

Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

Кафедра галузевого машинобудування та механотроніки
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

Бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

Козловий контейнерний кран вантажопідйомністю 32 т для залізничного контейнерного термінала

Виконав: студент IV курсу, групи 401ММ
напряму підготовки (спеціальності)

133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Яремчук Вадим Олегович
(прізвище та ініціали)

Керівник Скляренко Т.О.
(прізвище та ініціали)

Полтава – 2026 року

Зміст

Вступ	3
1 ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ КОЗЛОВОГО КОНТЕЙНЕРНОГО КРАНА	4
1.1 Загальна характеристика контейнерних козлових кранів	5
1.2 Умови роботи крана на залізничному контейнерному терміналі.....	6
1.3 Основні механізми та вузли козлового контейнерного крана	7
1.4 Аналіз конструктивних схем контейнерних козлових кранів	9
1.5 Вимоги до проєктування крана вантажопідйомністю 32 т	11
1.6 Техніко-економічне обґрунтування вибору крана	11
Висновки до розділу 1	12
2. РОЗРАХУНОК ПРОЕКТОВАНОГО КОЗЛОВОГО КРАНА.....	15
2.1.3. Вибір каната і визначення діаметру барабана	16
2.1.4.Визначення довжини барабана і частоти його обертання.....	17
2.1.5. Вибір електродвигуна	18
2.1.6. Вибір редуктора	19
2.1.7. Перевірка редуктора:.....	19
2.2.Механізм пересування крана.....	19
2.2.1.Початкові дані.....	20
2.2.2 Вибір ходових коліс крана	20

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дат	Зміст			
Розроб.	Яремчук							
Перев.	Склярєнко							
Н. контр.	Васильєв							
Затв.	Орисенко							
						Літ.	Лист	Листів
						Н	1	
						Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»		

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ КОЛЕСА МЕХАНІЗМУ ПЕРЕСУВАННЯ КОЗЛОВОГО КРАНА.....	21
3.1 Аналіз службового призначення та технологічності деталі.....	21
3.2 Вибір заготовки та припусків на механічну обробку	23
3.3 Вибір технологічних баз та обладнання.....	24
3.4 Маршрутний технологічний процес виготовлення колеса	25
3.5 Розрахунок режимів різання.....	27
3.6 Розрахунок часу на виготовлення колеса.....	28
3.7 Контроль якості готової деталі	29
Висновки до розділу 3	30
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	32
. 4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів	32
4.2 Вимоги безпеки під час експлуатації козлового контейнерного крана	33
4.3 Електробезпека	33
4.4 Пожежна безпека	34
4.5 Заходи щодо забезпечення безпечної роботи вітрових навантажень ..	34
4.6 Заходи з охорони навколишнього середовища	35
Висновки.....	36
Список літератури	38

Вступ

Сучасний розвиток транспортно-логістичної інфраструктури нерозривно пов'язаний зі збільшенням обсягів контейнерних перевезень, які є одним із найефективніших способів доставки вантажів. Контейнеризація транспортних процесів забезпечує скорочення часу навантажувально-розвантажувальних робіт, зменшення втрат вантажів та підвищення ефективності використання рухомого складу. Особливого значення набуває модернізація та технічне переоснащення залізничних контейнерних терміналів, де виконуються операції з перевантаження, сортування та зберігання контейнерів.

Основним технологічним обладнанням таких терміналів є контейнерні крани, які забезпечують механізацію вантажно-розвантажувальних процесів. Серед них значного поширення набули козлові крани завдяки високій продуктивності, великій зоні обслуговування, надійності та можливості роботи з контейнерами різних типорозмірів. Використання сучасних козових контейнерних кранів дозволяє суттєво підвищити пропускну спроможність терміналів та скоротити час обробки вантажів.

Актуальність теми полягає в необхідності розроблення ефективних підйомно-транспортних машин, здатних забезпечити надійне та безпечне виконання вантажно-розвантажувальних операцій на залізничних контейнерних терміналах. В умовах зростання обсягів контейнерних перевезень підвищуються вимоги до вантажопідйомності, продуктивності, енергоефективності та надійності кранового обладнання.

Метою роботи є розроблення козового контейнерного крана вантажопідйомністю 32 т для залізничного контейнерного термінала, що забезпечує ефективне виконання технологічних операцій із перевантаження контейнерів відповідно до сучасних вимог експлуатації та безпеки.

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ							
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дат								
Розроб.	Яремчук				Вступ				Літ.	Лист	Листів	
Перев.	Скляренко								Н		3	
Керівник									Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»			
Н. контр.	Васильєв											
Затв.	Орисенко											

1 ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ КОЗЛОВОГО КОНТЕЙНЕРНОГО КРАНА

Контейнерні перевезення є одним із найбільш раціональних напрямів розвитку сучасної транспортної системи, оскільки вони забезпечують уніфікацію вантажної одиниці, зменшення тривалості перевантажувальних операцій та підвищення збереження вантажу під час транспортування. Для залізничних контейнерних терміналів особливо важливим є використання високопродуктивних вантажопідіймальних машин, здатних працювати з великотоннажними контейнерами, обслуговувати декілька колій або складських смуг і забезпечувати точне позиціювання вантажу. До такого обладнання належать козлові контейнерні крани, які поєднують значну вантажопідйомність, велику зону обслуговування та можливість роботи в умовах відкритих складських майданчиків [1, 2, 5].

Козловий контейнерний кран вантажопідйомністю 32 т призначений для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт із контейнерами на залізничному контейнерному терміналі. Він може використовуватися для перевантаження контейнерів із залізничних платформ на складський майданчик, з майданчика на автомобільний транспорт, а також для внутрішнього переміщення контейнерів у межах терміналу. Загальний вигляд таких кранів, що працюють на контейнерному майданчику, наведено на рис. 1.1.

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ							
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дат								
Розроб.	Яремчук				ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ КОЗЛОВОГО КОНТЕЙНЕРНОГО КРАНА				Літ.	Лист	Листів	
Перев.	Склярєнко								Н		4	
Керівник									Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»			
Н. контр.	Васильєв											
Затв.	Орисенко											



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд козлових контейнерних кранів на термінальному майданчику

1.1 Загальна характеристика контейнерних козлових кранів

Козлові крани належать до вантажопідіймальних машин мостового типу, у яких несуча прогонова будова спирається на опори, що переміщуються по наземних рейкових коліях. На відміну від мостових кранів, козлові крани не потребують влаштування підкранових балок будівлі, тому широко застосовуються на відкритих складах, вантажних дворах, будівельних майданчиках, портових і залізничних терміналах [1, 4, 6].

Основними елементами козлового контейнерного крана є головна балка або система головних балок, опорні стійки, ходові візки механізму пересування крана, вантажний візок, механізм підйому, спредер для захоплення контейнера, кабіна керування, електрообладнання та системи безпеки. Для контейнерних кранів характерним є застосування спеціального вантажозахоплювального пристрою – спредера, який фіксується у кутових фітінгах контейнера та забезпечує його безпечне підймання [2, 3, 5].

