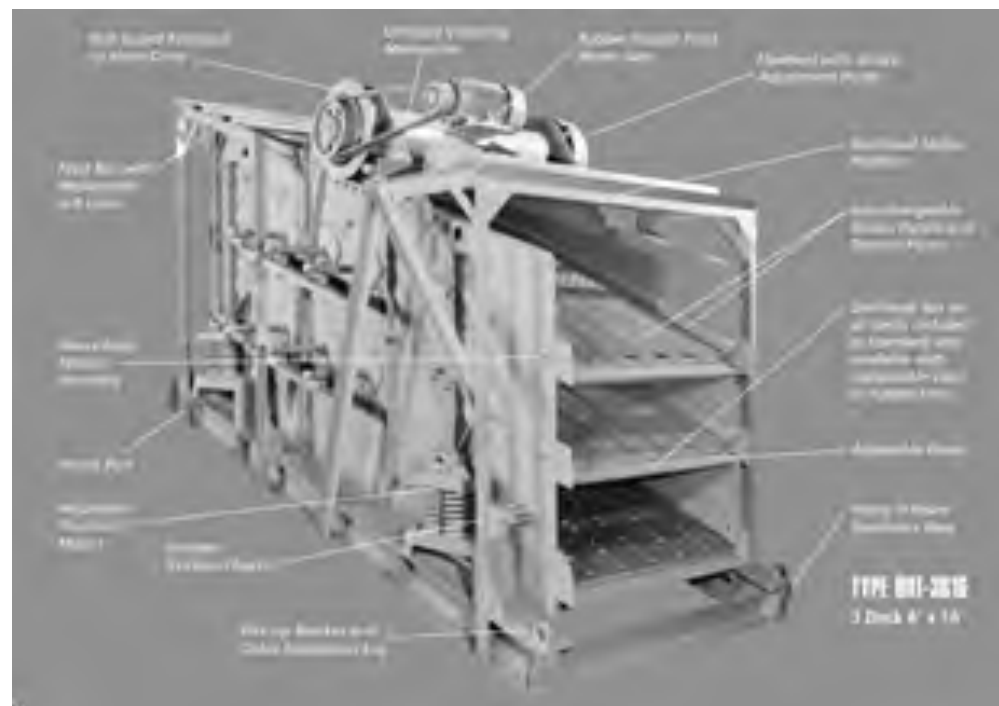
					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	65
		№ докум.	Підпис			

Додаток Б
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА
«ЛІНІЯ ДЛЯ СЕПАРУВАННЯ СИПУЧИХ
МАТЕРІАЛІВ. Ч 2. РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ»

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обладнання для сепарування сипучих матеріалів



Грохот Deister Type
BHT-3616



Гіраційний віброгрохот: закрита та
відкрита конструкції



Грохот серії ZK



Грохот барабанний БГЧ-28



Грохот барабанний ГБ-1,5



Грохот двоповерховий
MEKA MHS 2460/3



Грохот двоповерховий
Astec Vari-Vibe



Грохот двоповерховий Terex-Finlay 684

Відп. № розр.

