

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Проектування роликового конвеєра
для транспортування крупногабаритних вантажів”**

Виконав: студент II курсу групи Маш-22сп

Спеціальності 133 „Галузеве машинобудування”
(шифр і назва)

Олег ОРИХІВСЬКИЙ
(Ім'я та прізвище)

Керівник: Петро КОРУНЯК
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

д.т.н., професор Віталій ВЛАСОВЕЦЬ

“ ____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Орихівському Олегу Анатолійовичу

1. Тема роботи: “ **Проектування роликового конвеєра для транспортування крупногабаритних вантажів** ”

Керівник роботи: Коруняк Петро Степанович, к.т.н., доцент
Затверджена наказом по університету від 30. 12. 2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 12. 06. 2023 року

3. Вихідні дані: технічні характеристики роликових транспортерів та інструкції з їх експлуатації; патентний пошук та літературні джерела, які стосуються удосконалення роликових транспортерів; типові технології обробки деталей на металорізальних верстатах; методики розрахунку конструктивних та технологічних параметрів транспортерів, визначення економічної ефективності конструктивного удосконалення.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Аналіз об'єкта конструктивного удосконалення;

2. Розробка конструкції роликового конвеєра;

3. Розробка технологічного процесу виготовлення деталей роликового конвеєра;

4. Охорона праці;

5. Розрахунок економічної ефективності конструктивного удосконалення;

Висновки і пропозиції;

Перелік джерел посилання;

Додатки.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. *Аналіз конструкцій роликів конвеєрів - 1-ий аркуш.*
2. *Загальний вигляд конвеєра - 2-ий аркуш.*
3. *Деталі і вузли роликів конвеєра - 3-ий аркуш.*
4. *Технологічна карта на механічну обробку деталей роликів конвеєра – 4-й арк.*
5. *Результати розрахунку економічної ефективності конструктивного удосконалення роликів конвеєра – 5-ий арк.*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Коруняк П.С. к.т.н., доц. кафедри машинобудування			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Аналіз об'єкта конструктивної розробки»</i>	<i>23.01.23-17.02.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «конструктивна частина»</i>	<i>20.02.23-17.03.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Технологічна частина»</i>	<i>20.03.23-05.05.23</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>08.05.23-26.05.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок економічної ефективності конструктивного удосконалення»</i>	<i>29.05.23-16.06.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>19.06.23-23.06.23</i>	

Студент _____ Олег ОРИХІВСЬКИЙ
(підпис)

Керівник роботи _____ Петро КОРУНЯК
(підпис)

Проектування роликового конвеєра для транспортування крупногабаритних вантажів.

Орихівський О.А. - Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

50 с. текст. част., 16 рис., 6 табл., 30 джерел, 6 арк. графіч. част. формату А1.

Проведено аналіз використання роликових транспортерів. Проаналізовано їх конструктивні особливості, визначено їх недоліки та обґрунтовано необхідність конструктивного удосконалення. Запропоновано конструктивне удосконалення роликового конвеєра, розраховано конструктивні параметри його деталей та визначено роботоздатність запропонованої конструкції. Розроблено технологію виготовлення осі опорного котка удосконаленого конвеєра. Проаналізовано стан охорони праці під час транспортування габаритних вантажів розроблено заходи щодо її покращення. Розраховано затрати на конструктивне удосконалення та показники економічної ефективності використання роликового конвеєра удосконаленої конструкції.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА КОНСТРУКТИВНОЇ РОЗРОБКИ	7
1.1 Загальні відомості про роликові конвеєри	7
1.2 Аналіз конструкцій роликових конвеєрів	8
1.3 Постановка завдання на проектування	11
2 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	12
2.1 Аналіз технічного завдання проектування	12
2.2 Розробка компоувальної схеми транспортера	12
2.3 Розрахунок роликових опор каретки	16
2.4 Розрахунок робочих параметрів гідроциліндра	19
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	21
3.1 Вибір стратегії розробки технологічного процесу	21
3.2 Аналіз конструкції деталі	23
3.3 Матеріал деталі та вибір заготовки	25
3.4 Вибір методів обробки поверхонь	27
3.5 Вибір засобів технологічного оснащення	29
3.6 Розробка маршруту обробки деталі	29
3.7 Розрахунок режимів різання	32
4 Охорона праці	37
4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій	37
4.2 Пропозиції з покращення умов праці	39
5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	40
5.1 Визначення вартості основних матеріалів	40
5.2 Визначення вартості покупних виробів	42
5.3 Визначення вартості поворотних відходів	43
5.4 Розрахунок заробітної плати робітників	45
5.5 Розрахунок цехових та загальнозаводських витрат	45

5.6	Визначення повної собівартості конвеєра	45
	ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	47
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	48

ВСТУП

Створення машин, що відповідають потребам народного господарства та промисловості, має передбачати їх найбільший економічний ефект і високі техніко-економічні та експлуатаційні показники.

Основні вимоги, що пред'являються до створюваної машини: висока продуктивність, надійність, технологічність, ремонтпридатність, мінімальні габарити і маса, зручність експлуатації, економічність.

Транспортуючі машини є невід'ємною частиною виробничого процесу сучасного підприємства. За принципом дії підйомно-транспортні машини поділяють на дві самостійні конструктивні групи: машини періодичного і безперервного дії. До перших відносяться вантажопідйомні крани всіх типів, ліфти, засоби підлогового транспорту (візки, навантажувачі, тягачі), підвісні рейкові та канатні дороги (періодичної дії), скрепери та інші подібні машини, а до других (їх також називають машинами безперервного транспорту та транспортуючими машинами) – конвеєри різних типів, пристрої пневматичного та гідравлічного транспорту та подібні до них транспортувальні машини.

Машини безперервної дії характеризуються безперервним переміщенням насипних або штучних вантажів заданою трасою без зупинок для завантаження або розвантаження. Завдяки цьому машини безперервної дії мають високу продуктивність, що дуже важливо для сучасних підприємств з великими вантажопотоками.

Разом з тим, при експлуатації транспортуючих машин безперервної дії, окремі допоміжні операції (в основному завантаження) виконуються вручну або із застосуванням малоефективних універсальних завантажувальних пристроїв. Тому часто продуктивність конвеєрної лінії обмежена продуктивністю пристроїв завантаження/вивантаження.

Таким чином, існує потреба у впровадженні спеціалізованого роликowego транспортера (рольгангу), що дозволяє автоматично переміщати габаритні вантажі.

1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА КОНСТРУКТИВНОЇ РОЗРОБКИ

1.1 Загальні відомості про роликові конвеєри

Роликові конвеєри (рольганги) – це транспортні пристрої, в яких опорна поверхня, на яку встановлюється вантаж, утворена рядом роликів або дисків. Рольганги можуть бути неприводними і приводними.

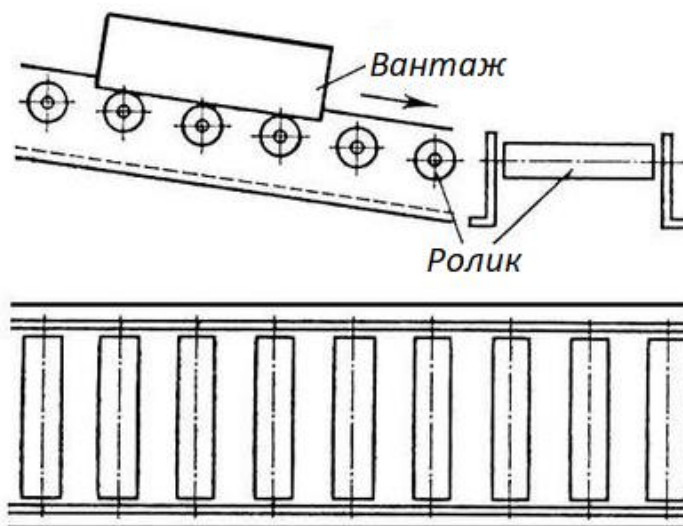


Рисунок 1.1 – Схема роликового конвеєра (рольганга)

Для стійкості руху вантаж, який знаходиться на конвеєрі, повинен завжди контактувати не менш ніж з парою роликів, тому крок роликів підбирається меншим половини довжини вантажу, який планується транспортувати. На роликових конвеєрах застосовують ролики діаметром 30...80 мм виготовлені з різноманітних матеріалів. За їх допомогою можна транспортувати вантажі по складних траєкторіях. Якщо конвеєр має криволінійні ділянки траси, то на них замість циліндричних роликів встановлюються конічні або диски.

У неприводних конструкціях рольгангів рушійною силою вантажу є складова сили ваги (при русі вниз) або прикладена зовнішня сила (при горизонтальному переміщенні вантажу). Ковзання вантажу по роликах конвеєра відбувається внаслідок різниці швидкостей руху вантажу і обертання ролика.

Для забезпечення сталого руху вантажу по рольгангу для нього встановлюють визначений кут нахилу, який залежить від маси обертових частин роликів і маси транспортованого вантажу. Крім того, цей кут залежить від режиму подачі вантажів на конвеєр і стану опорної поверхні вантажу. Середні значення кутів нахилу найпоширеніших роликів конвеєрів – 2° ... 7° . Для транспортування вантажів з нерівною і м'якою опорною поверхнею кут може досягати 12° ... 14° .

Привідні роликові конвеєри (привідні рольганги) використовують для транспортування вантажів по горизонталі або за необхідності їх переміщення вгору під невеликим кутом. Ролики таких конвеєрів приводяться в рух від загального або індивідуального привода. Швидкість переміщення вантажу для таких установок не перевищує $0,5$ м/с.

1.2 Аналіз конструкцій роликів конвеєрів

Непривідні роликові конвеєри (рольганги) застосовуються на машинобудівних підприємствах для переміщення штучних вантажів, таких як: коробки та палети з деталями, труби, виливки, складені вузли і агрегати тощо. Переміщення вантажів по рольгангах відбувається під дією гравітаційних сил або зусиль оператора.

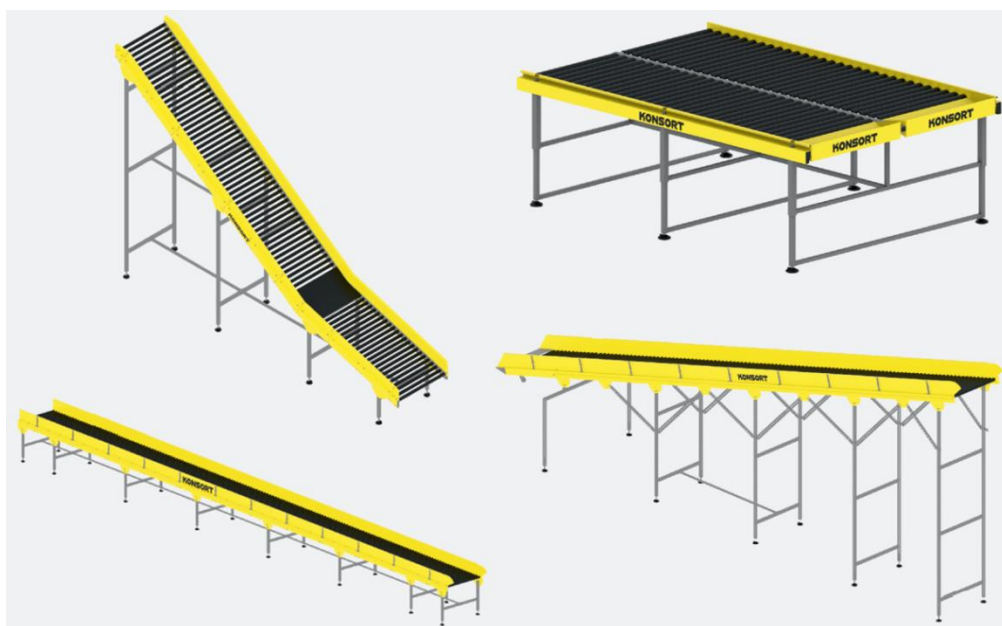


Рисунок 1.2 – Конструкції непривідних роликів конвеєрів (рольгангів)

За конструктивним виконанням непривідні роликові конвеєри можуть бути горизонтальними, похилими та ступінчастими (рис. 1.2). В залежності від габаритних розмірів вантажів крок встановлення роликів, їх тип і робоча ширина можуть бути різними.

Привідний роликовий конвеєр (привідний рольганг) призначений для переміщення штучних вантажів з плоским дном, наприклад: коробки, палети, лотки з продукцією, заготовки правильної форми тощо. Вантажі переміщуються по роликах, які на відміну від непривідних рольгангів, приводяться в дію від мотор-редукторів через ланцюгові передачі (рис. 1.3). На відміну від стрічкових транспортерів рольганги можуть переміщувати вантажі більшої маси (до 1500 кг) та габаритних розмірів (понад 1 м³).