Перевагою козлової схеми для залізничного контейнерного терміналу є можливість перекриття широкої робочої зони. У межах прольоту можуть розміщуватися залізничні колії, автомобільні проїзди, смуги тимчасового складування та технологічні зони огляду контейнерів. Завдяки цьому один кран

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

Лист

5

може обслуговувати значну частину термінального майданчика без залучення великої кількості додаткової техніки [1, 7, 14].

За конструктивним виконанням контейнерні козлові крани можуть бути одно- або двобалковими, з жорсткими та шарнірними опорами, з консолями або без них. У термінальних умовах найчастіше застосовують двобалкові конструкції, оскільки вони забезпечують вищу просторову жорсткість, зручніше розміщення вантажного візка і підвищену стійкість під час переміщення контейнерів великої маси. Консольні ділянки дозволяють збільшити корисну робочу зону крана за межами рейкової колії [1, 5].

1.2 Умови роботи крана на залізничному контейнерному терміналі

Робота крана на залізничному контейнерному терміналі характеризується циклічним режимом навантаження. Типовий робочий цикл включає підведення спредера до контейнера, захоплення контейнера, підймання вантажу, переміщення вантажного візка, пересування крана за необхідності, опускання контейнера, його встановлення у задане місце та розкриття замків спредера. Повторюваність цих операцій визначає підвищені вимоги до надійності механізмів, гальмівних пристроїв, канатної системи та електроприводів [2, 4, 5].

Умови експлуатації на відкритому майданчику зумовлюють дію вітрових навантажень, температурних коливань, атмосферних опадів, пилу, вібрацій від руху залізничного транспорту та нерівномірності навантаження під час захоплення контейнера. Тому при проектуванні крана необхідно забезпечити достатню міцність металоконструкції, стійкість проти перекидання, надійність ходової частини та захист електрообладнання від впливу зовнішнього середовища [1, 6, 9].

Для крана вантажопідйомністю 32 т основним вантажем є великотоннажний контейнер із вантажем. Вантажопідйомність обрана з урахуванням маси стандартних контейнерів, технологічного запасу та маси вантажозахоплювального пристрою. У процесі роботи кран повинен забезпечувати плавний пуск і гальмування, обмеження розгойдування

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ	Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

контейнера, точність встановлення вантажу та можливість безпечної роботи поблизу залізничних платформ і складованих контейнерів [3, 5, 10].

На рис. 1.2 показано вантажний візок та спредер козлового контейнерного крана. Саме ці елементи безпосередньо беруть участь у підніманні та переміщенні контейнера, тому до них ставляться підвищені вимоги щодо міцності, точності роботи та надійності фіксації вантажу.



Рисунок 1.2 – Вантажний візок та спредер козлового контейнерного крана

1.3 Основні механізми та вузли козлового контейнерного крана

Механізм підйому є одним із найвідповідальніших вузлів крана. Він забезпечує вертикальне переміщення контейнера і складається з електродвигуна, редуктора, барабана, гальма, канатної системи, блоків та вантажозахоплювального пристрою. Під час розрахунку механізму підйому визначають зусилля у канатах, вибирають кратність поліспасти, діаметр барабана, параметри редуктора, потужність двигуна та гальмівний момент [2, 5, 6].

Вантажний візок переміщується вздовж головної балки і забезпечує поперечне транспортування контейнера в межах прольоту крана. Конструкція

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

Лист

7

візка повинна мати достатню жорсткість, оскільки на ньому розміщуються елементи механізму підйому, блоки канатної системи, електрообладнання та частина пристроїв керування. Для зменшення динамічних навантажень доцільно застосовувати плавне регулювання швидкості руху візка [1, 3, 5].

Механізм пересування крана забезпечує переміщення всієї конструкції вздовж рейкових колій терміналу. Він включає ходові візки, приводні та не приводні колеса, редуктори, електродвигуни, гальма і систему живлення. Для рівномірного руху великогабаритного крана важливим є синхронне переміщення опор, оскільки перекис крана може викликати додаткові напруження в металоконструкції та підвищений знос коліс і рейок [4, 5, 11].

Металоконструкція крана складається з головної балки, опор, кінцевих балок, площадок обслуговування, сходів, огорожень та допоміжних елементів. Вона сприймає власну вагу, вагу механізмів, вантажне навантаження, інерційні сили під час пуску та гальмування, а також вітрові навантаження. Конструкція повинна забезпечувати міцність, жорсткість і довговічність за умов багаторазового циклічного навантаження [1, 9, 10].

Особливістю контейнерного крана є застосування спредера. Він забезпечує автоматичне або напівавтоматичне з'єднання з контейнером через кутові фітинги. Спредер повинен мати надійні поворотні замки, систему контролю правильності захоплення, пристрої електроживлення та, за потреби, механізм зміни довжини для роботи з контейнерами різних типорозмірів. Схема розміщення кабіни, візка та канатної системи показана на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 – Розміщення kabіни керування, вантажного візка та канатної системи

1.4 Аналіз конструктивних схем контейнерних козлових кранів

Вибір конструктивної схеми контейнерного крана залежить від вантажопідйомності, ширини зони обслуговування, кількості залізничних колій, прийнятої технології складування контейнерів та інтенсивності вантажопотоку. Для терміналів із великим обсягом роботи доцільним є застосування двобалкових козлових кранів, які мають підвищену жорсткість прогонової будови та забезпечують стабільну роботу вантажного візка [1, 5, 14].

Однобалкові козлові крани простіші за конструкцією, мають меншу металомісткість і можуть бути ефективними для невеликих складів або допоміжних операцій. Однак для контейнерного терміналу, де необхідно працювати з вантажами значної маси і забезпечувати високу точність позиціонування, більш доцільною є двобалкова схема. Вона дозволяє розмістити візок між балками або на верхньому поясі, підвищити стійкість руху та зменшити деформації прогонової будови [2, 4, 5].

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

Лист

9

За типом пересування контейнерні козлові крани можуть бути рейковими або колісними на пневмошинах. Для залізничного контейнерного термінала доцільно використовувати рейковий варіант, оскільки він забезпечує точну траєкторію руху, високу вантажопідйомність, менші опори коченню та стабільність роботи на довгих технологічних лініях. Рейкове виконання також спрощує організацію електроживлення і дозволяє використовувати кран у складі постійної термінальної інфраструктури [1, 3, 6].

Кран вантажопідйомністю 32 т доцільно виконувати з двома опорами, головною балкою коробчастого або ферменного типу, вантажним візком із канатним механізмом підйому та контейнерним спредером. Коробчасті балки мають добру жорсткість на згин і кручення, зручні для розміщення рейки вантажного візка, кабельних трас і площадок обслуговування. При цьому важливо забезпечити технологічність виготовлення, якість зварних з'єднань та доступність вузлів для технічного обслуговування [9, 10, 11].

Приклад роботи контейнерного козлового крана під час переміщення контейнера наведено на рис. 1.4. З рисунка видно, що основне технологічне навантаження припадає на прогонову будову, вантажний візок, канатну систему та ходові візки крана.