Відп. і дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Підп. і дата

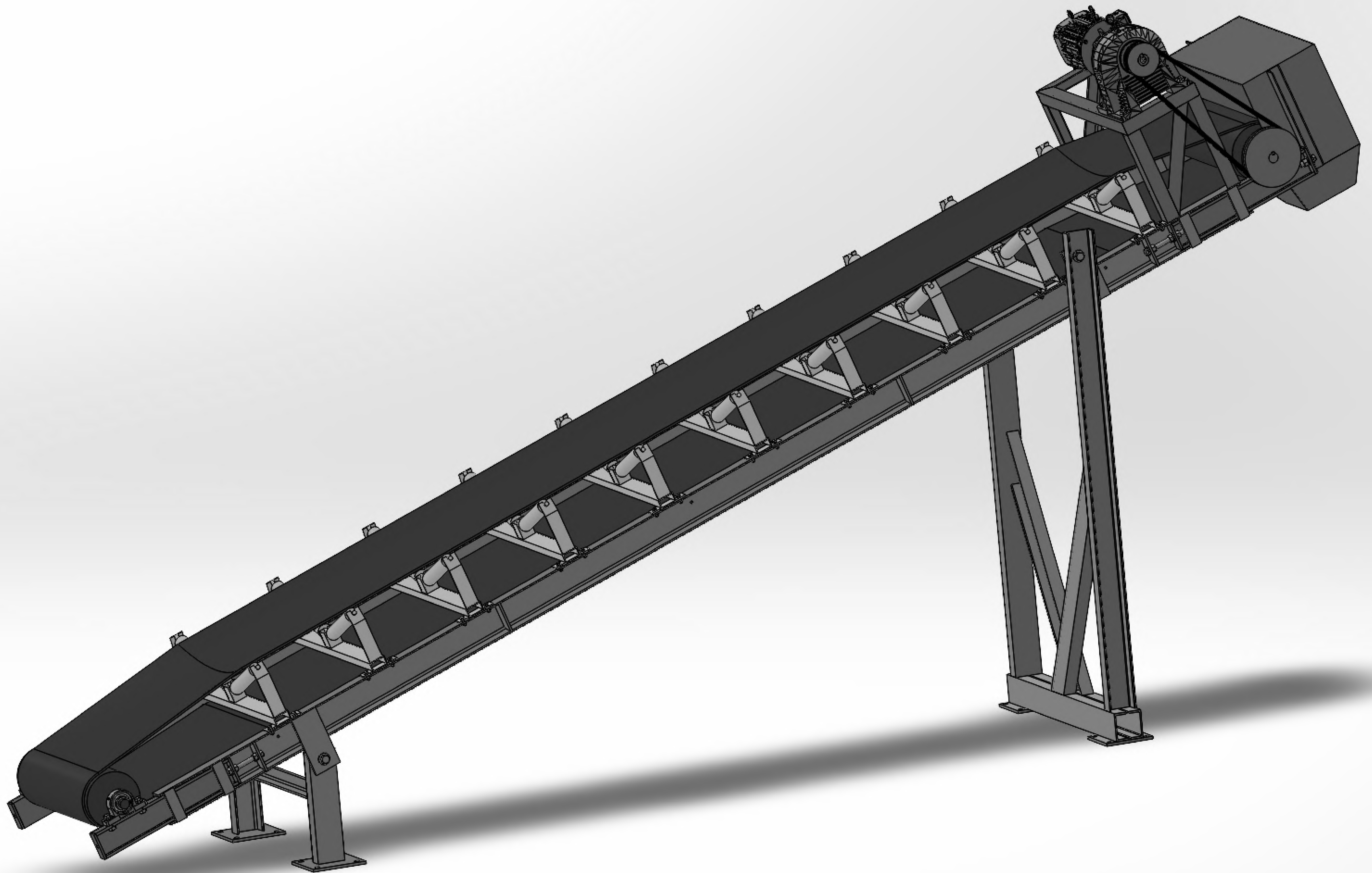
Стор. №

Перф. примеч.

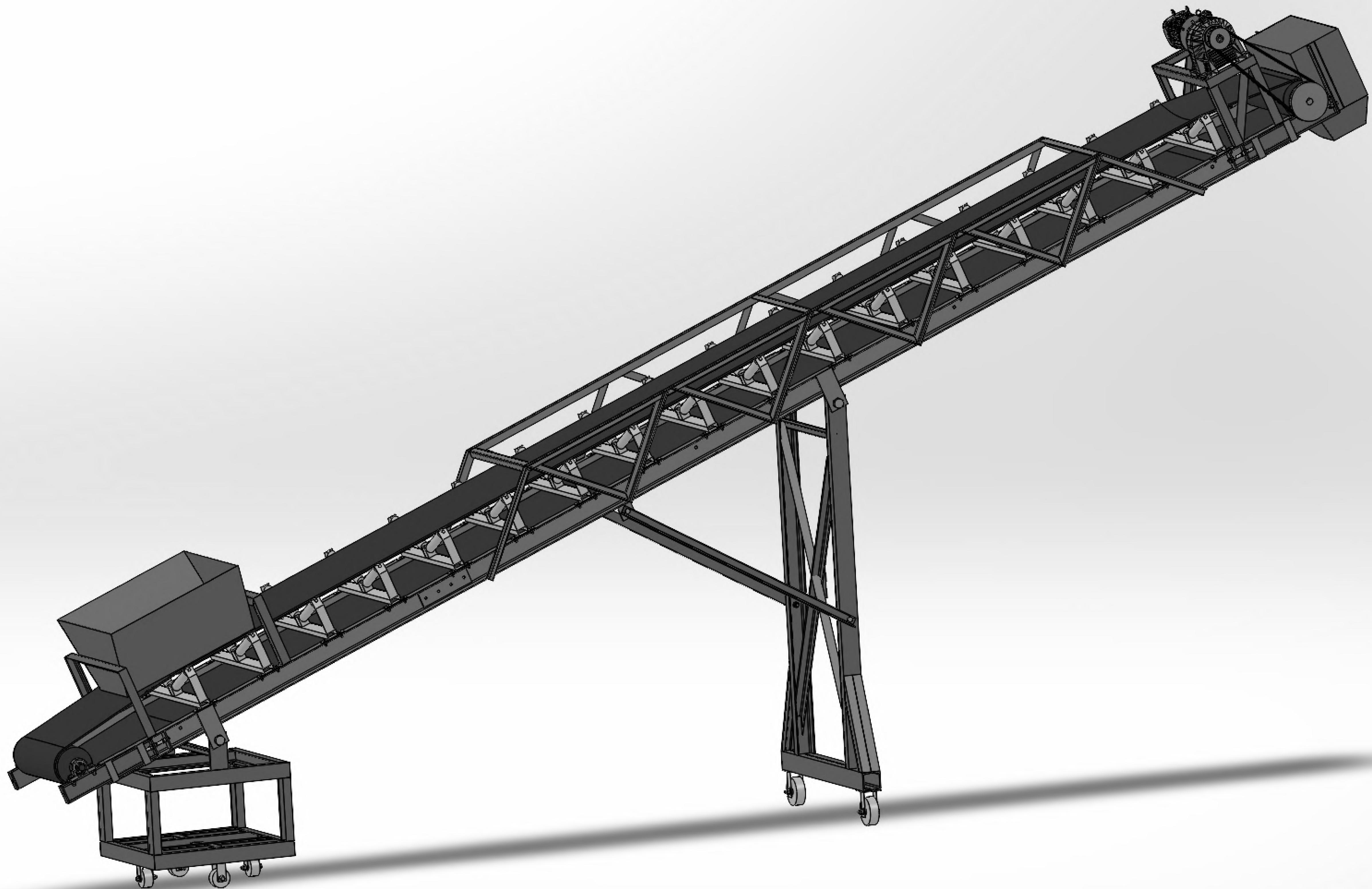
08-62БКП.02.03.00.00.000.П1

						08-62БКП.02.03.00.00.000.П1				
Изм. Разраб. Пров. Т.контр.	Лист	№ док-м. Садик Д. Е.	Подп.	Дата	Одладнання для сепарування сипучих матеріалів	Лит.	Масса	Масштаб		
		Полещук О. В.						1:1		
						Лист	Листов	1		
	Нконтр. Утв.	Сладкий А. В. Полещук Л. К.				ВНТУ, зр. ГМ-21б				
Копировал									Формат А1	