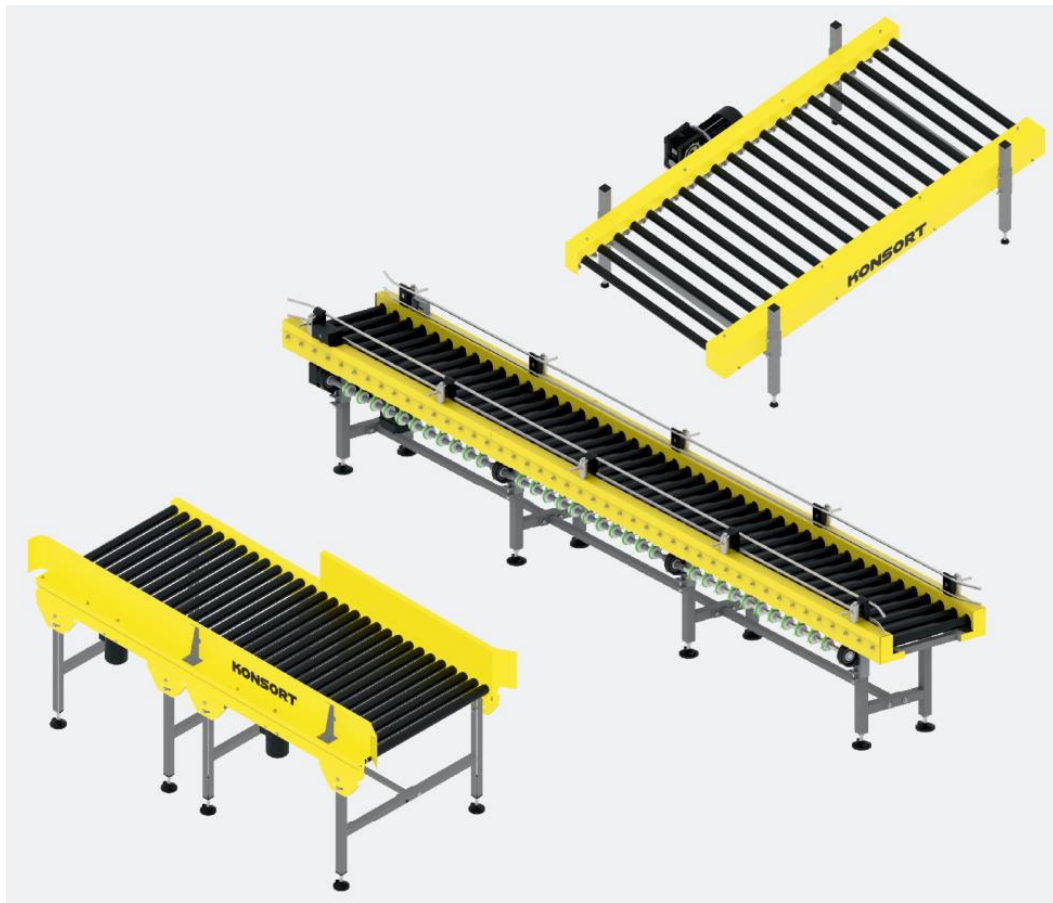


Рисунок 1.3—Конструкції привідних роликових конвеєрів (рольгангів)

Розсувний роликовий конвеєр (рольганг пантограф) призначений для транспортування різних вантажів: ящиків, коробок, коліс, деталей тощо. Він відрізняється гнучкою конструкцією, що дозволяє транспортувати вантажі за

звивистою траєкторією, що дуже зручно, коли виникає потреба транспортувати вантажі в обхід перешкод.

У складеному вигляді розсувний роликівий конвеєр дуже компактний. Його довжина може становити всього 1/3 від довжини в розкладеному вигляді (рис. 1.4). В неробочому (складеному) стані або під час зберігання він не займає багато місця. Також конвеєр може бути обладнаний промисловими колесами, оснащеними надійними стопорними механізмами, які забезпечують їх знерухомлення під час роботи конвеєра. За допомогою коліс його легко можна переміщувати по робочій площі виробничого приміщення.

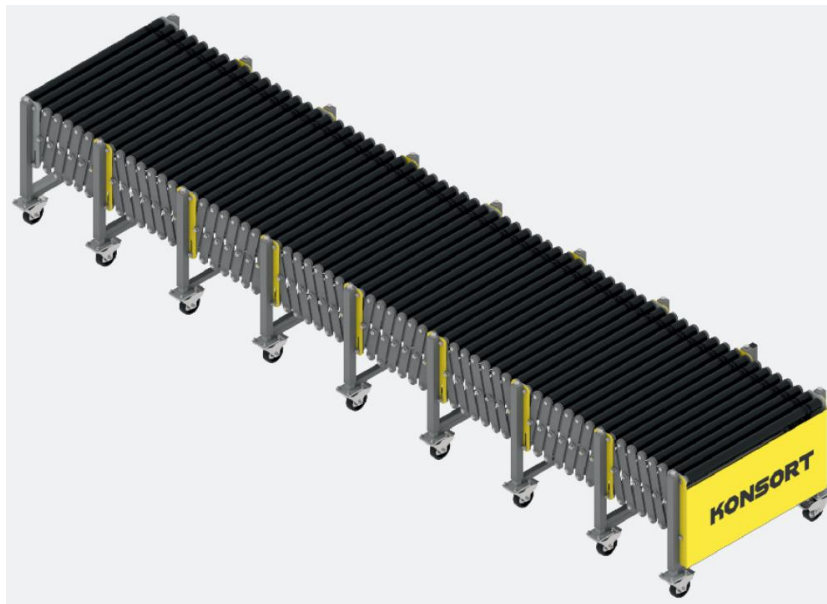


Рисунок 1.4 – Розсувний непривідний роликівий конвеєр

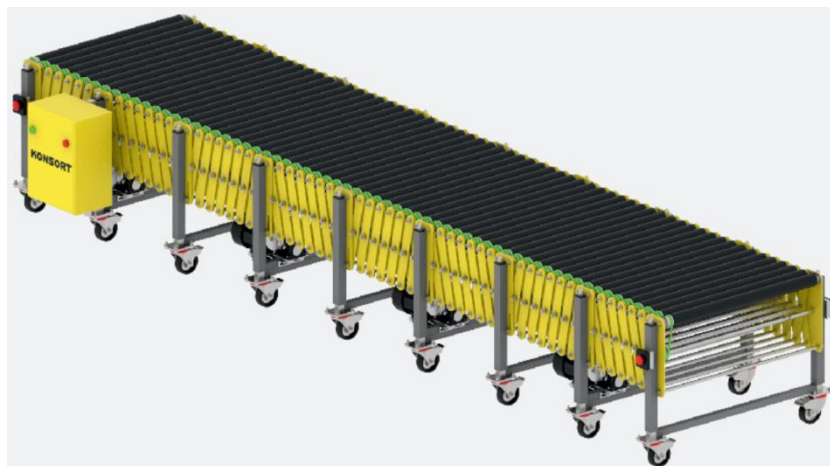


Рисунок 1.5 – Розсувний привідний роликівий конвеєр

Привідний рольганг пантограф, на відміну від розглянутого раніше, обладнаний мотор-редукторами з частотними перетворювачами. Мотор-редуктори через гнучку передачу приводять в рух ролики, що забезпечує переміщення вантажу по конвеєру без прикладання ручної праці. Частотні перетворювачі забезпечують регулювання частоти обертання валів приводу роликів, а отже і швидкості транспортування.

1.3 Постановка завдання на проектування

З аналізу, викладеного в п.1.1 і 1.2 відомо, що роликові конвеєри виготовляються промисловістю в непривідному або привідному варіантах. Непривідні конвеєри є більш дешевими і простішими за конструкцією, однак їх недоліком є менша вантажопідйомність, можливість переміщувати вантажі меншої маси та розмірів по горизонталі через необхідність використання сили оператора, а також необхідність застосування гальмівних механізмів під час транспортування вбік ухилу конвеєра.

Привідні конвеєри є більш продуктивними, мають можливість транспортувати вантаж на підйом та не потребують застосування сили операторів. Однак вони є складнішими по конструкції, дорожчими та енергозатратнішими.

В певних випадках організації виробництва виникає необхідність періодичного використання як привідних так і непривідних роликових конвеєрів. Це обумовлюється великою номенклатурою вантажів, які можуть транспортуватись в межах дії конвеєра.

Тому метою проектування є розробка конструкції та проектування роликового конвеєра, який поєднував би в собі привідну і непривідну схеми та забезпечував можливість переміщення крупногабаритних вантажів невеликої маси в ручному режимі та важких об'єктів механізованим способом.

2 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технічного завдання проектування

На машинобудівних підприємствах, їх складах та заготівельних цехах для переміщення великогабаритних вантажів використовується технологічні лінії, до складу яких входять різні транспортуючі пристрої і машини, з'єднані магістральними конвеєрами. Так як планування виробничих приміщень не завжди дозволяє здійснити подачу вантажів безпосередньо з магістрального конвеєра в робочу зону, то на додаток до загальноцехового конвеєрного транспорту в межах робочої зони встановлюють додаткові транспортувальні пристрої місцевого застосування.

На багатьох підприємствах як додаткові транспортуючі механізми застосовуються крани-укосини або мостові кран-балки. Використання такого обладнання пов'язане з необхідністю стропування вантажу, ретельної ручної вивірки та підйому вантажу на певну висоту. Такі маніпуляції з вантажами займають близько 20% від машинного часу.

У зв'язку з цим поставлено завдання розробки роликового конвеєра місцевого застосування для переміщення великогабаритних вантажів (ящиків, палет тощо).

2.2 Розробка компоновальної схеми транспортера

Роликовий транспортер запропонованої конструкції складається з двох роликових балок, жорстко закріплених на шести стійках встановлених одна відносно одної на відстань 1580 мм (відстань може змінюватись в залежності від граничними габаритами вантажів).

Хід каретки конвеєра становить $S = 1,7$ м. Час, закладений у технологічному процесі на переміщення вантажу становить 50 с.

Приймаємо час подачі вилівка в робочу зону верстата, що дорівнює часу зняття обробленого вилівка ($t = 50$ с), тоді необхідна швидкість переміщення

На рисунку 2.1 представлено компоновання пропонованого транспортера.

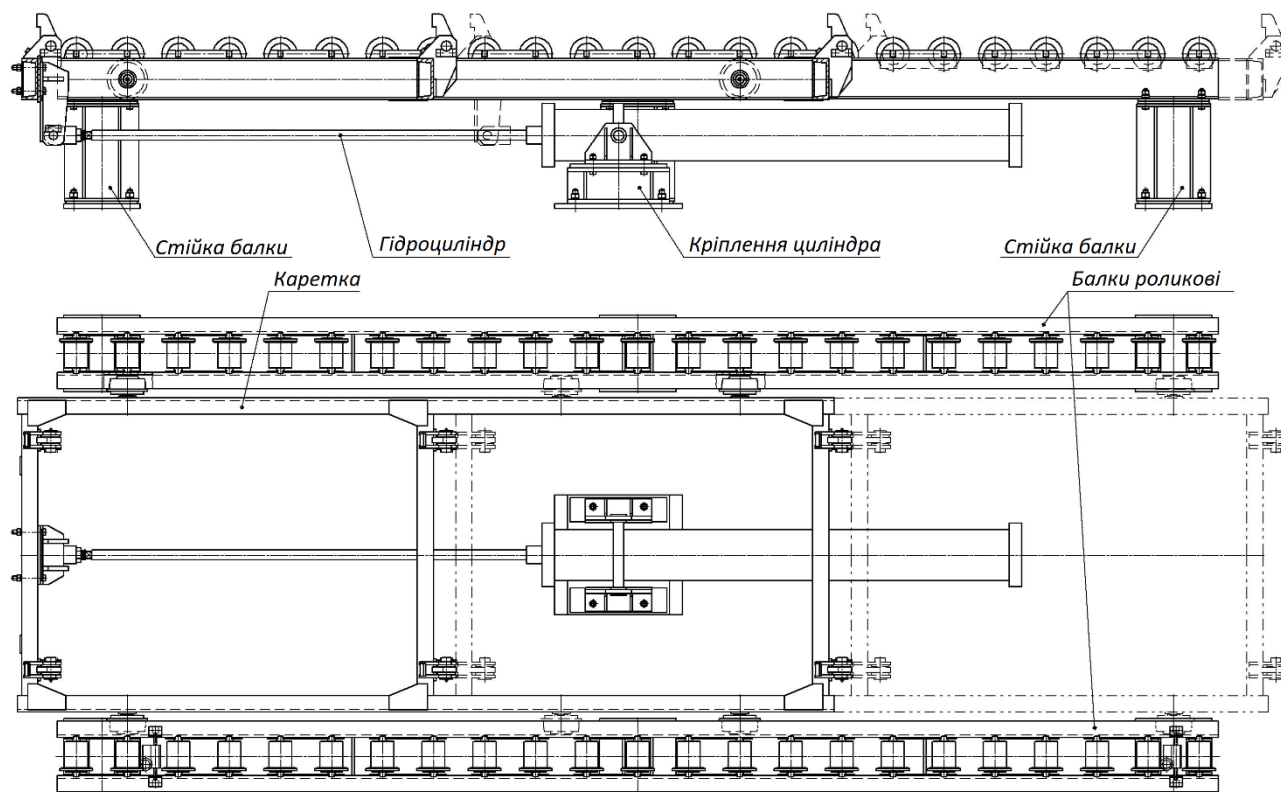


Рисунок 2.1 – Схема компоновання транспортера

Між роликівими балками на катках переміщається картка, за допомогою якої встановленому на ній вантажу надається поступальне переміщення від гідроциліндра.

Корпус гідроциліндра шарнірно закріплений на нерухомому кронштейні, а його шток приєднаний до картки. Стійки балок та кронштейн кріплення гідроциліндра змонтовані на фундаменті.