Рисунок 1.4 – Козловий контейнерний кран під час перевантаження контейнера

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

1.5 Вимоги до проєктування крана вантажопідйомністю 32 т

Проектування козлового контейнерного крана необхідно виконувати з урахуванням вимог міцності, жорсткості, стійкості, довговічності, технологічності та безпеки експлуатації. Основні розрахунки повинні охоплювати визначення параметрів механізму підйому, вибір каната, барабана, блоків, редуктора, електродвигуна, гальма, а також розрахунок механізмів пересування візка і крана [5, 6, 10].

Вантажопідйомність 32 т визначає основний рівень навантажень на всі елементи крана. При цьому у розрахунках необхідно враховувати не тільки статичну дію вантажу, а й динамічні коефіцієнти, пов'язані з пуском, гальмуванням, нерівномірністю руху, розгойдуванням контейнера та можливими відхиленнями центра мас вантажу. Для елементів металоконструкції важливими є перевірки на міцність, місцеву стійкість, загальну стійкість, прогини та витривалість [5, 9, 11].

Безпечна експлуатація крана забезпечується застосуванням обмежувачів вантажопідйомності, кінцевих вимикачів, аварійних вимикачів, анемометрів, протиугінних пристроїв, блокувань спредера, світлової та звукової сигналізації. Окрему увагу необхідно приділити зручності доступу до вузлів технічного обслуговування, наявності огорожень, площадок і сходів, а також ергономіці кабіни оператора [1, 2, 8].

До конструкції також висуваються вимоги ремонтпридатності. Вузли, що підлягають регулярному огляду або заміні, повинні бути доступними для обслуговування. До таких вузлів належать канати, блоки, гальма, редуктори, ходові колеса, електродвигуни, кінцеві вимикачі та елементи спредера. Раціональна компоновальна схема зменшує тривалість простоїв і підвищує коефіцієнт готовності крана [4, 6, 12].

1.6 Техніко-економічне обґрунтування вибору крана

Застосування козлового контейнерного крана на залізничному терміналі є технічно доцільним, оскільки така машина забезпечує комплексне

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		11

обслуговування значної площі складування та декількох транспортних потоків. Порівняно з мобільною перевантажувальною технікою, рейковий козловий кран має кращу стабільність роботи, більшу зону дії в межах прольоту, нижчі питомі витрати на переміщення вантажу та вищу точність установа контейнерів [1, 3, 14].

Вибір вантажопідйомності 32 т є обґрунтованим для роботи з великотоннажними контейнерами, що експлуатуються на залізничних контейнерних терміналах. Така вантажопідйомність дозволяє виконувати основні технологічні операції без перевантаження механізмів і забезпечує необхідний запас для роботи зі спредером та різними варіантами завантаження контейнерів. Крім того, прийнята вантажопідйомність позитивно впливає на універсальність обладнання [2, 5, 6].

Економічний ефект від використання козлового контейнерного крана полягає у скороченні часу простою залізничних платформ і автомобільного транспорту, зменшенні потреби в додатковій перевантажувальній техніці, підвищенні пропускної спроможності терміналу та зниженні трудомісткості вантажно-розвантажувальних робіт. Водночас стаціонарне рейкове виконання потребує якісної підкранової колії та відповідної термінальної інфраструктури, що має бути враховано при виборі місця встановлення крана [7, 9, 13].

Отже, для залізничного контейнерного термінала доцільно прийняти козловий контейнерний кран рейкового типу вантажопідйомністю 32 т із двобалковою металоконструкцією, вантажним візком, канатним механізмом підйому та спредером. Така конструкція відповідає умовам роботи терміналу, забезпечує необхідну продуктивність, безпечне переміщення контейнерів і має достатні передумови для подальшого конструкторського розрахунку.

Висновки до розділу 1

1. У першому розділі розглянуто призначення, умови роботи та основні конструктивні особливості козових контейнерних кранів, що застосовуються на залізничних контейнерних терміналах. Встановлено, що такі крани є

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		12

ефективним обладнанням для механізації контейнерних перевезень завдяки значній зоні обслуговування, високій вантажопідйомності та можливості роботи на відкритих майданчиках.

2. Для подальшого розроблення прийнято козловий контейнерний кран рейкового типу вантажопідйомністю 32 т із двобалковою прогоною будовою, вантажним візком, канатним механізмом підйому та контейнерним спредером. Прийнята конструктивна схема відповідає умовам експлуатації залізничного контейнерного термінала та забезпечує основу для виконання конструкторських розрахунків у наступному розділі.

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ	Лист
						13
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

2. РОЗРАХУНОК ПРОЕКТОВАНОГО КОЗЛОВОГО КРАНА.

Проектований кран – контейнерний козловий кран, призначений для обслуговування залізничного контейнерного складу, повністю заповненого вантажними контейнерами, причому половина з них масою 20т, а інша половина – масою 32т. протягом робочої зміни типорозмер перенавантажуваних контейнерів змінюється, в середньому, чотири рази на день.

Всі елементи металоконструкції – коробчатого перетину. Пролітна будова складається з 2-х головних і 2-х кінцевих балок, що спираються на 4 опори, сполученої між собою попарно стягуваннями. Механізм пересування крана складається з балансирів і восьми ходових візків, зібраних попарно під кожною опорою і що мають індивідуальний привід.

Вантажний візок є зварною рамою, встановленою на чотирьох двухребордних приводних колесах і що переміщається по мосту крана. На рамі візка козлового крана розміщується механізм підйому і механізм пересування візка.

Механізм підйому є двохбарабанною лебідкою.

Механізм пересування вантажного візка складається з двох приводів: один привід – на кожну пару ходових коліс.

Відстань по горизонталі між осями рейок шляху крана називається – прольотом крана, а відстань між осями ходових коліс або між осями балансирних візків – базою крана. Відстань між подовжніми осями підтележечних рейок називається колією візка. Проліт проектного крана 25000мм, а база 14000мм. Колія візка 13500мм, а база 2500мм.

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дат	РОЗРАХУНОК ПРОЕКТОВАНОГО КОЗЛОВОГО КРАНА.		
Розроб.	Яремчук						
Перев.	Склярченко						
Керівник							
Н. контр.	Васильєв						
Затв.	Орисенко						
					Літ.	Лист	Листів
					Н	15	
					Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»		