Приймальний конвеєр



Відвальний конвеєр



08-62БКП.02.03.00.00.000.П/З

№ док. №

Підп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № док.

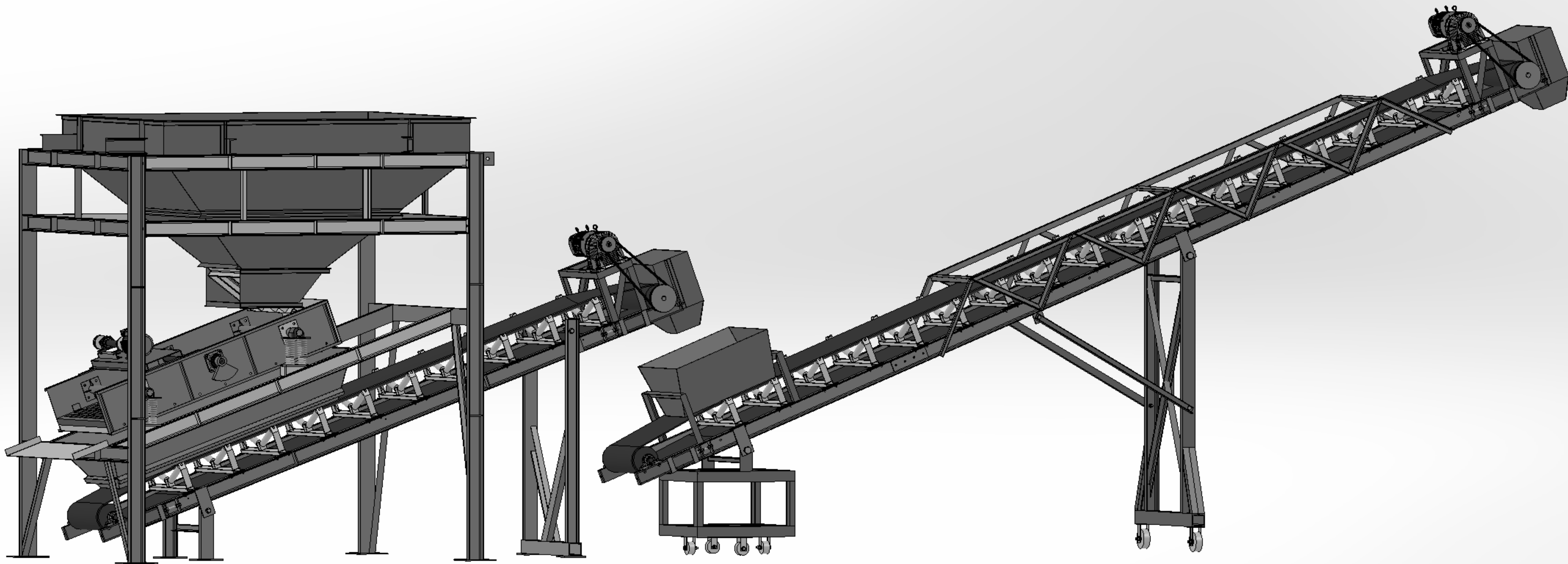
Підп. и дата

Стор. №

Перв. примеч.

						08-62.БКП.02.03.00.00.000.П/З			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Відвальний конвеєр	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.		Савик Д. Е.						1:1	
Проб.		Полещук О. В.							
Г. контр.						Лист	Листов	1	
Н. контр.		Сладкий А. В.				ВНТУ, зр. ГМ-21б			
Утв.		Полещук Л. К.							
						Копировал			
						Формат А1			