Роликові балки (рис. 2.2) складаються з двох швелерів №16, з'єднаних поперечними діафрагмами. До внутрішніх поверхонь швелера приварені планки з пазами, в які встановлюються цапфи роликів.

Кріплення роликової балки до консолі здійснюється за допомогою шести болтів М16 через два опорних листи, приварених до нижніх полиць швелерів.

Для полегшення переміщення вантажу відносно нерухомої частини конвеєра в пази роликової балки встановленні два ряди роликів (рис. 2.3).

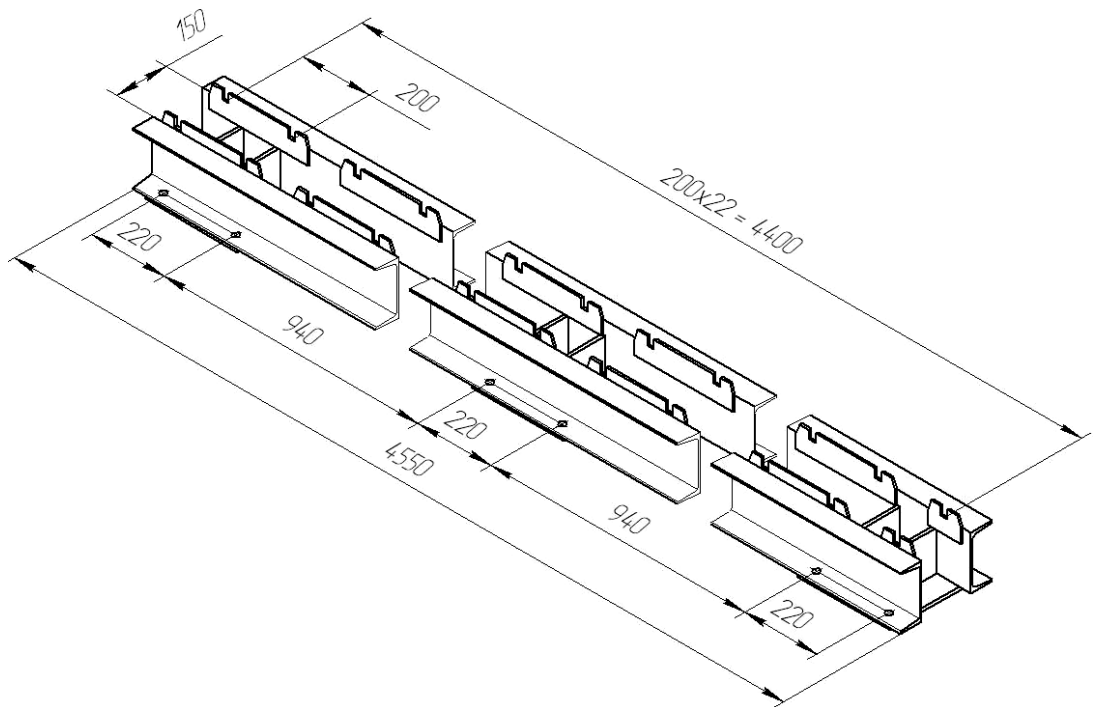


Рисунок 2.2 – Роликова балка

Поверхні кочення роликів є комбінацію циліндричної, торцевої та конічної поверхонь. Торцева поверхня перешкоджає сходженню вантажу з конвеєра, а конічна поверхня забезпечує центрування вантажу під час його встановлення на конвеєр.

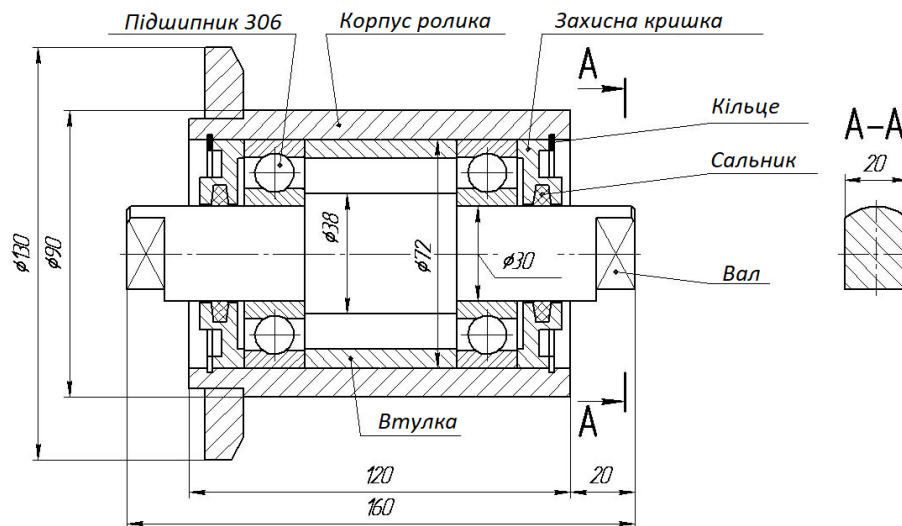


Рисунок 2.3 – Ролик транспортера

Для переміщення рухомої каретки відносно нерухомої частини конвеєра (по балках) на ній встановлені дві пари котків (рис. 2.4).

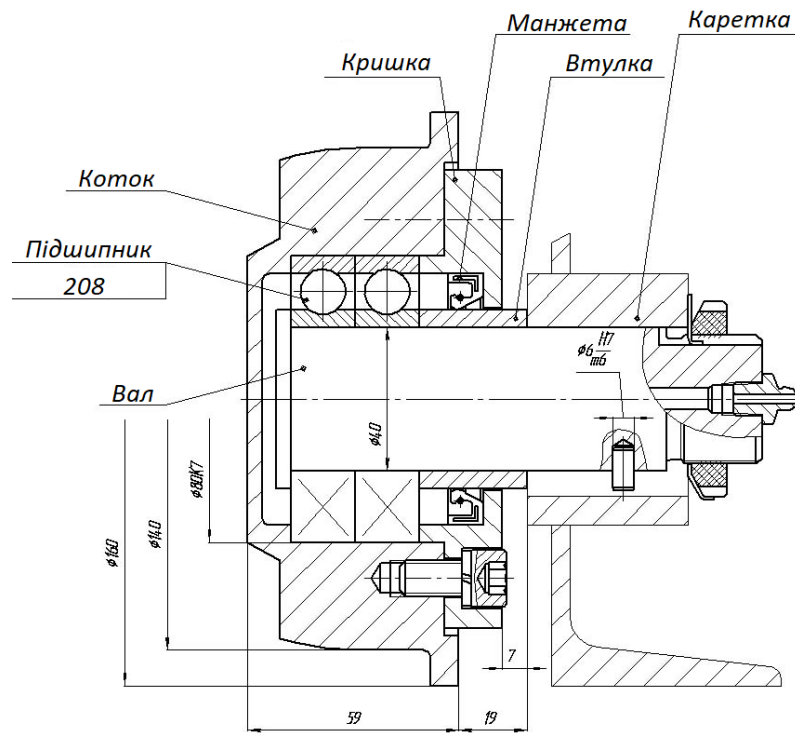


Рисунок 2.4 – Опорний коток каретки

Поверхнякочення являють собою комбінацію циліндричної, торцевої та сферичної поверхонь. Торцева поверхня перешкоджає сходу каретки з балки конвеєра, а сферична поверхня забезпечує центрування каретки відносно роликів балок.

Плавність ходу котків забезпечується за рахунок спарених підшипників, запресованих всередину котка. Внутрішніми кільцями підшипники напресовані на вісь, вихідний кінець якої жорстко закріплений в каретці.

Фіксація кілець підшипника відносно котка здійснюється за рахунок виступу, розточеного в корпусі котка, і торцевої кришки, закріпленої на корпусі гвинтами.

Для того, щоб всередину ролика не проникав пил, у торцевій кришці вмонтовано манжету. Підшипникові порожнини заповнюються консистентним мастилом під час складання ролика.

Синхронізація роботи системи керування транспортером з подавальним пристроєм, встановленим перед ним, забезпечується за рахунок встановлення на лівій стороні однієї з роликів балок колійного вимикача (рис. 2.5).

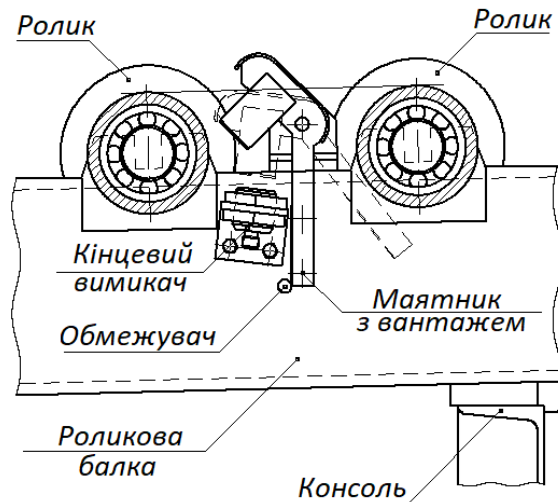


Рисунок 2.5 – Колійний вимикач

Під час встановлення вантажу (ящика, палети) на роликові балки він лягає на поверхні кочення роликів і при цьому взаємодіє з маятником, встановленим між швелерами балки. До нижньої частини маятника підвішується вантаж таким чином, щоб у вільному стані маятник займав чітко вертикальне положення. У верхній частині маятника прикріплена пластинка з магнітного матеріалу, а на стінці швелера – індуктивний безконтактний давач. В момент, коли вантаж торкається роликів, маятник повертається проти годинникової стрілки (положення маятника на рисунку 2.5 показано штриховими лініями) і магнітна пластинка стає на відстані близько 5 мм від датчика, що викликає його спрацювання.

2.3 Розрахунок роликових опор каретки

2.3.1 Вибір та перевірка підшипників кочення

Особливістю обраної схеми конвеєра є роздільне сприйняття навантажень: роликові балки навантажені вагою вантажу, а каретка служить тільки для надання вантажу поступального руху.

Під час експлуатації установки ролики сприймають вертикальне навантаження, яке дорівнює власній вазі каретки, при цьому повертаючись відносно нерухомої осі.

Критерієм роботоздатності проектованої конструкції конвеєра є достатня довговічність підшипників котків каретки.

Розрахункова схема котків наведено на рисунку 2.6.

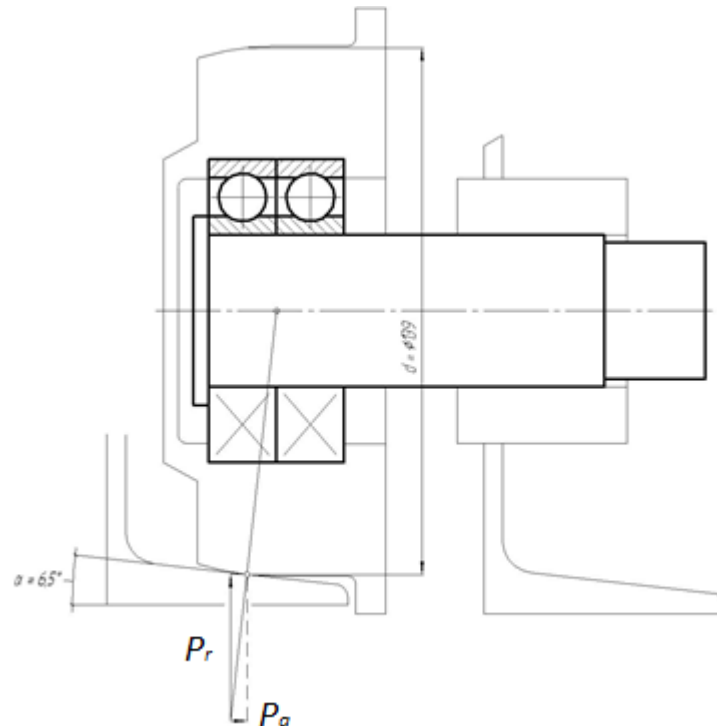


Рисунок 2.6 – Розрахункова схема опор котка

Визначаємо вертикальне навантаження на коток

$$P_r = \frac{G_k}{n} = \frac{2800}{4} = 700 \text{ Н} \quad (2.1)$$

де $G_k = 280 \text{ кг} = 2800 \text{ Н}$ - власна вага каретки (орієнтовно);

$n = 4$ –кількість робочих ковзанок.

Осьове навантаження на коток

$$P_a = \frac{P_r}{\cot \alpha} = \frac{700}{\cot 6,5} = 80,1 \quad (2.2)$$

де $\alpha = 6,5^\circ$ - кут ухилу полиці стандартного гарячекатаного швелера.

Попередньо намічаємо радіальні кулькові підшипники легкої серії 208 та вибираємо його характеристики [14]:

- внутрішній діаметр $d = 40 \text{ мм}$;
- зовнішній діаметр $D = 80 \text{ мм}$;
- статична вантажопідйомність $C_0 = 17800 \text{ Н}$;
- динамічна вантажопідйомність $C = 32000 \text{ Н}$.