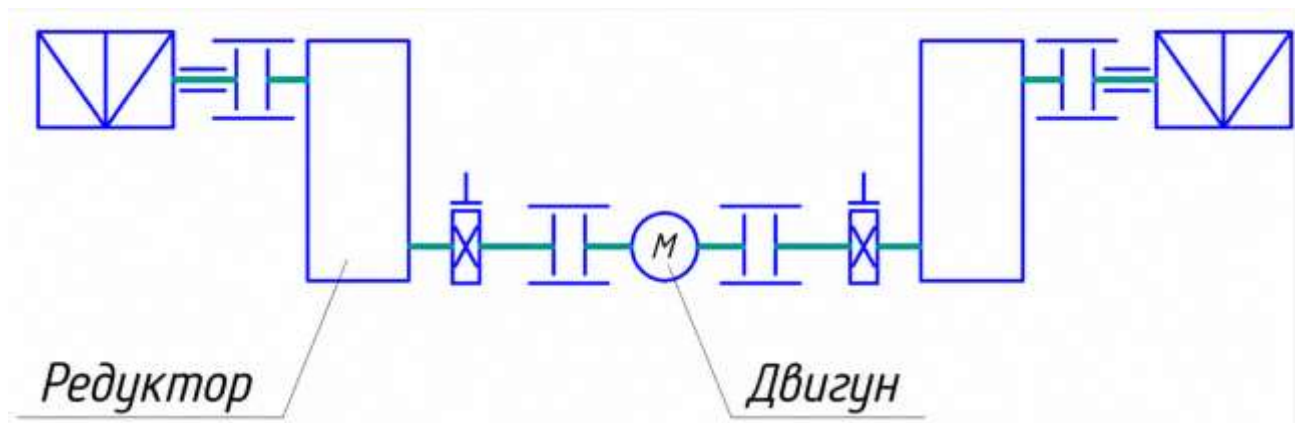


Рисунок 2.1 – Схема механізму підйому крана

Схема запасовки каната представлена на рис. 2.1

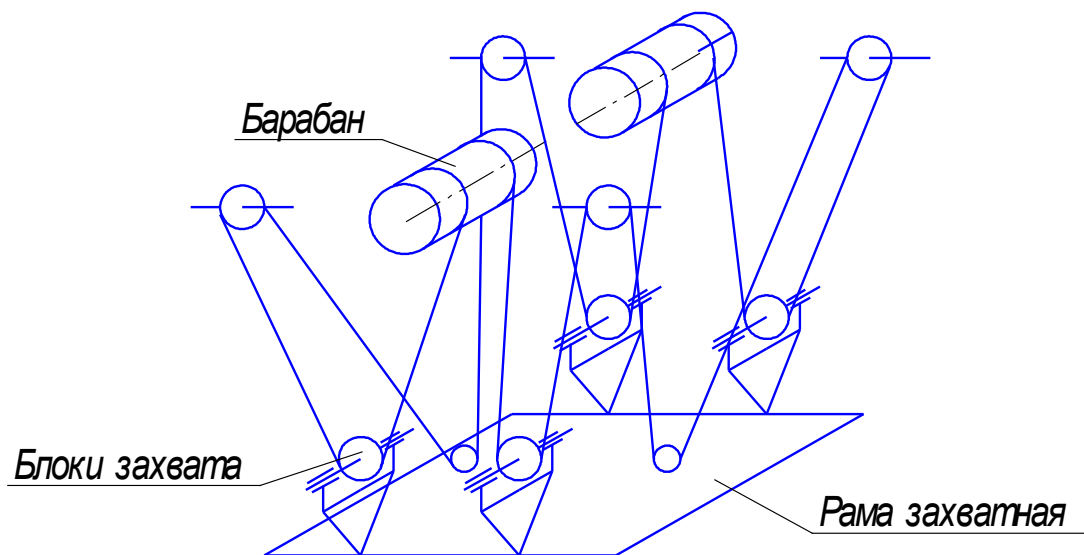


Рисунок 2.2 – Схема запасовки каната

Для даної схеми:

- Кратність $a = 3$;
- Число гілок каната $m = 8$;

2.1.3. Вибір каната і визначення діаметру барабана

Вибір каната проводиться на основі виконання умови:

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

Лист

16

$S_{разр} \geq S_{max} \cdot n$; де n - коефіцієнт запасу (для 4 групи режиму роботи [10]), а S_{max} - максимальне зусилля в канаті від ваги вантажу. Воно розраховується по наступній формулі:

$$S_{max} = \frac{(G_{зп} + G_{з.}) \cdot (1 - \eta)}{m \cdot (1 - \eta^a) \cdot \eta^t} \quad (2.1)$$

де: $(G_{зп} + G_{з.}) = (32000 + 10000) \cdot 9,81 = 412020$ Н - вага вантажу;

$\eta = 0,98$ - ККД блоку.

Таким чином, остаточно: $S_{max} = \frac{412020 \cdot (1 - 0,98)}{8 \cdot (1 - 0,98^3) \cdot 0,98^0} = 59841$ Н.

Таким чином $S_{разр} \geq 59841 \cdot 5,6 = 335109$ Н.

Вибирається канат ЛК-Р конструкції 6х19 (1+6+6/6)+1 о.с. подвійного звивання з органічним сердечником що не розкручується (з точковим контактом)

Виходячи з того, що $\sigma_{зр} = 1862$ МПа і розривне зусилля менше, або рівне 335 кН, вибирається діаметр каната $d_k = 24$ мм. (Маркіровка каната «11-Г-I-СС-Н-1862», тобто вантажний канат, І марка дроту, маркувальна група 1862 Мпа, вид покриття дроту – оцинкована, поєднання напрямів звивання елементів – хрестова, спосіб звивання каната – що не розкручується).

Діаметр барабана визначається з наступної умови:

$D_{бар} \geq h_1 \cdot d_k$; де d_k - діаметр каната, а h_1 - коефіцієнт, залежний від групи режиму роботи [10].

Таким чином $D_{бар} \geq 22,4 \cdot 24 = 537$ мм. По конструктивних міркуваннях, виходячи з нормального ряду діаметрів барабанів, вибирається $D_{бар} = 605$ мм.

2.1.4. Визначення довжини барабана і частоти його обертання

Здвоєний барабан з кроком нарізки: $t = d_k + (2...3)$ мм = 11 + (2...3) = 13...14 мм.

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		17

Остаточно вибирається $t = 14$ мм .

Довжина барабана розраховується по формулі, де:

$\ell_{кр}$ - довжина ділянки барабана під кріплення каната;

$\ell_{непр}$ - 1,5 недоторканих витка;

$\ell_{ненар}$ - ненарізана частина;

ℓ_p - робоча частина.

Довжина ненарізаної частини барабана розраховується з умови обмеження кута відхилення каната при максимально наближеному до барабана візку. По конструктивних міркуваннях вона приймається рівною $\ell_{ненар} = 150$ мм .

Число витків на робочій частині барабана: $\frac{H \cdot a}{\pi \cdot D_{бар}}$, де $a = 3$ - кратність полиспада.

Таким чином $\ell_{бар} = 2 \cdot \left(\frac{H \cdot a}{\pi \cdot D_{бар}} + 1.5 + 3 \right) \cdot t + \ell_{ненар} = 2 \cdot \left(\frac{8,5 \cdot 3 \cdot 1000}{\pi \cdot 605} + 1.5 + 3 \right) \cdot 14 + 150 = 889$ мм . Остаточно вона приймається $\ell_{бар} = 890$ мм .