Лінія для сепарування сипучих будівельних матеріалів

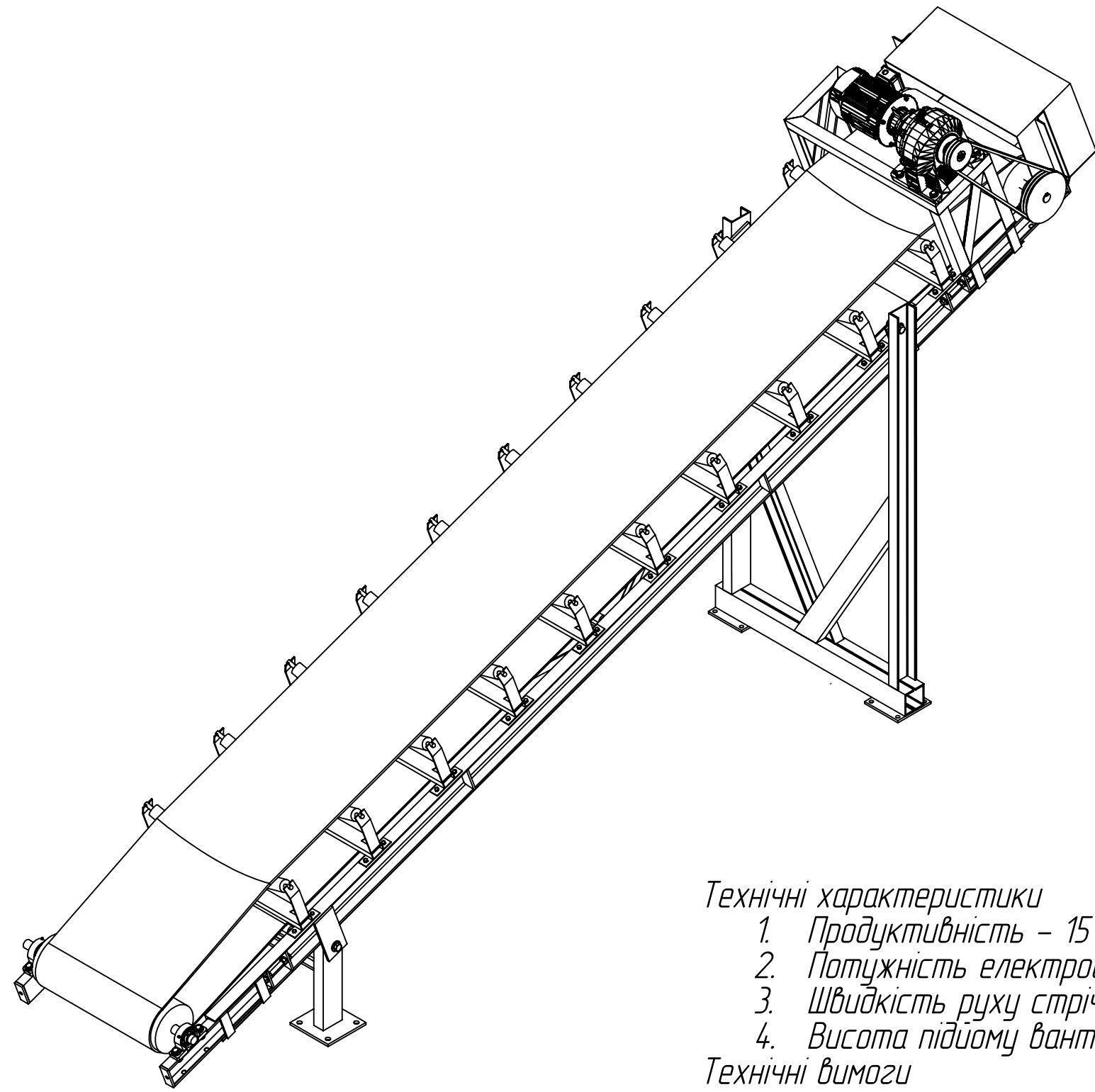
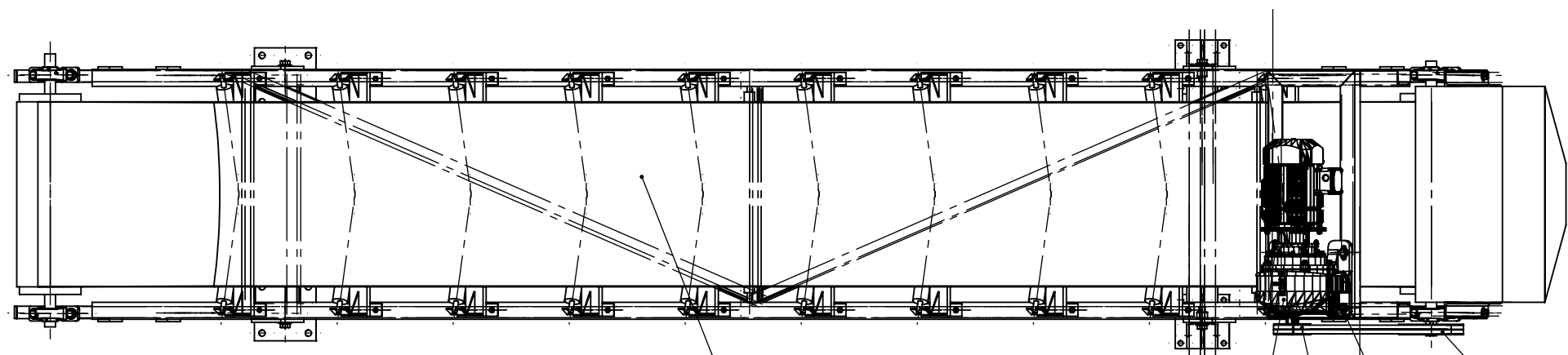