Для оцінки довговічності радіальних підшипників, які допускають сприймання осьового навантаження, визначаємо відношення осьового навантаження до статичної вантажопідйомності підшипника:

$$\frac{P_a}{C_0} = \frac{80,1}{17800} = 0,0045 \quad (2.3)$$

За величиною $\frac{P_a}{C_0} = 0,0045$ визначаємо значення коефіцієнта осьового навантаження, використовуючи метод лінійної інтерполяції при $e = 0,17$ [14].

Визначаємо відношення

$$\frac{P_a}{P_r} = \frac{80,1}{700} = 0,114 \quad (2.4)$$

При $e=0,17$ коефіцієнти: $X=1,0$; $Y = 0$ [14].

Еквівалентне навантаження на підшипник визначається за формулою:

$$P_e = (X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a) \cdot K_6 \cdot K_T \quad (2.4)$$

$$P_e = (1,0 \cdot 1,2 \cdot 700 + 0 \cdot 80,1) \cdot 1 \cdot 1 = 840 \text{ Н}$$

Обчислюємо частоту обертання ролика

$$n = \frac{V \cdot 60}{\pi \cdot D} = \frac{0,034 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,139} = 4,7 \text{ об/хв.} \quad (2.5)$$

Визначимо розрахункову довговічність (ресурс підшипника)

$$L = \left(\frac{C}{P_e}\right)^3 \cdot 10^6 = \left(\frac{32000}{840}\right)^3 \cdot 10^6 = 55285 \cdot 10^6 \text{ об} \quad (2.6)$$

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n_1} = \frac{55285 \cdot 10^6}{60 \cdot 5,3} \approx 174 \cdot 10^6 \text{ год} \quad (2.7)$$

З проведених розрахунків робимо висновок про те, що попередньо підібрані підшипники придатні до використання в запропонованій конструкції опорних роликів.

2.3.2 Розрахунок осі котка

Для обраної схеми встановлення необхідно перевірити міцність осі котка. Розрахункова схема осі приведена на рисунку 2.7.

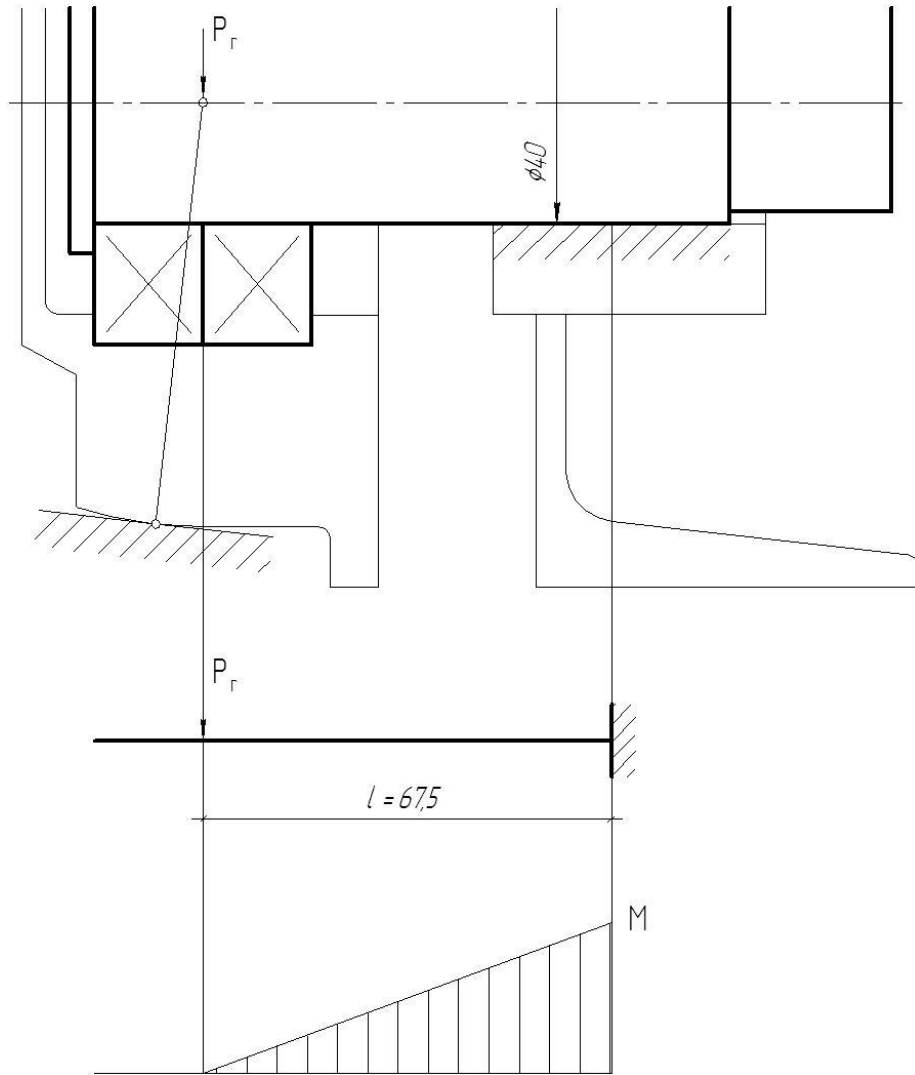


Рисунок 2.7 – Розрахункова схема осі котка

Визначимо згинальні моменти в небезпечному перерізі осі

$$M = P_r \cdot l = 700 \cdot 67,5 = 47250 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (2.8)$$

Визначаємо нормальне напруження в перерізі

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma] \text{ МПа} \quad (2.9)$$

де W – момент опору згину перерізу осі;

Для круглого перерізу

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 40^3}{32} = 6283 \text{ мм}^3 \quad (2.10)$$

де $d = 40$ мм – посадковий діаметр осі.

$$\sigma = \frac{47250}{6283} = 7,52 \text{ МПа} < [\sigma] = 122,5 \text{ МПа}$$

Таким чином, вибрані розміри та матеріал осі котка забезпечують необхідну статичну міцність.

2.4 Розрахунок робочих параметрів гідроциліндра

В результаті попереднього розрахунку та ескізного опрацювання проекту, встановлені розміри, вага та швидкість лінійного переміщення каретки. Отримані дані служать для визначення параметрів гідроприводу переміщення каретки.

Складемо розрахункову схему гідроциліндра (рисунок 2.8).

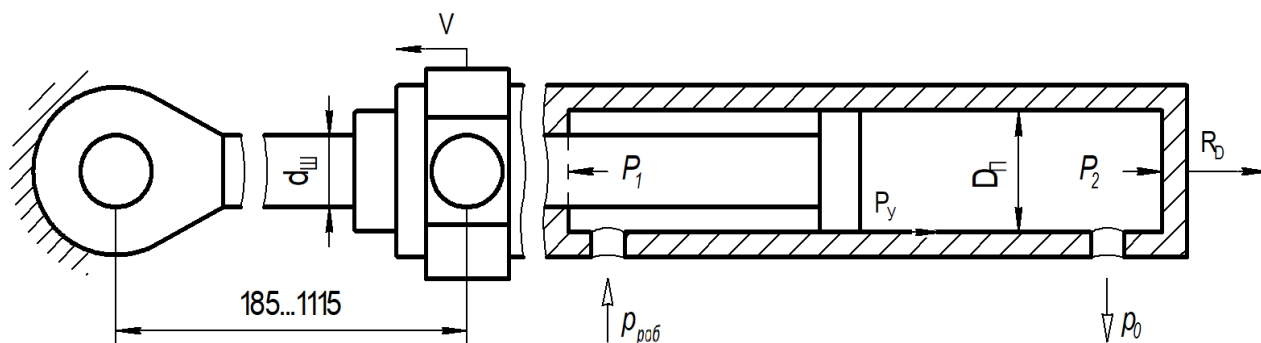


Рисунок 2.8 – Розрахункова схема гідроциліндра

У гідроциліндрі, який використовується в пропонуваній конструкції, шток шарнірно закріплений до нерухомої рами, а цапфа корпусу шарнірно з'єднана з кронштейном каретки. Потрібно обґрунтувати необхідно наступні геометричні параметри: діаметр поршня D_{II} , діаметр штока d_{III} і хід корпусу S .

Хід циліндра повинен відповідати ходу каретки конвеєра $H=1700$ мм.

Запишемо вирази для розрахунку площ поперечного перерізу:

- штокової порожнини

$$F_1 = 0,25 \cdot \pi (D_{II}^2 - d_{III}^2) \quad (2.11)$$

- поршневої порожнини

$$F_2 = 0,25 \cdot \pi \cdot D_{II}^2 \quad (2.12)$$

Для розрахунку геометричних розмірів гідроциліндра складемо рівняння балансу сил, які діють на його корпус вздовж осі.

$$P_1 - P_2 = P_y + R_D, \quad (2.13)$$

де P_1 – сила, яка розвивається робочим тиском в штоковій порожнині;

P_2 – сила протитиску в поршневій порожнині;

P_y – сила тертя у sprzęженні поршня та корпусу;

$R_D = 0,1 \text{ тС} = 1000 \text{ Н}$ - технологічне зусилля (сила опору руху вантажу).

Виразимо сили P_1 і P_2 через площі поперечного перерізу порожнин гідроциліндра, робочий тиск і тиск гідравлічного опору в зливній лінії

$$P_1 = p_1 \cdot F_1 \quad (2.14)$$

$$P_2 = p_0 \cdot F_2 \quad (2.15)$$

де p_1 – робочий тиск в системі;

F_1 – площа поперечного перерізу штокової порожнини гідроциліндра;

p_0 – тиск у зливальній магістралі;

F_2 – площа поперечного перерізу поршневої порожнини гідроциліндра.

Введемо похідний геометричний параметр гідроциліндра - відношення діаметра штока до діаметра поршня:

$$k = \frac{d_{\text{шт}}}{D_{\text{п}}} \Rightarrow d_{\text{шт}} = k \cdot D_{\text{п}} \quad (2.16)$$

Тоді площа поперечного перерізу штокової порожнини буде становити

$$F_1 = 0,25 \cdot \pi \cdot D_{\text{п}}^2 (1 - k^2) \quad (2.17)$$

Силу тертя в ущільненнях P_Y приймаємо рівною 25% від технологічного зусилля R_D :

$$P_Y = 0,25 \cdot R_D \quad (2.18)$$

Запишемо рівняння балансу сил, які будуть діяти на корпус циліндра з урахуванням прийнятих співвідношень

$$p_1 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot D_{\text{п}}^2 (1 - k^2) - p_0 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot D_{\text{п}}^2 = 1,25 \cdot R_D \quad (2.19)$$

З даного виразу можна виразити діаметр поршня

$$D_{\text{п}} = \sqrt{\frac{5 \cdot R_D}{\pi \cdot [p_1 \cdot (1 - k^2) - p_0]}} \text{ мм} \quad (2.20)$$

де $R_D = 1000 \text{ Н}$ - технологічне зусилля;

$p_1 = 0,5 \text{ МПа}$ - робочий тиск [3];

$k = 0,5$ - відношення діаметра штока до діаметра поршня (за каталогом);

$p_0 = 0,196 \text{ МПа}$ - тиск гідравлічного опору в зливній магістралі [3].

Визначаємо діаметр штока

$$d_{\text{шт}} = D_{\text{п}} \cdot k = 157,3 \cdot 0,5 = 78,7 \text{ мм} \quad (2.21)$$

Відповідно до розрахункових розмірів гідроциліндра за каталогом вибираємо циліндр марки НСС.60.25.860 – 01 з наступними характеристиками:

- діаметр поршня $D_{II} = 160$ мм;
- діаметр штока $d_{III} = 80$ мм;
- хід $S = 1750$ мм.

Для вибраного циліндра розраховуємо уточнену площі поперечного перерізу:

- штокова порожнина

$$F_1 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot (160^2 - 80^2) = 15080 \text{ мм}^2 = 0,015 \text{ м}^2$$

- поршневої порожнини

$$F_2 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 160^2 = 20106 \text{ мм}^2 = 0,02 \text{ м}^2$$

Розраховуємо витрати робочої рідини

- під час робочого ходу

$$Q = \frac{H}{t} \cdot F_1 = \frac{1,7}{50} \cdot 0,015 = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = 30,6 \text{ л/хв.} \quad (2.22)$$

- при зворотному ході

$$Q = \frac{H}{t} \cdot F_2 = \frac{1,7}{50} \cdot 0,02 = 6,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = 40,8 \text{ л/хв.} \quad (2.23)$$

де $H = 1700$ мм = 1,7 м - хід циліндра;

$t = 50$ с – час циклу;

За розрахункову витрату $Q_{ПВ}$ робочої рідини приймаємо найбільшуміж Q_1 і Q_2 , тобто

$$Q_{ПВ} = Q_2 = 40,8 \text{ л/хв}$$

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір стратегії розробки технологічного процесу

Для того, щоб забезпечити заданий випуск деталей із заданою якістю та найменшими витратами, керуючись [17], визначимо стратегію розробки ТП для середньосерійного типу виробництва.

Середньосерійне виробництво характерно наступними параметрами: форма організації ТП – змінно-потокова; заготовки – штамповки чи прокат; повторюваність виробів – періодичне повторення партій; припуск на обробку – незначний; розрахунок припусків – докладний по переходах; обладнання – універсальне, спеціалізоване із ЧПУ; завантаження обладнання – періодична зміна деталей на верстатах; коефіцієнт закріплення операцій $-K_{zo} = 40 \dots 10$; налаштування верстатів – за вимірювальними інструментами та приладами; оснащення – універсальне та спеціальне; представлення розробки – операційні та маршрутні карти; розрахунок режимів різання – за галузевими нормативами та емпіричними формулами; нормування – детальне поопераційне; кваліфікація робітників – різна; використання досягнень науки – значне.