Частота обертання барабана визначається з наступних міркувань:

Окружна швидкість на поверхні барабана $v_{окр} = \frac{\pi \cdot D_{бар} \cdot n_{бар}}{1000}$. З іншого боку,, де $v_{сп}$ - швидкість підйому вантажу. Тоді:

$$n_{бар} = \frac{1000 \cdot v_{сп} \cdot a}{\pi \cdot D_{бар}} = \frac{1000 \cdot 12 \cdot 3}{\pi \cdot 605} = 18,23 \text{ об/мин} . \quad (2.2)$$

2.1.5. Вибір електродвигуна

Необхідна потужність електродвигуна:

$$N = \frac{(G_{сп} + G_z) \cdot v_{сп}}{1000 \cdot 60 \cdot \eta} = \frac{412020 \cdot 12}{1000 \cdot 60 \cdot 0,9} = 113 \text{ кВт} . \text{ З урахуванням того, що тривалість}$$

включення для 4 Гр.Р.Р. складає, по каталогу вибирається електродвигун МТН

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ	Лист
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

612-6. Його параметри:

Потужність на валу 112 кВт

Частота обертання 950 об/хв

Максимальний момент на валу 3580Нм

2.1.6. Вибір редуктора

Передавальне відношення редуктора рівне $u = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{бар}}} = \frac{950}{18,23} = 52,12$. По

каталогу здійснюється підбір редуктора типу Ц2-650 з найближчим передавальним числом: $u_{\text{ном}} = 50$ ($u_{\text{факт}} = 48,57$).

Допустимий момент, що крутить, на тихохідному валу $M_T = 41005 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Допустиме консольне навантаження на тихохідному валу 69651Н

2.1.7. Перевірка редуктора:

1. По моменту:

$$\text{підходить} \begin{cases} M_{\text{наиб}} = m \cdot M_T = 1,6 \cdot 41005 = 65610 \text{ Н} \cdot \text{м} \\ M_{\text{факт}} = 2 \cdot S_{\text{max}} \cdot \frac{D_{\text{бар}}}{2} = 2 \cdot 59841 \cdot \frac{0,605}{2} = 36203 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{cases} \quad (2.3)$$

2. По допустимому консольному навантаженню:

$$\text{підходить} \begin{cases} P_{\text{конс}}^{\text{факт}} = S_{\text{max}} = 59841 \text{ Н} \\ P_{\text{конс}}^{\text{ред}} = 69651 \cdot 9,81 = 683276 \text{ Н} \end{cases} \quad (2.4)$$

2.2. Механізм пересування крана

Принципова кінематична схема механізму пересування крана приведена на мал. 3. Механізм має роздільний привід, здійснюваний від електродвигуна крана через триступінчатий циліндровий вертикальний навісний редуктор на ходове колесо. Гальмівний пристрій прикріплений до редуктора на спеціальній підставці.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

Лист

19

2.2.1. Початкові дані

Число приводних коліс, $n_{пр.к} = 8$

Кінематична схема механізму пересування крана зображена на рисунку 2.3

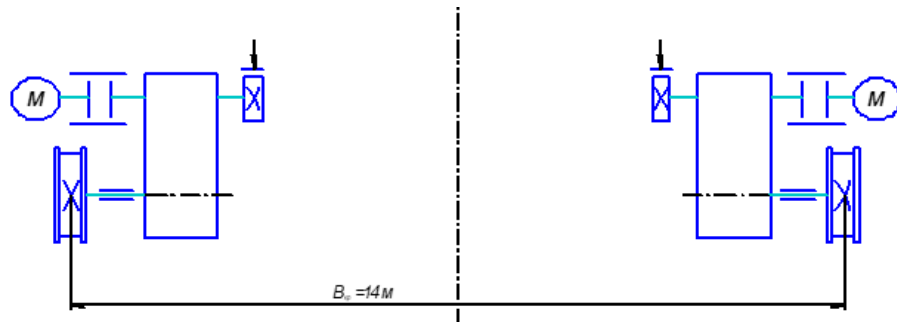


Рисунок 2.3 – Схема механізму пересування

2.2.2 Вибір ходових коліс крана

Схема для визначення навантажень на ходові колеса крана представлена на рисунку 2.4. (вантаж в крайньому положенні)

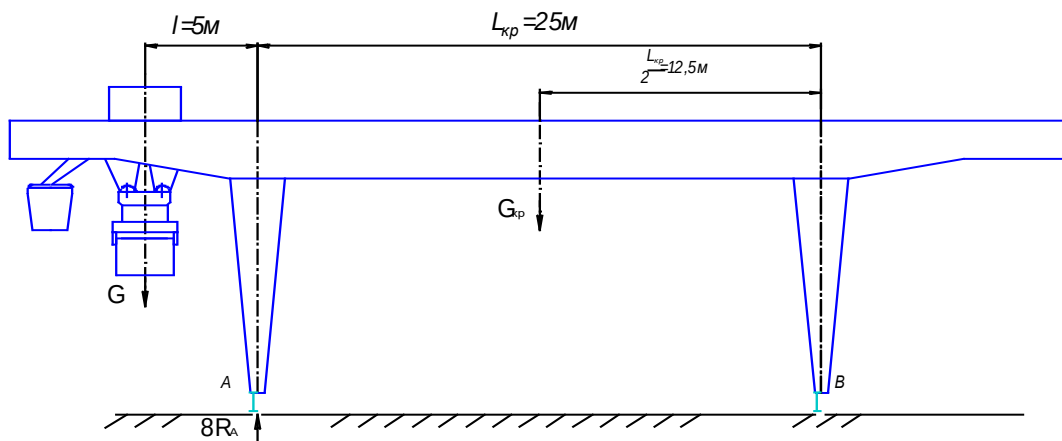


Рисунок 2.4 – Схема для визначення навантажень на ходові колеса крана

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ КОЛЕСА МЕХАНІЗМУ ПЕРЕСУВАННЯ КОЗЛОВОГО КРАНА

Ходове колесо механізму пересування козлового контейнерного крана є відповідальною деталлю, яка сприймає вертикальні навантаження від власної маси крана, вантажу, візка, динамічних впливів під час пуску та гальмування, а також контактні напруження у зоні взаємодії з рейкою. Від точності виготовлення колеса, якості оброблення поверхні кочення та правильності термічного зміцнення залежить плавність ходу крана, довговічність рейкового шляху та безпека експлуатації обладнання.

У цьому розділі розроблено технологічний процес виготовлення ходового колеса за кресленням, наведеним на рисунку 3.1. Основними конструктивними ознаками деталі є зовнішній діаметр колеса 360 мм, посадковий отвір, профільована поверхня кочення з ребордами, радіусні переходи та канавки. Матеріал деталі - сталь 65Г за ДСТУ 1050:2013. Твердість робочих поверхонь після термічної обробки приймається HB 320...350.

3.1 Аналіз службового призначення та технологічності деталі

Колесо працює в умовах циклічного навантаження, тому до нього висуваються підвищені вимоги щодо міцності, зносостійкості та точності геометричної форми. Поверхня кочення повинна мати достатню твердість і малу шорсткість, а посадковий отвір - забезпечувати надійне з'єднання з валом або віссю механізму пересування. На кресленні передбачено шорсткість окремих поверхонь Ra 2,5, Ra 3,2, Rz 20 і Rz 80, що враховано під час вибору способів механічної обробки. З огляду на форму деталі та вимоги до якості поверхонь технологічний процес доцільно будувати за принципом послідовного формування баз: спочатку обробляються торцеві поверхні та центральний отвір, після чого виконується чистове точіння зовнішнього профілю, термічна обробка робочих поверхонь і остаточне шліфування.