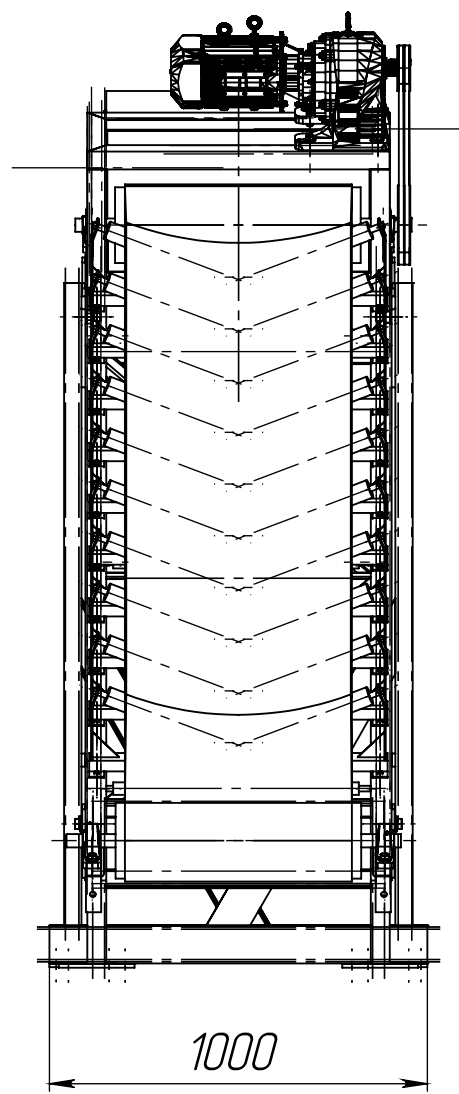
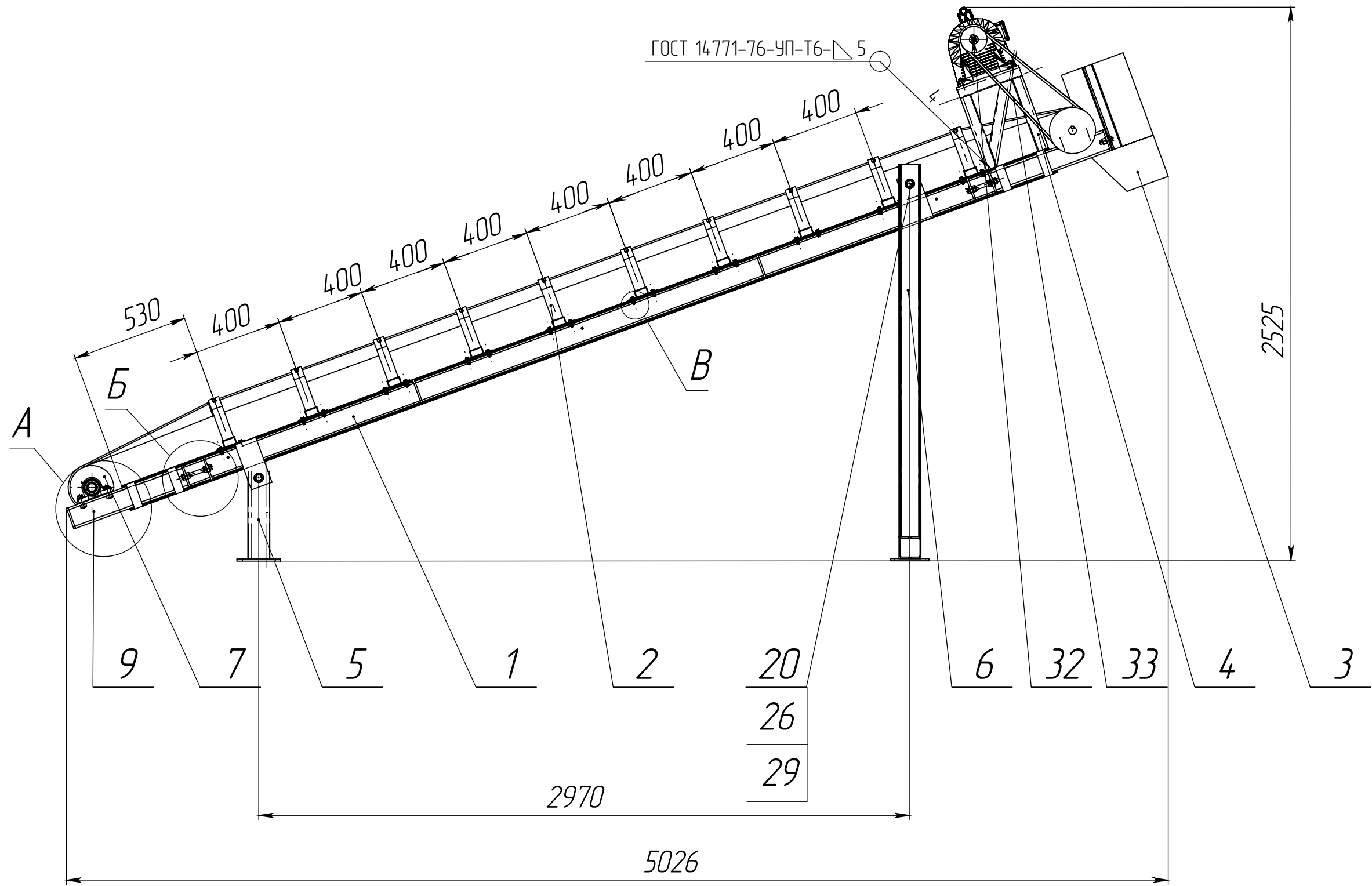
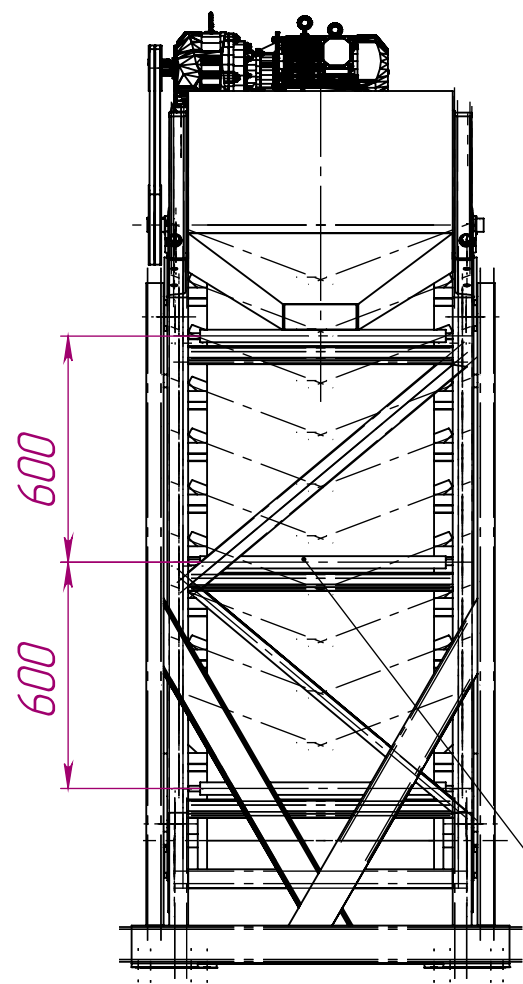