3.2 Аналіз конструкції деталі

Проектування технологічного процесу (ТП) механічної обробки деталі починаємо з аналізу її креслення.

За наведеними на креслениках відомостях роблять висновок про можливі способи отримання заготовки і намічають орієнтовний маршрут виготовлення деталі.

Робоче креслення осі опорного котка каретки наведено на рис. 3.1.

Деталь «Вісь» відноситься до класу «круглі стержні». Вона слугує опорою для котка, за допомогою яких здійснюється переміщення каретки. Її службове призначення визначає точність базування закріплених на ній деталей, навантаження, яке нею сприймається [23].

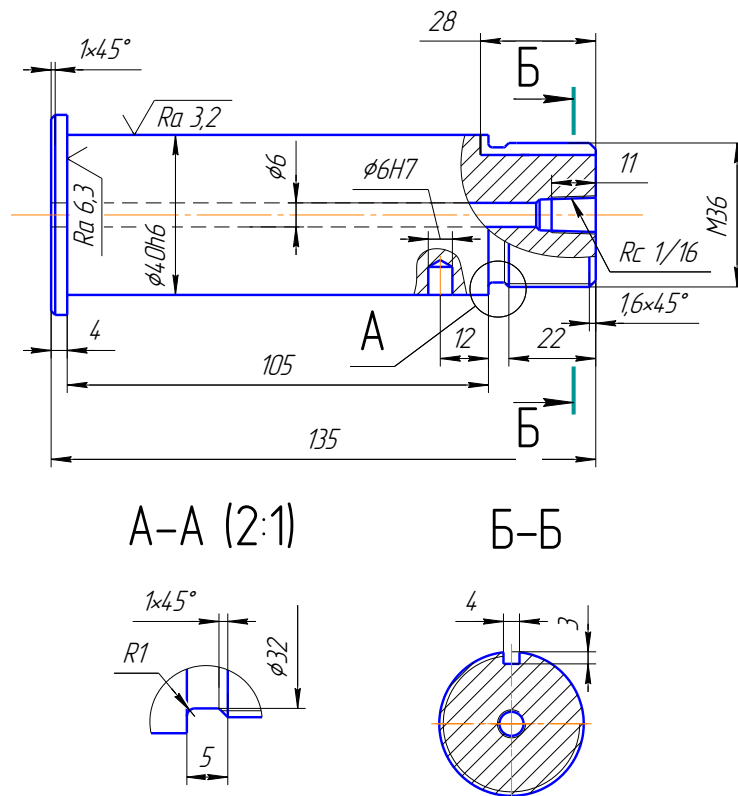


Рисунок 3.1 – Робоче креслення осі опорного котка каретки

На робочому кресленнику (рис. 3.1) наведені всі необхідні геометричні розміри деталі, їх допуски та параметри шорсткості при обробці, зроблені необхідні розрізи та вигляди.

Для правильної побудови маршруту виготовлення осі необхідно звернути увагу на її конструктивні особливості. Поверхні осі можна поділити на з'єднувальні (З), робочі (Р) і вільні (В). У свою чергу, ці поверхні можуть виконувати й інші функції. Поверхні осі, які визначають її положення та інших деталей котка називаються конструкторськими базами. Вони можуть бути основними (ОБ) і допоміжними (ДБ) конструкторськими базами [8, 11, 23].

Для систематизації поверхонь осі всі її поверхні нумеруємо по порядку (рис. 3.2).

Аналізуючи рис. поверхні деталей можна розділити на:

Вільні (В) – 1, 5, 6, 8, 9, 10, 15;

З'єднувальні (З) – 2, 3, 7, 12, 13, 14;

Робочі (Р) – 2, 3, 7, 10, 12, 13;

Основні бази (ОБ) – 2, 3;

Додаткові бази (ДБ) – 13, 14.

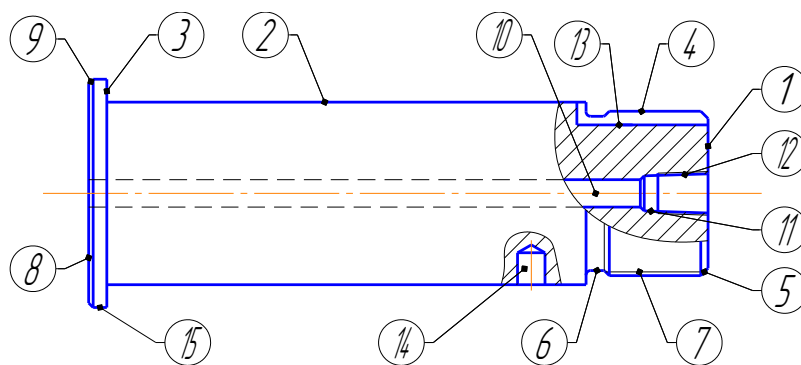


Рисунок 3.2 – Систематизація поверхонь осі котка

Після аналізу креслення деталі результати заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика поверхонь деталі «Вісь»

№	Поверхня		Розміри			Форма, розміщення			Шорсткість R _a , мкм
	Тип	Форма	Значення, мм	Допуск, мм	Квалітет точності	Похибка	Допуск, мм	Квалітет точності	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	В	П	36		14				12,5
2	З, Р, ОБ	Цз	40	0,018	8	/o/	0,06	10	3,2
3	Р	П	50		12				6,3
4	З	Цз	36		14				12,5
5	В	Ф	1,6×45°		14				12,5
6	В	Пр	5		14				12,5
7	З	Р	36		12				6,3
8	В	П	50		14				12,5
9	В	Ф	1×45°		14				12,5
10	Р	Цв	6		12				6,3
11	В	Цв	6		12				6,3
12	З	Р	1/16'		12				6,3
13	З	П	4×3		12				6,3
14	З, ДБ	Цв	6		12	//	0,025	8	6,3
15	В	Цз	50		14				25

3.3 Матеріал деталі та вибір заготовки

Під час побудови маршруту виконують короткий аналіз матеріалу деталі (його склад, фізико-механічні і технологічні властивості). Це дозволяє визначити можливий спосіб отримання заготовки [6, 9].

В нашому випадку деталь виготовлена зі сталі 40Х ГОСТ 4543-71. Це конструкційна вуглецева сталь, до складу якої входять: кремній (0,17...0,37); марганець (0,50...0,80); мідь (0,30); нікель (0,30); сірка (0,03); вуглець (0,36...0,44); фосфор (0,035); хром (0,80...1.10) [27].

Механічні характеристики сталі 40Х наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Механічні властивості сталі 40Х

Марка сталі	Межа міцності σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	HRC
Сталь 40Х	780	980	10-8	46-51

Дана сталь схильна до відпускної крихкості і флокеночутливості. Вона важко зварюється, тому необхідним є її попередній підігрів і подальша термообробка. Щільність сталі 40Х при 20°C – 7,82 кг/м³. Вона широко застосовуються для виготовлення осей, валів, шестерень, штоків та інших елементів передач.

Використання уніфікованих заготовок забезпечує високу технологічність виробу. Застосування прокату, в т.ч. профільного, скорочує механічну обробку. Застосування однакових заготовок для груп деталей хоча і здорожує її, однак може істотно знизити витрати на заготовку.

Для виготовлення осі ролика пропонується заготовка з прокату діаметром 50 мм. Для обґрунтування вибору виконаємо побудову ескізу заготовки (рис. 3.3).

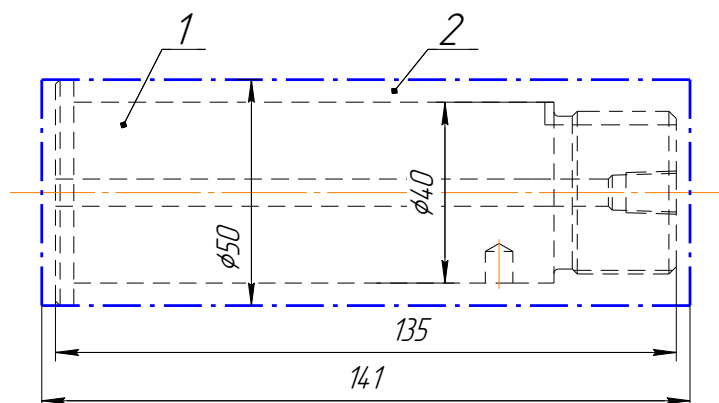


Рисунок 3.3 – Ескіз заготовки

Оцінку вибору заготовки можна виконувати за коефіцієнтом різниці габаритних основних розмірів:

$$K_{zp} = \frac{d_{z\max}}{d_{d\min}}, \quad (3.1)$$

де $d_{z\max}$ – максимальний розмір заготовки, мм;

$d_{d\min}$ – мінімальний розмір деталі, мм.

$$K_{zp} = \frac{50}{40} = 1,25.$$

Також для оцінки вибору заготовки визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{em} = \frac{q}{Q}, \quad (3.2)$$

де q – маса деталі, кг;

$$q = 0,785 \cdot (d_1 \cdot l_1 + d_2 \cdot l_2 + \dots + d_n \cdot l_n) \cdot \rho, \text{ кг} \quad (3.3)$$

де d – діаметр прокату, см;

l – довжина заготовки, см.

$$q = 0,785 \cdot (5 \cdot 0,4 + 4 \cdot 10,5 + 3,2 \cdot 0,5 + 3,6 \cdot 2,2) \cdot 0,00782 = 0,329 \text{ кг}$$

Q – маса заготовки, кг.

$$Q = 0,785 \cdot d \cdot l \cdot \rho, \text{ кг} \quad (3.4)$$

$$Q = 0,785 \cdot 5 \cdot 14,1 \cdot 0,00782 = 0,433 \text{ кг}$$

Отже

$$K_{em} = \frac{0,329}{0,433} = 0,76$$

Так як коефіцієнтом різниці габаритних основних розмірів $K_{zp} = 1,25 < 1,3$ і коефіцієнт використання матеріалу $K_{em} = 0,76 > 0,7$, то використання заготовки з прокату є технологічно доцільним.

3.4 Вибір методів обробки поверхонь

Методи обробки вибираємо для поверхонь осі валика, згідно з рис. 3.2.

Для отримання поверхні 1 (Ra 12,5, IT 14) необхідний перелік операцій механічної обробки: центрувально-підрізна обробка [9, 16, 17].

Для отримання поверхні 2 (Ra 3,2, IT 8) необхідний наступний перелік операцій механічної обробки: токарна чорнова, токарна чистоваобробка.

Для отримання поверхні 3 (Ra 6,3, IT 12) необхідний наступний перелік операцій механічної обробки: токарна чорноваобробка.

Для виготовлення проміжної поверхні 4 (Ra 12,5, IT 14) необхідний наступний перелік операцій механічної обробки: токарна чорноваобробка.

Для отримання поверхні 5 (Ra 12,5, IT 14) необхідний наступний перелік операцій механічної обробки: токарна чорноваобробка.

Для виготовлення поверхні 6 (Ra 12,5, IT 14) необхідний наступний перелік операцій механічної обробки: токарна чорноваобробка.

Для виготовлення поверхні 7 (Ra 6,3 IT 12) необхідний наступний перелік операцій механічної обробки: різьбонарізна чорнова, різьбонарізна чистова.

Для виготовлення поверхні 8 (Ra 6,3, IT 14) необхідний наступний перелік операцій механічної обробки: токарно-підрізна обробка [9, 16, 17].

Для виготовлення поверхні 9 (Ra 6,3, IT 14) необхідний наступний перелік операцій механічної обробки: токарна чорнова.

Для виготовлення поверхні 10 (Ra 6,3, IT 12) необхідний наступний перелік операцій механічної обробки: свердлильна.

Поверхня 11 (Ra 6,3, IT 12) є вільною і отримується після обробки поверхні 12.

Для отримання поверхні 12 (Ra 6,3, IT 12) необхідний наступний перелік операцій механічної обробки: різьбонарізна чорнова, різьбонарізна чистова.

Для виготовлення поверхні 13 (Ra 6,3, IT 12) необхідний наступний перелік механічної обробки: фрезерна обробка.

Для отримання поверхні 14 (Ra 6,3, IT 12) необхідно виконати наступний перелік операцій механічної обробки: свердлильна.

Для виготовлення поверхні 15 (Ra 12,5, IT 14) механічна обробка не проводиться.

3.5 Вибір засобів технологічного оснащення

Для центрувально-підрізної операції 015 як технологічне обладнання приймаємо центрувально-підрізний верстат 2A911-1, який призначений для обробки центрувальних отворів в деталях типу «вал» металообробної промисловості в умовах масового та серійного виробництва [5, 13].

Для токарних чорнових та чистових операцій 020, 030, 0,35 та 040 виберемо токарно-фрезерний обробний центр WFL M 30. Цей верстат призначений для токарної обробки деталей типу тіл обертання зі ступінчастим і криволінійним профілем, в тому числі для нарізування різьблень у напівавтоматичному циклі, обробки отворів, шліців та пазів.