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ								
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дат	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ КОЛЕСА МЕХАНІЗМУ ПЕРЕСУВАННЯ КОЗЛОВОГО КРАНА					Лім.	Лист	Листів	
Розроб.	Яремчук									Н		21	
Перев.	Рогозін									Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»			
Керівник	Скляренко												
Н. контр.	Васильєв												
Затв.	Орисенко												

Основні вихідні дані для проектування технологічного процесу наведено в таблиці 3.1.

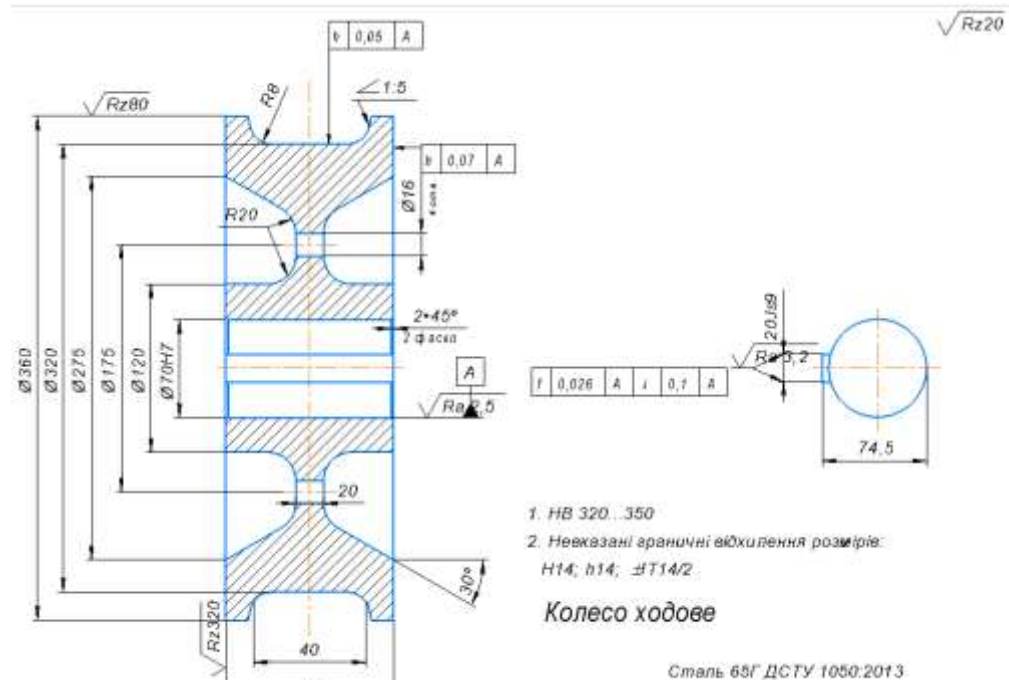


Рисунок 3.1 - Конструктивна схема ходового колеса механізму пересування козлового крана

Таблиця 3.1 - Вихідні дані для розроблення технологічного процесу

Показник	Позначення	Значення
Найменування деталі	-	Колесо ходове
Матеріал	-	Сталь 65Г ДСТУ 1050:2013
Найбільший зовнішній діаметр	D	360 мм
Ширина заготовки за кресленням	B	60 мм
Діаметр посадкового отвору	d	70 мм
Маса заготовки орієнтовна	mз	28...32 кг
Твердість робочої поверхні	HB	320...350
Тип виробництва	-	Одиничне або дрібносерійне

3.2 Вибір заготовки та припусків на механічну обробку

Для ходового колеса доцільно прийняти ковану або штамповану заготовку з подальшим нормалізаційним нагріванням. Такий спосіб одержання заготовки забезпечує щільну структуру металу, підвищену опірність ударним і контактним навантаженням, а також кращі механічні властивості порівняно з литою заготовкою. Для одиничного та дрібносерійного виробництва допускається застосування поковки вільного кування із припусками на токарну обробку.

Розміри заготовки приймаються з урахуванням припусків на чорнове та чистове оброблення. Розрахункова схема визначення основних розмірів заготовки наведена формулами (3.1) і (3.2).

$$D_3 = D + 2 \cdot ZD = 360 + 2 \cdot 5 = 370 \text{ мм} \quad (3.1)$$

де D_3 - діаметр заготовки; D - найбільший діаметр готової деталі; ZD - припуск на сторону для зовнішньої поверхні.

$$B_3 = B + 2 \cdot ZB = 60 + 2 \cdot 3 = 66 \text{ мм} \quad (3.2)$$

де B_3 - ширина заготовки; B - ширина готового колеса; ZB - припуск на торець.

Таблиця 3.2 - Прийняті припуски на оброблення основних поверхонь

Поверхня	Розмір готової деталі, мм	Припуск на сторону, мм	Розмір заготовки, мм	Вид подальшої обробки
Зовнішня поверхня кочення	Ø360	5	Ø370	Точіння, шліфування
Торці колеса	60	3	66	Підрізання, чистове точіння
Посадковий отвір	Ø70H7	4	Ø62 попередньо	Свердління, розточування, шліфування
Радіусні переходи	R8; R20	2...3	За профілем поковки	Профільне точіння

Як видно з таблиці 3.2, найбільші припуски прийнято для зовнішньої циліндричної поверхні та торців, оскільки ці поверхні формують основні технологічні бази для наступних операцій.

3.3 Вибір технологічних баз та обладнання

На першій операції як чорнові бази використовують зовнішню поверхню заготовки та один із торців.

Перелік обладнання і оснащення, наведений у таблиці 3.3, забезпечує повний цикл виготовлення колеса від одержання заготовки до остаточного контролю розмірів і якості поверхонь.

Таблиця 3.3 - Обладнання, пристрої та інструмент для виготовлення колеса

Операція	Обладнання	П ристрій	Інструме нт	Контроль ний засіб
Заготівельна	Прес або ковальський молот	Кувальн і бойки	Кувальний інструмент	Рулетка, штангенциркул ь
Токарна чорнова	Токарно- гвинторізний верстат	Патрон, центр	Прохідний і підрізний різці	Штангенцирку ль
Свердлильно - розточувальн а	Радіально- свердлильний верстат	Призма, прихват и	Свердло, розточувальни й різець	Нутромір
Токарна чистова	Токарний або токарно- карусельний верстат	Оправка , центр	Фасонний різець, канавковий різець	Мікрометр, шаблон профілю
Термічна	Піч, установка ТВЧ	Підвіс або касета	Індуктор, ванна охолодження	Твердомір
Шліфувальн а	Круглошліфувальн ий верстат	Оправка	Шліфувальни й круг	Мікрометр, індикатор
Контрольна	Контрольний стіл	Призма, центри	-	Індикатор, шаблони, калібри

Після попереднього оброблення базовими поверхнями стають оброблений торець і центральний отвір. Для забезпечення співвісності зовнішньої поверхні кочення, реборд і посадкового отвору чистове точіння виконують з установленням деталі на оправці або в патроні з підтисканням заднім центром. Така схема базування зменшує похибку взаємного розташування поверхонь.