08-62.БКП.02.03.00.00.000.П/4

Серія №	Перф. промен.
---------	---------------

Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Підп. и дата
--------------	--------------	--------------

08-62.БКП.02.03.00.00.000.П/4								
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лінія для сепарування сипучих матеріалів	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Садик Д. Е.						1:1
Проб.		Полещук О. В.				Лист	Листов	1
Г. контр.						ВНТУ, зр. ГМ-21б		
Н. контр.		Сладкий А. В.				Копировал		
Утв.		Полещук Л. К.				Формат А1		

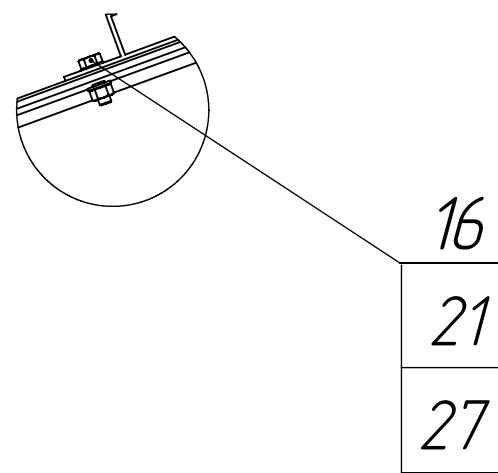
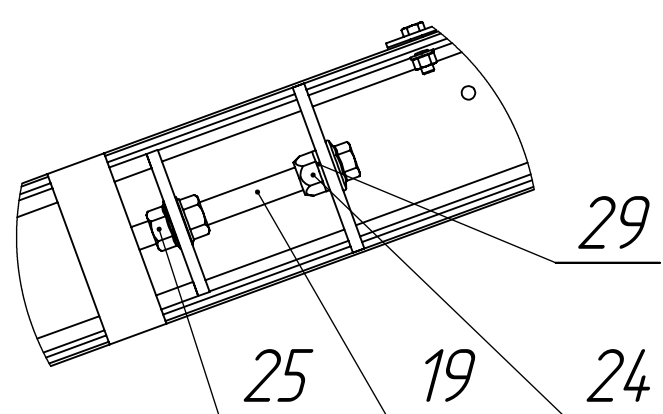
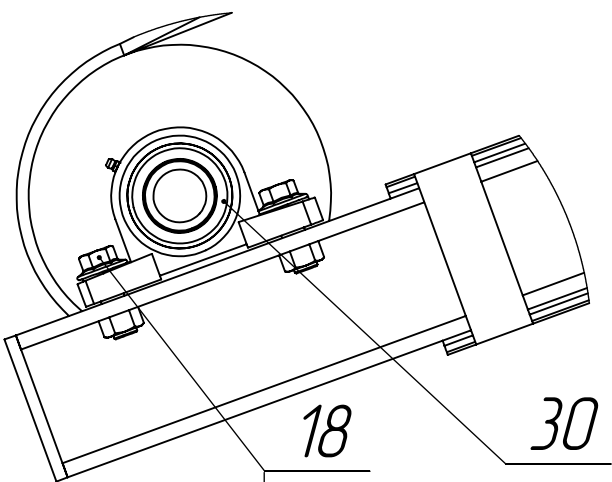


- Технічні характеристики
1. Продуктивність – 15 т/год
 2. Потужність електродвигуна – 2,2 кВт
 3. Швидкість руху стрічки конвеєра – 0,5 м/с
 4. Висота підйому вантажу – 2 м
- Технічні вимоги
1. Допустиме відхилення розмірів h14, H14, ±IT14/2/
 2. Зварні шви виконувати по ГОСТ 5264-80.
 3. Всі різьбодві з'єднання змастити графітовою змазкою.
 4. Допустиме провисання стрічки між роликками – не більше 2% від відстані між опорами
 5. Після складання перевірити співвісність валів (відхилення не більше 0,2 мм на 1 м).
 6. Обслуговування конвеєра проводити раз на 2 місяці.
 7. Рівень шуму під час роботи – не вище 85 дБ на відстані 1 м
 8. Відцентровка стрічки після монтажу: максимальне відхилення від осі – 3 мм на 10 м довжини.
 9. Пофарбувати зовнішні поверхні емаллю ПФ-115 у два шари