Для фрезерування паза під зубчасту шайбу на операції 050 як технологічне обладнання приймемо шпонково-фрезерний верстат моделі 692Д, який призначений для фрезерної обробки шпонкових пазів на деталях із сталей, чавунів і кольорових металів в умовах дрібносерійного та середньосерійного виробництва.

Для свердління отвору на операції 060 в якості технологічного обладнання приймемо вертикально-свердлильний верстат зчисловим програмним керуванням 2P135Ф2-1, який призначений для свердління, розсвердлювання, зенкерування і розгортання отворів, нарізування внутрішнього різьблення в деталях з чавуну, сталей. Верстат забезпечений хрестовим столом та револьверною головкою.

Інші засоби технологічного оснащення представлені в супровідній технологічній документації до роботи.

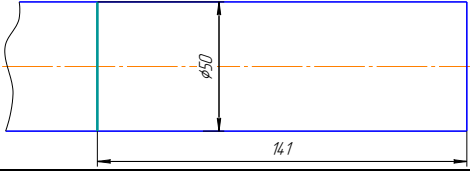
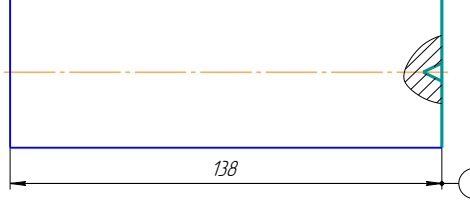
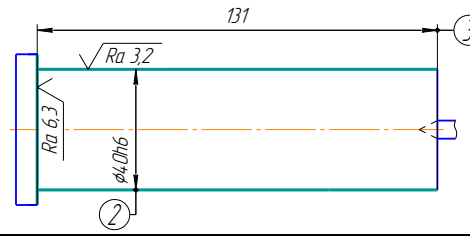
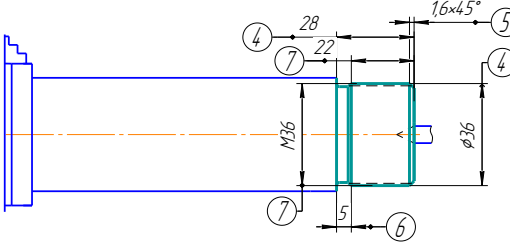
3.6 Розробка маршруту обробки деталі

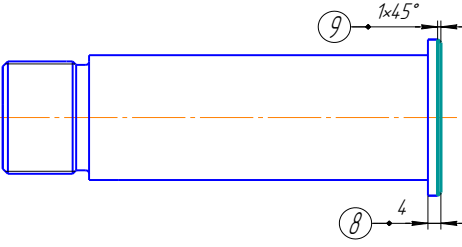
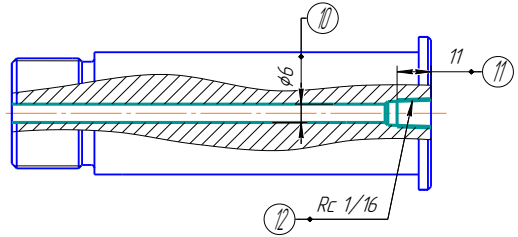
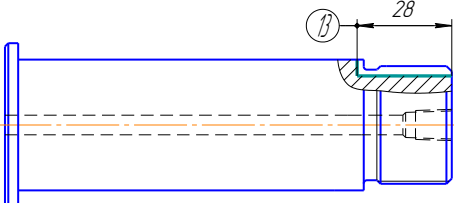
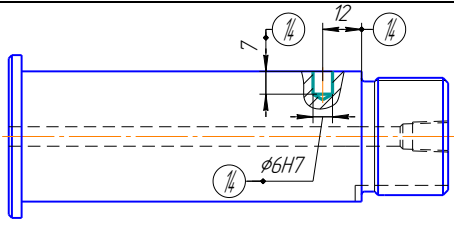
Маршрут обробки деталі вибирають, виходячи з вимог робочого креслення і прийнятої заготовки. На першому етапі складання маршруту, намічають план обробки - структуру операцій. Під час розробки ТП механічної обробки керуються вимогами, встановленими стандартами ЕСТД,

галузевими нормативно-технічними документами, стандартами на терміни та визначення і класифікаторами техніко-економічної інформації.

Складений маршрутний ТП представлено у формі таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Маршрутний технологічний процес обробки деталі «Вісь»

Номер операції	Найменування та зміст операції	Ескіз обробки	Назва та модель станка
1	2	3	4
005	Заготівельна Відрізати заготовку довжиною 141 мм.		Верстат стрічко пильний BS 912B
010	Установити, закріпити зняти		
015	Центрувально-підрізна Підрізати торець витримуючи розмір 1. Свердлити центрувальний отвір		Токарно-фрезерний обробний центр WFL M 30; ріжучий інструмент: комплект інструменту. Матеріал різців - твердий сплав. Вимірвальний інструмент: штангенциркуль, різьбові міри.
020	Токарна з ЧПК Точити зовнішню поверхню осі, витримуючи розміри 2 і 3.		
	Точити зовнішню ділянку осі, витримуючи розміри 4. Зняти фаску, витримуючи розмір 5. Проточити канавку, витримуючи розмір 6. Точити різьбу, витримуючи розміри 7.		
025	Установити, закріпити зняти		

1	2	3	4
030	Токарна з ЧПК Підрізати торець витримуючи розмір 8. Зняти фаску, витримуючи розмір 9.		Токарно-фрезерний обробний центр WFL M 30; ріжучий інструмент: комплект інструменту. Матеріал різців - твердий сплав. Вимірювальний інструмент: штангенциркуль, різьбові міри.
035	Свердлильна Свердлити центральний отвір, витримуючи розмір 10.		
040	Різьбонарізна Нарізати різьбу в центральному отворі, витримуючи розміри 11 і 12.		
045	Установити, закріпити зняти		
050	Фрезерна. Фрезерувати паз, витримуючи розмір 4.		Устаткування: верстат фрезерний 692Д, фреза пальцева. Вимірювальний інструмент: глибиномір, штангенциркуль.
055	Установити, закріпити зняти		
060	Свердлильна. Свердлити радіальний отвір на циліндричній поверхні осі, витримуючи розмір 14 з припусками. Технологічна база - зовнішня циліндрична поверхня осі.		Устаткування: верстат вертикально-свердлильний з ЧПК 2P135Ф2-1, свердло спіральне. Пристосування: переналаджувані кондуктор з поворотним столом. Вимірювальний інструмент: глибиномір, пробка.
065	Контроль Контролювати розміри деталі		Вимірювальний інструмент: Штангенциркуль, глибиномір, пробки, різьбові міри.

3.7 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання під час механічної обробки осі виконуємо для основного комплексу операцій, а саме токарної обробки в обробному центрі з ЧПК.

Операція 020 – токарна

Перехід 01 - токарна чорнова обробка поверхонь 2, 3.

Поверхні, які обробляються на даній операції, показані втабл.3.3.

Обробка проводиться на токарно-фрезерний обробний центр WFL M 30 з (ЧПК).

Так як обробляються зовнішні циліндричні і прилеглі до них торцеві поверхні, то вибирається токарний збірний прохідний різець з механічним кріпленням твердосплавних пластин ГОСТ 21151-75: головний кут в плані $\varphi = 90^\circ$, матеріал ріжучої частини ВК8, перетин державки 30×45 мм, довжина державки 280 мм, радіус заокруглення вершини різця $R = 0,5$ мм.

Глибина різання: $t=2,3$ мм.

Визначаємо розрахункове значення подачі за формулою :

$$S_o^P = S_o^T \cdot K_{1S} \cdot K_{2S} , \quad (3.5)$$

де S_o^T – табличне значення подачі, мм/об;

K_{1S} – поправочний коефіцієнт, який враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу ($K_{1S}=0,9$);

K_{2S} – поправочний коефіцієнт, який враховує вид обробки ($K_{2S}=1$).

$$S_o^P = 0,30 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,270 \text{ мм/об,}$$

Остаточну подачу при чорновому обточуванні осі приймаємо $S= 0,3$ мм/об.

Визначаємо розрахункове значення швидкості різання:

$$V_P = V_T \cdot K_{1V} \cdot K_{2V} \cdot K_{3V} \cdot K_{4V} \cdot K_{5V} \cdot K_{6V}, \quad (3.6)$$

де V_T – табличне значення швидкості різання, м/хв;

K_{1V} – поправочний коефіцієнт, який враховує оброблюваність матеріалу ($K_{1V}=1,22$) [9];

K_{2V} – поправочний коефіцієнт, який враховує властивості матеріалу ріжучої частини ($K_{2V}=1,1$);

K_{3V} – поправочний коефіцієнт, який враховує головний кут різця в плані ($K_{3V}=0,82$);

K_{4V} – поправочний коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки ($K_{4V}=0,75$);

K_{5V} – поправочний коефіцієнт, який враховує жорсткість системи;

K_{6V} – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив охолодження ($K_{6V}=1$) [16].

Підставивши відповідні числові значення в (3.6), отримуємо:

$$V_{P6} = 100 \cdot 1,22 \cdot 1,1 \cdot 0,82 \cdot 0,75 \cdot 0,39 \cdot 1 = 32,18 \text{ м/хв},$$

Знаходимо розрахункове значення частоти обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D}, \quad (3.7)$$

де V_p – розрахункове значення швидкості різання, м/хв;

D – діаметр обробки, мм.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 32,18}{3,14 \cdot 50} = 205 \text{ об/хв}$$

Приймаються за паспортом верстата $n=200$ об/хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (3.8)$$

де D – діаметр обробки, мм;

n – частота обертання шпинделя, об/хв.

$$V = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 200}{1000} = 31,4 \text{ м/хв}$$

Знаходимо складову сили різання P_z за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.9)$$

де C_p – постійна для конкретних умов обробки ($C_p=300$);

t – глибина різання, мм;

S – подача, мм/об;

V – швидкість різання при обробці;

x, y, n – показники ступені для конкретних умов обробки ($x=1, y=0,75, n=-0,15$);

K_p – поправочний коефіцієнт.

Поправочний коефіцієнт визначаємо за формулою:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{p\varphi} \cdot K_{p\gamma} \cdot K_{p\lambda}, \quad (3.10)$$

де K_{mp} – поправочний коефіцієнт, який враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу ($K_{mp}=1,24$) [20];

$K_{p\varphi}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує головний кут різця в плані ($K_{p\varphi}=0,89$);

$K_{p\gamma}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує величину переднього кута різця ($K_{p\gamma}=1$);

$K_{p\lambda}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує нахил головної різальної крайки різця ($K_{p\lambda}=1$).

$$K_p = 1,24 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,1.$$

Підставляючи отримане значення в (3.9), отримуємо:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,3^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 31,4^{-0,15} \cdot 1,24 = 2068,1 \text{ Н.}$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2068,1 \cdot 31,4}{1020 \cdot 60} = 1,06 \text{ кВт} \quad (3.11)$$

Потужність на шпинделі верстата при роботі на заданій частоті обертання шпинделя становить $N_{ст}=6$ кВт. Отже, $N < N_{ст}$.

Перехід 02 - токарна чистова обробка поверхні 2 і чорнова обробка поверхні 4.

Так як обробляються зовнішні і прилеглі до них торцеві поверхні, то вибирається токарний збірний прохідний різець з механічним кріпленням твердосплавних пластин ГОСТ 21151-75: головний кут в плані $\varphi = 90^\circ$, матеріал ріжучої частини ВК8, перетин державки 30×45 мм, довжина державки 280 мм, радіус заокруглення вершини різця $R = 0,5$ мм [9, 10, 20].

Глибина різання: $t=0,2$ мм.

Визначаємо розрахункове значення подачі за формулою (3.5):

$$S^p = 0,31 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,27 \text{ мм/об,}$$

Остаточно подачу при чистовому обточуванні осі на верстаті з ЧПУ приймаємо $S = 0,25$ мм/об.

Визначаємо розрахункове значення швидкості різання по (3.6), з огляду на, що $V_T=134$ м/хв, $K_{1V}=1,22$, $K_{2V}=1,1$, $K_{3V}=0,82$, $K_{4V}=0,75$, $K_{5V}=0,67$, $K_{6V}=1$.

$$V_p = 134 \cdot 1,22 \cdot 1,1 \cdot 0,82 \cdot 0,75 \cdot 0,67 \cdot 1 = 74,01 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо розрахункове значення частоти обертання шпинделя за формулою (3.7):

$$n_p = \frac{1000 \cdot 74,01}{3,14 \cdot 40} = 589 \text{ об/хв}$$

Приймаються за паспортом верстата $n=710$ об/хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою (3.8):

$$V = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 710}{1000} = 89,2 \text{ м/хв}$$

Знаходимо складову сили різання P_Z за формулою (3.9), прийнявши, що $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$ [20].

Поправочний коефіцієнт визначаємо за формулою (3.10), прийнявши, що $K_{pM}=1,24$, $K_{p\varphi}=0,89$, $K_{p\gamma}=1$, $K_{p\lambda}=1$.

$$K_p = 1,24 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,1.$$

Підставляючи отримане значення в (3.9), отримуємо:

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,2^1 \cdot 0,27^{0,75} \cdot 89,2^{-0,15} \cdot 1,1 = 1260,4 \text{ Н.}$$

Потужність різання визначаємо за формулою (3.11):

$$N = \frac{1260,4 \cdot 31,4}{1020 \cdot 60} = 0,65 \text{ кВт}$$

Потужність на шпинделі верстата при роботі на заданій частоті обертання шпинделя становить $N^{ст}=6$ кВт. Отже, $N < N_{ст}$.