3.4 Маршрутний технологічний процес виготовлення колеса

Маршрут виготовлення колеса сформовано з урахуванням поступового підвищення точності оброблення. Спочатку виконують заготівельні та чорнові операції, потім - термічне зміцнення і фінішне оброблення поверхонь. Послідовність операцій наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Маршрутний технологічний процес виготовлення ходового колеса

№ операції	Назва операції	Зміст переходів	Технологічна база	Результат операції
005	Заготівельна	Одержати поковку, видалити окалину, виконати зовнішній огляд	Поверхня поковки	Заготовка Ø370×66 мм
010	Термічна підготовча	Нормалізація заготовки для зняття внутрішніх напружень	Касета печі	Стабілізована структура металу
015	Токарна чорнова	Підрізати перший торець, обточити зовнішній діаметр, намітити отвір	Зовнішня поверхня, торець	Отримані чорнові бази

020	Токарна чорнова з переустановленням	Підрізати другий торець, витримати ширину з припуском	Оброблений торець	Підготовлені торці
025	Свердлильно-розточувальна	Просвердлити та розточити центральний отвір під подальше чистове оброблення	Торці, зовнішня поверхня	Отвір під оправку
030	Токарна напівчистова	Обточити зовнішній профіль, реборди, канавки, радіусні переходи	Отвір, торець	Сформований профіль колеса
035	Термічна зміцнювальна	Загартувати поверхню кочення та реборди, виконати відпуск	Отвір, торець	Твердість HB 320...350
040	Шліфувальна	Шліфувати поверхню кочення, торці та посадковий отвір	Отвір, торець	Досягнута точність і шорсткість
045	Контрольна	Перевірити Ø360, Ø70H7, ширину 60 мм, биття, шорсткість і твердість	Контрольні призми	Придатна деталь

Згідно з таблицею 3.4, термічне зміцнення виконується після формування основного профілю колеса, але до остаточного шліфування. Це дозволяє

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

Лист

26

усунути можливі деформації після нагрівання та забезпечити необхідну точність робочих поверхонь.

3.5 Розрахунок режимів різання

Для визначення трудомісткості технологічного процесу необхідно прийняти режими різання для основних механічних операцій. Швидкість різання, частоту обертання шпинделя, подачу та основний машинний час визначають за формулами (3.3)-(3.6).

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) \quad (3.3)$$

де n - частота обертання шпинделя, об/хв; V - швидкість різання, м/хв; D - діаметр оброблюваної поверхні, мм.

$$T_o = L / (S \cdot n) \cdot i \quad (3.4)$$

де T_o - основний час, хв; L - довжина робочого ходу, мм; S - подача на один оберт, мм/об; i - кількість проходів.

$$L = l + l_1 + l_2 \quad (3.5)$$

де L - розрахункова довжина ходу інструмента; l - довжина оброблюваної поверхні; l_1 і l_2 - довжини врізання та перебігу інструмента.

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{об} + T_v \quad (3.6)$$

де $T_{шт}$ - штучний час; T_d - допоміжний час; $T_{об}$ - час обслуговування робочого місця; T_v - час на відпочинок і природні потреби.

Таблиця 3.5 - Режими різання для основних операцій

Операція	Поверхня	D, мм	V, м/хв	n, об/хв	S, мм/об	t, мм
Токарна чорнова	Зовнішній діаметр	370	80	69	0,60	3,0
Токарна чистова	Поверхня кочення	360	120	106	0,25	0,8
Розточування	Отвір	70	60	273	0,20	1,0
Канавкова	Профіль реборди	320	50	50	0,15	1,5
Шліфувальна	Поверхня кочення	360	30 м/с	-	0,02	0,2

Прийняті режими різання наведено в таблиці 3.5. Вони відповідають обробленню конструкційної ресорно-пружинної сталі 65Г твердосплавним і абразивним інструментом у дрібносерійному виробництві.

Для прикладу визначимо частоту обертання під час чорнового точіння зовнішньої поверхні заготовки діаметром 370 мм при швидкості різання 80 м/хв:

$$n = 1000 \cdot 80 / (3,14 \cdot 370) = 69 \text{ об/хв} \quad (3.7)$$

Основний час чорнового точіння зовнішньої поверхні за довжини робочого ходу 72 мм, подачі 0,60 мм/об і двох проходів становить:

$$T_o = 72 / (0,60 \cdot 69) \cdot 2 = 3,48 \text{ хв} \quad (3.8)$$

3.6 Розрахунок часу на виготовлення колеса

Штучний час для кожної операції визначається як сума основного та допоміжного часу з урахуванням часу на організаційно-технічне обслуговування і відпочинок. Для укрупненого розрахунку приймаємо, що час обслуговування та відпочинку становить 10 % від суми основного і допоміжного часу. Тоді формула (3.6) набуває вигляду:

$$T_{шт} = 1,10 \cdot (T_o + T_d) \quad (3.9)$$

Загальний штучний час виготовлення одного ходового колеса визначається підсумовуванням значень, наведених у таблиці 3.6:

$$T_{\Sigma} = \Sigma T_{шт} = 318,5 \text{ хв} = 5,31 \text{ год} \quad (3.10)$$

Отже, орієнтовний час повного виготовлення одного ходового колеса від підготовки заготовки до остаточного контролю становить 318,5 хв, або приблизно 5,3 год. У разі виготовлення партії деталей фактична трудомісткість на одне колесо зменшується завдяки скороченню підготовчо-завершального часу та груповій термічній обробці.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

Таблиця 3.6 - Розрахунок штучного часу виготовлення ходового колеса

№ операції	Назва операції	То, хв	Тд, хв	Коефіцієнт	Тшт, хв
005	Заготівельна підготовка	12,0	8,0	1,10	22,0
010	Нормалізація та охолодження	40,0	10,0	1,10	55,0
015	Токарна чорнова	18,5	10,0	1,10	31,4
020	Токарна з переустановленням	9,0	7,0	1,10	17,6
025	Свердління та розточування отвору	16,0	8,0	1,10	26,4
030	Токарна напівчистова і профільна	24,0	12,0	1,10	39,6
035	Загартування, відпуск	55,0	15,0	1,10	77,0
040	Шліфування поверхонь	20,0	10,0	1,10	33,0
045	Остаточний контроль	8,0	7,0	1,10	16,5

3.7 Контроль якості готової деталі

Після завершення механічної та термічної обробки колесо підлягає технічному контролю. Особливу увагу приділяють діаметру поверхні кочення, посадковому отвору, ширині колеса, биттю торців і циліндричних поверхонь, твердості робочої поверхні та якості радіусних переходів. Контрольні операції наведено в таблиці 3.7.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

Лист

29

Таблиця 3.7 - Контрольні операції після виготовлення ходового колеса

Контрольований параметр	Номінальне значення	Засіб контролю	Вимога
Зовнішній діаметр	Ø360 мм	Мікрометр, штангенциркуль	Відповідність кресленню
Посадковий отвір	Ø70H7	Нутромір, калібр-пробка	Забезпечення посадки
Ширина колеса	60 мм	Штангенциркуль	Відповідність кресленню
Радіусні переходи	R8; R20	Радіусний шаблон	Плавність переходів
Шорсткість	Ra 2,5; Ra 3,2	Профілометр або зразки шорсткості	Відповідність позначенням
Твердість	HB 320...350	Твердомір	Зносостійкість поверхні кочення
Радіальне та торцеве биття	За кресленням	Індикатор годинникового типу	Співвісність поверхонь

Результати контролю заносять до карти технічного контролю. Деталь допускається до складання лише після підтвердження відповідності всіх основних розмірів, шорсткості та твердості вимогам креслення, наведеного на рисунку 3.1.