A (1 : 5)

Б(1 : 5)

B (1 : 5)

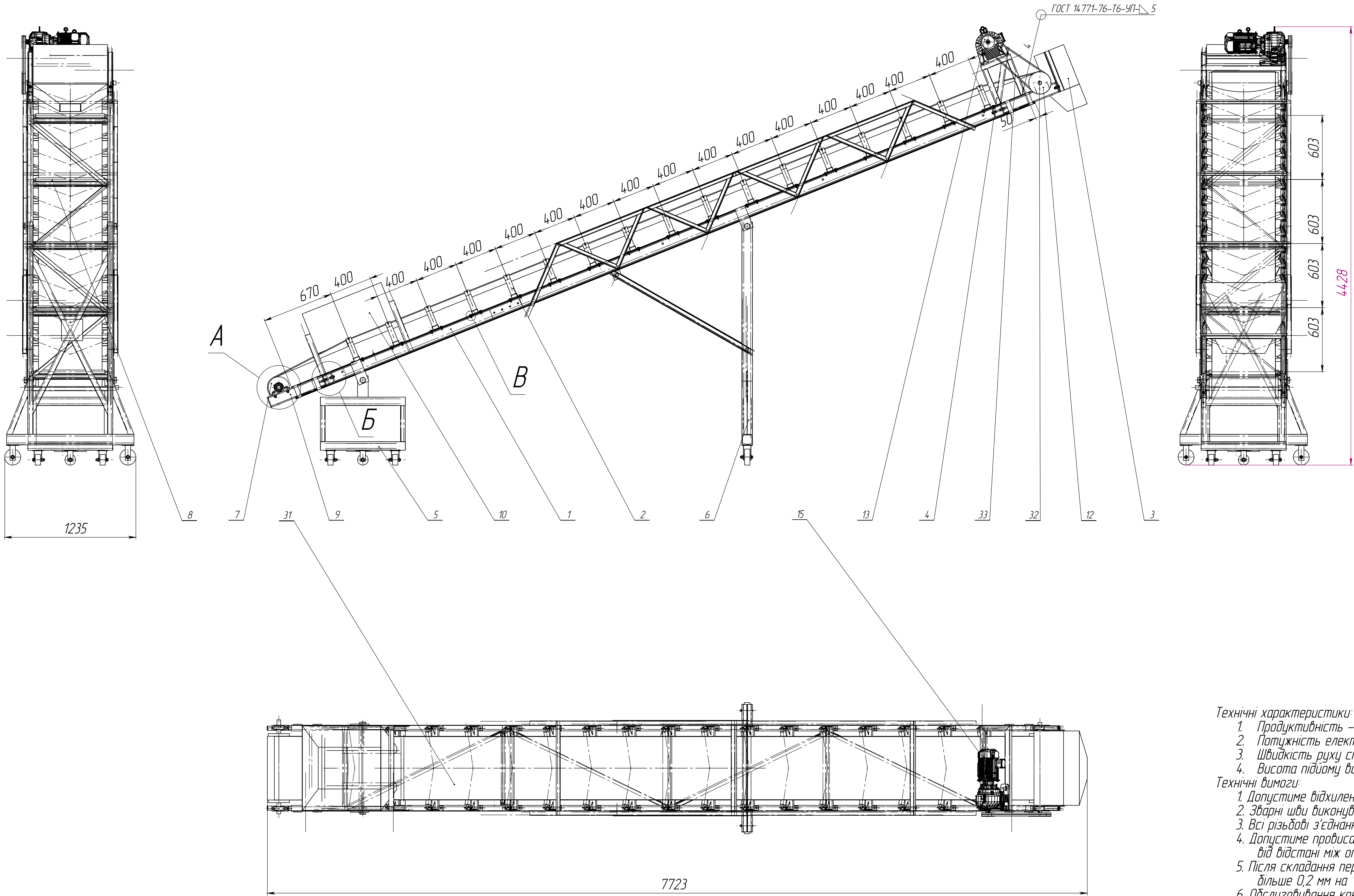


					08-62.БКП.02.02.00.00.000.СК			
					Конвеєр приймальний			
Змн. Арк		№ докум	Підп.	Дата	Літ		Маса	Масштаб
Розроб.		Содик Д. Е.		09.05.2005				1:20
Перев.		Полещук О. В.						
					Аркш 1		Аркшів 1	
Т контрл					ВНТУ, зр. ГМ-215			
Нач. КБ								
Н контрл		Сладкий А.В.						
Утв.		Полещук Л.К.						