Перехід 03 - точіння канавки б.

Інструмент - різець канавковий ГОСТ 26611-85: $b = 5,0$ мм, $R = 0,5$ мм, матеріал ріжучої частини ВК8.

Глибина різання $t = 2$ мм.

Визначаємо розрахункове значення подачі за формулою (3.5), прийнявши $S_o^T=0,08$ мм/об, $K_{1S}=0,9$, $K_{2S}=1,0$.

$$S_o^P = 0,08 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,07 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S_o=0,07$ мм/об.

Визначаємо розрахункове значення швидкості різання при точінні за формулою (3.8), прийнявши: $V_T=132$ м/хв, $K_{1V}=0,9$, $K_{2V}=0,8$, $K_{3V}=1,1$, $K_{4V}=0,66$, $K_{5V}=0,67$, $K_{6V}=1$.

$$V_P = 132 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,66 \cdot 0,67 \cdot 1 = 52,02 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо розрахункове значення частоти обертання шпинделя за формулою (3.6):

$$n_p = \frac{1000 \cdot 52,02}{3,14 \cdot 32} = 517,7 \text{ об/хв}$$

Приймаємо за паспортом верстата $n=500$ об/хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою (3.8):

$$V = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 500}{1000} = 50,24 \text{ м/хв}$$

Перехід 04 - нарізання різьби на поверхні 4.

Інструмент - різець різьбовий, головний кут в плані $\varphi = 60^\circ$, матеріал ріжучої частини ВК8.

Подача $S = 1,5$ мм/об

Визначаємо розрахункове значення швидкості різання за формулою (3.6), прийнявши наступні значення коефіцієнтів: $V_T=120$ м/хв, $K_{1V}=0,36$, $K_{2V}=0,8$, $K_{3V}=1$, $K_{4V}=0,66$, $K_{5V}=0,67$, $K_{6V}=1$ [16, 20].

$$V_P = 120 \cdot 0,36 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,66 \cdot 0,67 \cdot 1 = 15,35 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо розрахункове значення частоти обертання шпинделя за формулою (3.7):

$$n_p = \frac{1000 \cdot 15,35}{3,14 \cdot 36} = 135,8 \text{ об/хв}$$

Приймаємо за паспортом верстата $n=150$ об/хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою (3.8):

$$V = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 150}{1000} = 16,96 \text{ м/хв}$$

Параметри режимів різання для інших операцій та переходів ТП обробки осі визначаємо статистичним методом, користуючись довідковими даними на типові ТП.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій

Кожний небезпечний виробничий фактор незалежно від його виду, рівня та інших властивостей має певну зону своєї дії. Якщо розміри цієї зони мають чітко фіксовані значення. То її можна вважати постійною. Якщо в процесі роботи така зона може змінюватися внаслідок зміни рівня небезпечного фактора, його переміщень у просторі, то вона буде змінною.

У деяких випадках (аварійна ситуація) небезпечний виробничий фактор може значно виходити за межі визначеної (фіксованої) зони. При цьому небезпека травмування працюючого виникає уже за межами небезпечної зони, що була встановлена заздалегідь. Ось чому кожний працюючий на конкретній машині чи на певному робочому місці завжди повинен добре знати про таку небезпеку.

Під час вантажно-розвантажувальних, транспортних та складських роботах на підприємстві постійні небезпечні зони виникають в процесі навантажування, транспортування і складування вантажів, експлуатації навантажувачів, їх технічному обслуговуванні тощо [19].

У процесі роботи внаслідок порушення нормативних вимог охорони праці, допущення помилок, виникає можливість потрапляння людини в небезпечну зону. Дія, внаслідок якої людина потрапляє до небезпечної зони, вважається небезпечною. Під роботи конвеєра попадання в небезпечну зону може бути внаслідок відсутності попереджувальних знаків небезпечних місць, відсутності страхувальних кріплень, несправностей систем транспортерів, порушення відповідних правил експлуатації конвеєра і його обладнання (обслуговування машини при працюючому приводі, ліквідація несправностей з встановленим вантажем тощо).

Робота машини може супроводжуватися небезпечними умовами, яка визначається недоліками конструкцій машин, технологічного обладнання, низьким рівнем організації праці.

Вищенаведені явища, що формують небезпечну, ситуацію мають певну достовірність виникнення, а це означає, що небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД), небезпечні ситуації (НС) і їх наслідки - аварія (А), травма (Т) належать до випадкових явищ. Виявити їх завчасно і попередити ці наслідки вдається не завжди.

У зв'язку з цим необхідно моделювати процеси формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків, і на підставі їхнього аналізу попереджувати існуючі і потенційні небезпеки.

Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій під час вантажно-розвантажувальних, транспортних і складських робіт з залученням конвеєра запропонованої конструкції та визначення заходів з їх запобігання наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Моделювання процесів виникнення травмонебезпечних ситуацій під час роботи конвеєра

Вид робіт	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Транспортування вантажу	Перевантаження конвеєра НУ ₁	Використання конвеєра для транспортування вантажів ³ недозвільною масою НД	Руйнування конструкції конвеєра НС ₁ . Відбувається падіння вантажу НС ₂ , в зоні роботи конвеєра знаходиться людина НС ₃ .	Аварія, травма	Конвеєр потрібно використовувати для вантажів дозвільною маси. Не допускається перевантаження конвеєра.
Модель процесу НУ ₁ → НД → НС ₁ → НС ₂ → НС ₃ → А, Т					
Транспортування вантажу	Під час транспортування робітник встановив вантаж на конвеєр в нестійкому положенні НУ ₁ .	Під час руху вантажу оператор допускає перевищення швидкості руху конвеєра НД ₁ .	Можлива втрата рівноваги й падіння вантажу НС ₁	Аварія	Під транспортування вантажу його слід встановлювати в стійке положення. Не допускати перевищення дозвільною швидкості руху конвеєра
Модель процесу НУ ₁ → НД ₁ → НС ₁ → А					

Транспортування вантажу	Захисне заземлення несправне НУ ₁ і на конструкції конвеєра з'являється струм НУ ₂	Допоміжний персонал знаходиться в зоні роботи конвеєра НД ₁	Можливий контакт робітника з струмоведучими деталями НС	Травма працівника (ураження струмом)	Заземлення повинно бути справним
Модель процесу НУ ₁ →НД ₁ →НС ₁ →Т НУ ₂ →↑					

4.2. Пропозиції з покращення умов праці

Для його покращення стану охорони праці під час використання конвеєра необхідно забезпечувати виконання ряду заходів, зокрема:

- збільшити асигнування на здійснення номенклатурних заходів з охорони праці;
- широко використовувати наглядну агітацію з безпечних умов праці;
- надалі зосереджувати увагу і здійснювати міроприємства з покращення виробничої санітарії працівників.
- значно збільшити увагу на вивчення і дотримання безпечних умов праці під час виконання механізованих робіт;
- під час виконання технологічних операцій, необхідно запобігати виникненню травмонебезпечних ситуацій здійсненням відповідних заходів з попередження існуючих і потенційних небезпек.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Основним показником, який визначає економічну доцільність конструктивної розробки є собівартість її виготовлення. Визначення собівартості роликового транспортера запропонованої конструкції будемо проводити за наступними статтями:

- 1) Сировина та основні матеріали;
- 2) Покупні вироби та напівфабрикати;
- 3) Транспортно-заготівельні витрати;
- 4) Поворотні відходи;
- 5) Основна заробітна плата робітників;
- 6) Додаткова заробітна плата робітників;
- 7) Нарахування на заробітну плату;
- 8) Цехові витрати;
- 9) Загальнозаводські витрати;
- 10) Невиробничі витрати.

5.1 Визначення вартості основних матеріалів

Вартість основних матеріалів визначаємо за загальною формулою;

$$B_{ом} = Ц_{ом} \cdot K_{ом}; \quad (5.1)$$

де $Ц_{ом}$ - ціна одного кілограма матеріалу, грн;

$K_{ом}$ - норма витрати матеріалу, кг.

Визначаємо вартість листа гарячекатаного товщиною 10 ммзі сталі Ст3:

$$B_{ом} = 18,54 \cdot 66,41 = 1231,24 \text{ грн}$$

де $Ц_{ом} = 18,54$ грн. – ціна одного кілограма вибраного сортаменту;

$K_{ом} = 66,41$ кг. - норма витрати обраного сортаменту.

Визначаємо вартість прокату шестигранного перерізу типорозміру 60 мм зі сталі 45:

$$B_{ом} = 27 \cdot 8,66 = 233,82 \text{ грн}$$

де $Ц_{ом} = 27$ грн. – ціна одного кілограма вибраного сортаменту;

$K_{om} = 8,66$ кг. - норма витрати обраного сортаменту.

Визначаємо вартість виливків із чавуну марки СЧ15:

$$B_{om} = 70 \cdot 28,8 = 2016 \text{ грн}$$

де $C_{om} = 70$ грн. – ціна одного кілограма вибраного сортаменту;

$K_{om} = 28,8$ кг. - норма витрати обраного сортаменту.

Визначаємо вартість швелера гарячекатаного типорозміру 16У зі сталі Ст3:

$$B_{om} = 44 \cdot 231,66 = 10193,04 \text{ грн}$$

де $C_{om} = 44$ грн. – ціна одного кілограма вибраного сортаменту;

$K_{om} = 231,66$ кг. - норма витрати обраного сортаменту.

Визначаємо вартість прокату круглого перерізу діаметром 100 мм із сталі 40Х:

$$B_{om} = 31,5 \cdot 20,21 = 636,62 \text{ грн}$$

де $C_{om} = 31,5$ грн. – ціна одного кілограма вибраного сортаменту;

$K_{om} = 20,21$ кг. - норма витрати обраного сортаменту.

Визначаємо вартість листа гарячекатаного товщиною 15 із сталі Ст3:

$$B_{om} = 18,54 \cdot 2358,18 = 43720,66 \text{ грн}$$

де $C_{om} = 18,54$ грн. – ціна одного кілограма вибраного сортаменту;

$K_{om} = 2358,18$ кг. - норма витрати обраного сортаменту.

Визначаємо вартість листа гарячекатаного товщиною 50 із сталі Ст3:

$$B_{om} = 20,63 \cdot 69,3 = 1429,66 \text{ грн}$$

де $C_{om} = 20,63$ грн. – ціна одного кілограма вибраного сортаменту;

$K_{om} = 69,3$ кг. - норма витрати обраного сортаменту.

Визначаємо вартість прокату круглого перерізу діаметром 60 мм із сталі 40Х:

$$B_{om} = 155,8 \cdot 17,33 = 2700,01 \text{ грн}$$

де $C_{om} = 155,8$ грн. – ціна одного кілограма вибраного сортаменту;

$K_{om} = 17,338$ кг. - норма витрати обраного сортаменту.

Визначаємо вартість листа гарячекатаного товщиною 20 із сталі 09Г2С:

$$B_{om} = 19,65 \cdot 160,38 = 3151,47 \text{ грн}$$

де $Ц_{ом} = 19,65$ грн. – ціна одного кілограма вибраного сортаменту;

$К_{ом} = 160,38$ кг. - норма витрати обраного сортаменту.

Визначаємо вартість кріпильних виробів:

$$B_{ом} = 150,86 \cdot 2,75 = 414,87 \text{ грн}$$

де $Ц_{ом} = 150,86$ грн. – ціна одного кілограма кріпильних виробів;

$К_{ом} = 2,75$ кг. – чиста вага кріпильних виробів.

Вартість консервації $B_{ом} = 498,99$ грн.

Вартість зварювальних електродів $B_{ом} = 9657,93$ грн.

Вартість лакофарбових матеріалів $B_{ом} = 2430,58$ грн.

Вартість інших матеріалів $B_{ом} = 654,59$ грн.

Визначаємо загальну вартість основних матеріалів

$$B_{ом} = 1231,24 + 233,82 + 2016 + 10193,04 + 636,62 + 43720,66 + 1429,66 + 2700,01 + 3151,47 + 414,87 + 498,99 + 9657,93 + 2430,58 + 654,59 = 78969,48 \text{ грн}$$

5.2 Визначення вартості покупних виробів

Вартість покупних виробів та напівфабрикатів визначаємо за загальною формулою:

$$B_n = \Sigma(Ц_{нв} \cdot К_{нв}), \quad (5.2)$$

де $Ц_{нв}$ - ціна однієї покупної одиниці, грн.;

$К_{нв}$ - необхідна кількість покупних одиниць, шт.

Результати розрахунків вартості покупних виробів і напівфабрикатів представлені в таблиці 1.