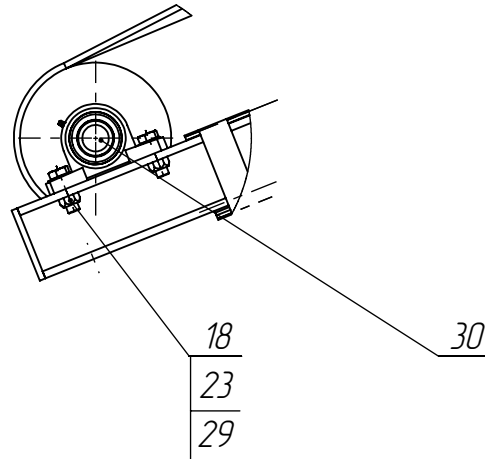
Перв. застосов.
Додат. №

Інф. № ориг.	Підпис та дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підпис та дата

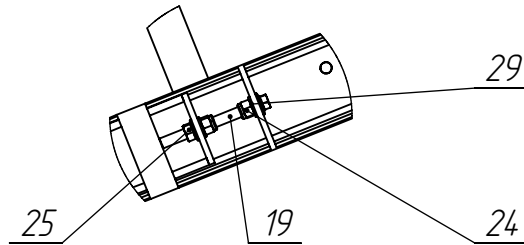
Перв. застосов.	
Додат. №	
Інф. № орг.	Підпис та дата
Взам. інв. №	Інв. № дубл.
Підпис та дата	Взам. інв. №
Інф. № орг.	Підпис та дата



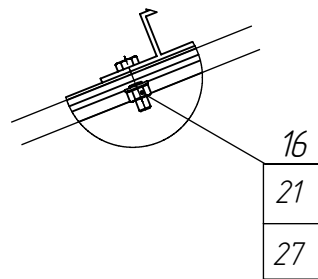
A (1 : 10)



Б (1 : 10)



В (1 : 5)



- Технічні характеристики:
1. Продуктивність – 15 т/год
 2. Потужність електродвигуна – 2,2 кВт
 3. Швидкість руху стрічки конвеєра – 0,5 м/с
 4. Висота підйому вантажу – 4 м
- Технічні вимоги:
1. Допустиме відхилення розмірів h14, H14, ±IT14/2/
 2. Зварні шви виконувати по ГОСТ 5264–80.
 3. Всі різьбові з'єднання змастити графітовою змазкою.
 4. Допустиме провисання стрічки між роликami – не більше 2% від відстані між опорами
 5. Після складання перевірити співвісність валів (відхилення не більше 0,2 мм на 1 м).
 6. Обслуговування конвеєра проводити раз на 2 місяці.
 7. Рівень шуму під час роботи – не вище 85 дБ на відстані 1 м
 8. Відцентровка стрічки після монтажу: максимальне відхилення від осі – 3 мм на 10 м довжини.
 9. Пофарбувати зовнішні поверхні емаллю ПФ-115 у два шари

					08-62БКП.02.03.00.00.000.СК				
Эмч	Арк	№ докум	Підп.	Дата	Конвеєр відвальний		Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Совик Д. Е.		09.05.25						1:20
Переб.	Полещук О. В.								
Т. контр.									
Нач. КБ							Аркциш 1	Аркцишів 1	
Н.контр.	Слабкий А.В.				ВНТУ, гр. ГМ-21б				
Утв.	Полещук Л. К.								

Додаток В
(обов'язковий)

СПЕЦИФІКАЦІЇ
«ЛІНІЯ ДЛЯ СЕПАРУВАННЯ СИПУЧИХ
МАТЕРІАЛІВ. Ч 2. РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ»

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Hex flange bolt DIN 6921		
		17		M14x1,5x45x45-N	4	
		18		M16x1,5x45x45-N	10	
		19		M16x-1,5x160x160-N	4	
		20		M20x1,5x55x55-N	4	
				Hexagon NUT		
		21		ISO 4033-M8-W-N	40	
		22		ISO 4033-M16-W-N	10	
				Prevailing torque nut style 2		
		23		DIN EN ISO 7042 - M14-N	10	
		24		DIN EN ISO 7042 - M16-N	4	
				Hexagon Flange NUT		
				DIN 6923 - M16 - N	8	
				DIN 6923 - M20 - N	4	
				Washer		
		27		DIN 125-A8,4-300HV	40	
		28		DIN 125-A15-300HV	4	
		29		DIN 125-A17-300HV	16	
		30		Підшипник корпусний		
				USP207 ISO 3228	4	
		31		Стрічка конвеєрна гумотканинна	1	
				6-БКНЛ-100-650-20 ГОСТ 20-85	1	
				Шпонка призматична 8×7×45,		
		32		сталь 45, ГОСТ 23360-78	2	
				Ремінь клиновий УА-1250		
		33		профіль 13x8, ГОСТ 1284-89	2	

Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	08-62.БКП.02.02.00.00.000

Додаток Г
(обов'язковий)

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НА ПЛАГІАТ

					08-62.БКП.02.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Лінія для сепарування сипучих матеріалів. Розробка транспортної системи.

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота

Підрозділ: кафедра галузевого машинобудування, ФМТ, гр. 1ГМ-216
(кафедра, факультет, навчальна група)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism 8 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

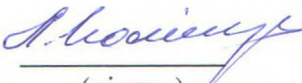
- ☒ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- ☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- ☐ У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

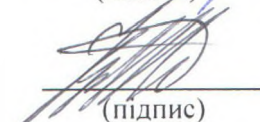
Експертна комісія:

Поліщук Л.К., зав. кафедри ГМ
(прізвище, ініціали, посада)

Шенфельд В.Й., доцент кафедри ГМ
(прізвище, ініціали, посада)

Особа, відповідальна за перевірку 
(підпис)


(підпис)


(підпис)

Шенфельд В.Й.
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник 
(підпис)

Поліщук О.В., к.т.н., доцент
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач 
(підпис)

Совик Д.Е.
(прізвище, ініціали)