Таблиця 5.1 - Вартість покупних виробів та напівфабрикатів

Найменування	Кількість	Ціна за штуку, грн	Вартість, грн
1	2	3	4
Гідроциліндр НСС.60.25.860 – 01	1	20000	20000
Насос НШ 50У-3	1	6308	6308
Комплект гідроапаратури	1	5420	5420

1	2	3	4
Підшипник 306	32	169	5408
Підшипник 208	4	138	552
Кронштейн кріплення гідроциліндр	1	366	366
Разом			38054

Приймаємо транспортно-заготівельні витрати рівними 7,5% від вартості сировини, основних матеріалів, покупних та комплектуючих виробів

$$B_{mз} = (B_{ом} + B_n) \cdot 0,075 . \quad (5.3)$$

$$B_{mз} = (78969,48 + 38054) \cdot 0,075 = 8776,76$$

5.3 Визначення вартості поворотних відходів

Масу поворотних відходів визначимо за загальною формулою;

$$M_{не} = K_{ом} - M_e , \quad (5.4)$$

де $K_{ом}$ - норма витрати матеріалу, кг.;

M_e – чиста вага виробу, кг.

Визначаємо масу зворотних відходів листа гарячекатаного товщиною 10 зі сталі Ст3

$$M_{не} = 66,41 - 63,25 = 3,16 \text{ кг}$$

де $M_e = 63,25$ кг. - чиста вага виробу.

Визначаємо масу зворотних відходів прокату шестигранного перерізу типорозміру 60 мм зі сталі 45

$$M_{не} = 8,66 - 8,25 = 0,41 \text{ кг}$$

де $M_e = 8,25$ кг. - чиста вага виробу.

Визначаємо масу зворотних відходів виливків із чавуну марки СЧ15

$$M_{не} = 28,8 - 27,5 = 1,3 \text{ кг}$$

де $M_e = 27,5$ кг. - чиста вага виробу.

Визначаємо масу зворотних відходів швелера гарячекатаного типорозміру 16У зі сталі Ст3

$$M_{нв} = 231,66 - 214,5 = 17,16 \text{ кг}$$

де $M_g = 214,5$ кг. - чиста вага виробу.

Визначаємо масу зворотних відходів прокату круглого перерізу діаметром 100 мм із сталі 40Х

$$M_{нв} = 20,21 - 19,25 = 0,96 \text{ кг}$$

де $M_g = 19,25$ кг. - чиста вага виробу.

Визначаємо масу зворотних відходів вартість листа гарячекатаного товщиною 15 зі сталі Ст3

$$M_{нв} = 2358,18 - 2280,38 = 77,8 \text{ кг}$$

де $M_g = 2280,38$ кг. - чиста вага виробу.

Визначаємо масу зворотних відходів листа гарячекатаного товщиною 50 зі сталі Ст3

$$M_{нв} = 69,3 - 66 = 3,3 \text{ кг}$$

де $M_g = 66$ кг. - чиста вага виробу.

Визначаємо масу зворотних відходів прокату круглого перерізу діаметром 60 мм із сталі 40Х

$$M_{нв} = 17,33 - 16,5 = 0,83 \text{ кг}$$

де $M_g = 16,5$ кг. - чиста вага виробу.

Визначаємо масу зворотних відходів листа гарячекатаного товщиною 20 із сталі 09Г2С

$$M_{нв} = 160,38 - 148,5 = 11,88 \text{ кг}$$

де $M_g = 148,5$ кг. - чиста вага виробу.

Визначаємо вартість зворотних відходів чорних металів

$$B_{нв} = C_{нв} \cdot \Sigma M_{нв} \quad (5.5)$$

$$B_{нв} = 4 \times (3,16 + 0,41 + 1,3 + 17,16 + 0,96 + 77,8 + 3,3 + 0,83 + 11,88) = 467,2 \text{ грн}$$

де $C_{нв} = 4$ грн. - вартість одного кілограма відходів.

Визначаємо загальну вартість основних матеріалів та покупних виробів з урахуванням транспортно-заготівельних витрат за вирахуванням вартості поворотних відходів:

$$B'_{ом} = B_{ом} + B_n + B_{мз} - B_{нв} \quad (5.6)$$

$$B'_{ом} = 78969,48 + 38054 + 8776,76 - 467,2 = 125343,04 \text{ грн.}$$

5.4 Розрахунок заробітної плати робітників

Основна заробітна плата робітників формується з тарифної частини основної заробітної плати і доплат (50% до тарифної заробітної плати).

Тарифний фонд основної заробітної плати відповідно до тарифних ставок і норм часу становить 11292 грн. Основна заробітна плата робітників (тариф + доплати) складе:

$$Z_{осн} = 11292 \cdot 1,5 = 16938 \text{ грн.}$$

Приймаємо додаткову заробітну плату виробничих робітників, що дорівнює 30% від основної, тоді

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot 0,3 = 16938 \cdot 0,3 = 5081 \text{ грн}$$

Розрахунок нарахування на зарплатню.

Приймаємо нарахування на заробітну плату рівними 34% від основної та додаткової заробітної плати, тоді

$$Z_{нзн} = (Z_{осн} + Z_{доп}) \cdot 0,34 \quad (5.7)$$

$$Z_{нзн} = (16938 + 5081) \cdot 0,34 = 6606 \text{ грн.}$$

2.5 Розрахунок цехових та загальнозаводських витрат

Приймаємо цехові витрати рівними 350 % від основної заробітної плати виробничих робітників, тоді

$$Z_{ц} = Z_{осн} \cdot 3,50 = 3,50 \cdot 16938 = 59283 \text{ грн} \quad (5.8)$$

Приймаємо загальнозаводські витрати рівними 300% від основної заробітної плати виробничих робітників, тоді

$$Z_{з} = Z_{осн} \cdot 3,0 = 3,0 \cdot 16938 = 50814 \text{ грн}$$

5.6 Визначення повної собівартості рконвеєра

Виробнича собівартість виробу визначається за формулою

$$\begin{aligned} C_{вр} &= B_{ом} + B_n + B_{тз} - B_{пз} + Z_{осн} + Z_{доп} + Z_{нзн} + Z_{ц} + Z_{з} = \\ &= 78969,48 + 38054 + 8776,76 - 467,2 + 16938 + 5081 + 6606 + 59283 + 50814 = \end{aligned}$$

$$= 264065,04 \text{ грн}$$

Приймаємо позавиробничі витрати рівними 1,25 % від виробничої собівартості, тоді

$$Z_{нв} = C_{вр} \cdot 0,0125 \quad (5.9)$$

$$Z_{нв} = 264065,04 \cdot 0,0125 = 3300,81 \text{ грн}$$

Визначаємо повну собівартість

$$C_{повн.} = C_{вр} + Z_{нв} \quad (5.10)$$

$$C_{повн.} = 264065,04 + 3300,81 = 267365,88 \text{ грн}$$

Визначаємо структуру собівартості конвеєра за статтями витрат у відсотках за загальною формулою:

$$\frac{c}{C_{повн}} \cdot 100 \% \quad (5.11)$$

Результати калькуляції планової собівартості зводимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 - Калькуляція собівартості конвеєра

Стаття калькуляції	Сума, грн	% у структурі собівартості
Сировина та основні матеріали	78969,48	29,5
Покупні вироби та напівфабрикати	38054	14,2
Транспортно-заготівельні витрати	8776,76	3,3
Поворотні відходи	-467,2	-0,2
Разом матеріалів без відходів	125343,04	46,8
Основна заробітна плата робітників	16938	6,3
Додаткова заробітна плата робітників	5081	1,9
Нарахування на заробітну плату	6606	2,5
Цехові витрати	59283	22,2
Загальнозаводські витрати		
Разом	50814	19,0
Виробничі витрати	264265,04	98,8
Позавиробничі витрати	3300,81	1,2
Повна собівартість	267365,88	100

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Аналіз роликів конвеєрів показав, що основним недоліком непривідних конвеєрів є необхідність використання сили оператора, а також необхідність застосування гальмівних механізмів під час транспортування вбік ухилу конвеєра та складність транспортувати вантажі на підйом. Тому конструктивне удосконалення роликів конвеєра дозволить підвищити його технологічність та забезпечити переміщення вантажу без затрат ручної праці.

Суть конструктивного удосконалення полягає в обладнанні роликів конвеєра для транспортування крупногабаритних вантажів кареткою, яка переміщується за допомогою гідравлічного приводу. Таке конструктивне рішення дозволяє переміщати вантажі на підйом, регулювати швидкість їх переміщення та забезпечувати ступінчасту та переривчасту подачу.

В технологічній частині роботи розроблено технологію виготовлення осі опорного ролика конвеєра на токарному обробному центрі з числовим програмним керуванням. Для виготовлення заданої деталі обґрунтовано вибір заготовки, підібрано необхідне обладнання, складено маршрут обробки та розраховано режими різання.

Вартість виготовлення конвеєра запропонованої конструкції оцінюється сумарною собівартістю виробництва. Її формують затрати на матеріали, покупні стандартні вироби, експлуатаційні затрати на роботу обладнання та затрати на заробітну плату робітників. Основну частину затрат формує вартість конструкційних матеріалів, зокрема прокату різного профілю та перерізу. Сумарна вартість матеріалів становить 46,8 % від всієї собівартості машини. Загальна собівартість виробництва роликів конвеєра 267,4 тис. грн.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Баладінський В.Л., Гаркавенко О.М., Вольтерс О.Ю. та інш. Пристрої та механізми вантажопідйомних машин. Навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2005. 131 с.
2. Бойчик І.М., Харів П.С., Хопчан М.І. Економіка підприємства. Львів: «Сполом», 1998. 212с.
3. Бондарєв В.С., Дубинець О.І., Колісник М.П. та ін. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних та транспортуючих машин: Підручник. Київ: Вища школа, 2009. 734 с.
4. Григоров О. В., Петренко Н. О. Вантажопідйомні машини: Навч. посібник. Харків: НТУ «ХП», 2005. 304 с.
5. Вайнтрауб М. А., Засельський В. Й., Пополов Д. В. Технологія верстатних робіт: навч. пос. для проф.-техн. навч. закладів. Київ, 2015. 199 с.
6. Дерібо О. В. Дусанюк Ж. П., Репінський С. В. Основи технології машинобудування. Частина 1: практикум. Вінниця: ВНТУ, 2017. 106 с.
7. Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Сухоруков С. І. Основи технології машинобудування. Частина 2: практикум. Вінниця : ВНТУ, 2015. 116 с.
8. Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Пурдик В. П.. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2013. 123 с.
9. Григорко І.О., Брендюля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування): Навчальний посібник. Львів: «Новий світ-2000», 2006. 576 с.
10. Економіка виробничого підприємства: Навчальний посібник (під ред. Й.М. Петровича). Львів: Оксарт, 1996. 416 с.
11. Когут М.С. Технологія машинобудування. Практикум до виконання курсового проекту для студентів спеціальностей «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання» та «Обладнання переробних і харчових виробництв». Львів: ЛНАУ 2010. 114 с.
12. Козуб Ю. Г., Маслійов С. В. Підйомно-транспортні машини.

Підручник. Старобільськ, 2018. 277 с.

13. Обладнання для автоматизації виробництва. Склад і логістика: [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://konsort.com.ua>

14. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. Київ, «Вища школа», 1993. 556 с.

15. Піпа Б.Ф., Хом'як О.М., Чабан В.В. Підйомно-транспортні пристрої. Навчальний посібник. Київ: КНУТД, 2006. 143с.

16. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання: НПАОП 0.00-1.80-18. :[Електронний ресурс]: Режим доступу:<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18>.

17. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. Київ: Вища школа, 1993. 414 с.

18. Стискін Г.М., Ревнівцев М.П., Мелещик В.А. Технологія токарної обробки. Київ: Либідь, 1998. 176 с.

19. Технологія машинобудування: метод. до виконання практичної роботи на тему: «Обґрунтування раціональних режимів обробки отворів на свердлильному верстаті» студентами ОС «Магістр» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / [уклад.: О. П. Швець]; - Львів: ЛНАУ, 2019. 14 с.

20. Технологія машинобудування: метод. до виконання практичної роботи на тему: «Обґрунтування раціонального режиму токарної обробки деталі» студентами ОС «Магістр» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / [уклад.: О. П. Швець]; Львів: ЛНАУ, 2019. 33 с.

21. Технологія машинобудування: Методичні рекомендації до виконання курсової роботи студентами ОС «Магістр» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / [уклад.: П.С. Коруняк, О. П. Швець]; Львів: ЛНАУ, 2020. 31 с.

22. Технологія машинобудування: Методичні рекомендації до виконання практичної роботи на тему: «Обґрунтування раціонального режиму фрезерування деталі торцевими фрезами» студентами ОС «Магістр»

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / [уклад.: О. П. Швець]; Львів: ЛНАУ, 2020. 28 с.

23. Технологія машинобудування: Методичних рекомендацій до виконання практичних робіт студентами ОС «Магістр» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». / [уклад.: О. П. Швець]; Львів: ЛНАУ, 2019. 74 с.

24. Транспортні технології в системах логістики. Підручник. - [Дмитриченко М.Ф., Левковець П.Р., Ткаченко А.М., та ін.]; за заг. ред. Дмитриченко М.Ф. Київ: Інформавтодор, 2007. 676 с.

25. Швець О.П., Стукалець І.Г. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 133 "Галузеве машинобудування" Львів: ЛНАУ, 2023. 56 с.

26. <https://stkengineering.com.ua/ua/>

27. <https://utmk.com.ua/>

28. <https://krepsila.com/ua/>

29. <https://flagma.ua/>

30. <https://buh-ua.com.ua/uk/doc/53877/godinn-tarifn-stavki-jak-rozrahuvati-zatverditi>