Висновки до розділу 3

– Розроблено технологічний процес виготовлення ходового колеса механізму пересування козлового крана із сталі 65Г, який включає заготівельну підготовку, нормалізацію, токарну, розточувальну, термічну, шліфувальну та контрольну операції.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

Лист

30

– Обґрунтовано вибір поковки як заготовки, визначено основні припуски на оброблення та підібрано обладнання, пристрої, інструмент і засоби контролю для забезпечення точності виготовлення деталі.

– Виконано розрахунок режимів різання та орієнтовного штучного часу. Загальний час виготовлення одного ходового колеса становить 318,5 хв, або приблизно 5,3 год.

– Запропонована послідовність операцій забезпечує необхідну точність посадкового отвору, якість поверхні кочення, твердість НВ 320...350 та придатність колеса до роботи у складі механізму пересування козлового контейнерного крана.

					<i>ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ</i>	Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Козлові контейнерні крани належать до об'єктів підвищеної небезпеки, оскільки їх експлуатація пов'язана з переміщенням великогабаритних і важких вантажів на значній висоті. Під час роботи крана на залізничному контейнерному терміналі на персонал можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

Основними небезпечними факторами є:

- падіння контейнерів або вантажозахоплювальних пристроїв у разі обриву канатів чи відмови механізмів;
- наїзд ходових візків крана на працівників;
- ураження електричним струмом від силового обладнання;
- падіння працівників з висоти під час технічного обслуговування металоконструкцій;
- защемлення рухомими частинами механізмів підйому та пересування;
- руйнування металоконструкції внаслідок перевантаження або втомного руйнування матеріалу.

До шкідливих виробничих факторів належать:

- підвищений рівень шуму від роботи електродвигунів і редукторів;
- вібрація механізмів пересування та підйому;
- несприятливі метеорологічні умови;
- недостатня освітленість робочої зони в нічний час;
- нервово-психічне навантаження оператора під час керування краном.

Для зменшення впливу зазначених факторів передбачаються організаційні та технічні заходи безпеки.

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ								
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дат									
Розроб.	Яремчук				БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ					Літ.	Лист	Листів	
Перев.	Скляренко									Н		32	
Керівник										Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»			
Н. контр.	Васильєв												
Затв.	Орисенко												

4.2 Вимоги безпеки під час експлуатації козлового контейнерного крана

До керування краном допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання, перевірку знань правил безпечної експлуатації вантажопідіймальних машин та мають відповідне посвідчення машиніста крана.

Перед початком роботи оператор повинен:

- перевірити справність гальмівних пристроїв;
- оглянути стан канатів і блоків;
- перевірити роботу кінцевих вимикачів;
- переконатися у відсутності сторонніх предметів на підкранових коліях;
- перевірити справність приладів безпеки та освітлення.

Під час роботи забороняється:

- переміщувати вантаж над людьми;
- виконувати підйом вантажу невідомої маси;
- перевищувати паспортну вантажопідйомність;
- залишати піднятий вантаж без нагляду;
- здійснювати різкі пуски та гальмування механізмів.

Усі вантажно-розвантажувальні роботи повинні виконуватися відповідно до затверджених технологічних карт та інструкцій з охорони праці.

4.3 Електробезпека

Козловий контейнерний кран оснащений електроприводами механізмів підйому, пересування крана та вантажного візка. Напруга живлення силових електродвигунів становить 380 В.

Для забезпечення електробезпеки передбачаються:

- захисне заземлення металоконструкцій;
- автоматичне відключення живлення при коротких замиканнях;
- використання кабелів із подвійною ізоляцією;
- блокування дверей електрошаф;

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

Лист

33

– застосування пристроїв захисного вимкнення.

Опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати нормативних значень, встановлених чинними правилами улаштування електроустановок.

Працівники повинні використовувати діелектричні рукавиці, інструмент з ізольованими ручками та інші засоби індивідуального захисту.

4.4 Пожежна безпека

Основними причинами виникнення пожеж на крановому обладнанні можуть бути:

- коротке замикання в електромережі;
- перевантаження електродвигунів;
- пошкодження ізоляції кабелів;
- порушення правил виконання ремонтних робіт.

Для забезпечення пожежної безпеки на крані та прилеглий території передбачаються:

- порошкові вогнегасники;
- пожежні щити з необхідним інвентарем;
- система аварійного відключення електроживлення;
- регулярний контроль стану електрообладнання.

Паління та використання відкритого вогню на території контейнерного термінала забороняються.

4.5 Заходи щодо забезпечення безпечної роботи вітрових навантажень

Оскільки козлові крани експлуатуються на відкритих майданчиках, значну небезпеку становлять вітрові навантаження.

Для запобігання аварійним ситуаціям конструкцією крана передбачаються:

- протиугінні захвати;
- рейкові затискачі;
- анеометр для контролю швидкості вітру;
- автоматичне блокування роботи механізмів при перевищенні

допустимої швидкості вітру.

Після завершення роботи кран повинен встановлюватися у спеціально визначене місце стоянки та фіксуватися протиугінними пристроями.

4.6 Заходи з охорони навколишнього середовища

Експлуатація козлового контейнерного крана не супроводжується значними викидами шкідливих речовин у навколишнє середовище. Разом з тим необхідно забезпечити:

- своєчасний збір та утилізацію відпрацьованих мастил;
- контроль герметичності редукторів;
- зниження шумового впливу на навколишнє середовище;
- раціональне використання електричної енергії.

Виконання зазначених заходів дозволяє мінімізувати негативний вплив виробничої діяльності контейнерного термінала на довкілля.

Висновок до розділу

У розділі проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для експлуатації козлового контейнерного крана вантажопідйомністю 32 т. Розглянуто вимоги електробезпеки, пожежної безпеки, заходи захисту від впливу вітрових навантажень та вимоги до безпечної організації вантажно-розвантажувальних робіт. Запропоновані технічні й організаційні рішення забезпечують безпечну експлуатацію крана, зниження ризику виробничого травматизму та підвищення надійності роботи контейнерного термінала.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ

Лист

35

Висновки

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання розроблення козлового контейнерного крана вантажопідйомністю 32 т для залізничного контейнерного термінала. Обґрунтовано актуальність використання такого обладнання для механізації вантажно-розвантажувальних робіт, підвищення продуктивності термінала та скорочення часу обробки контейнерів.

Проведено аналіз конструкцій козлових контейнерних кранів, умов їх експлуатації та основних вимог до вантажопідіймального обладнання. Встановлено, що козловий кран є ефективним технічним рішенням для роботи на відкритих контейнерних майданчиках, оскільки забезпечує значну зону обслуговування, високу вантажопідйомність і можливість переміщення контейнерів між залізничними коліями, автомобільними платформами та складськими зонами.

У конструкторській частині роботи виконано вибір основних параметрів крана та розрахунок його основних механізмів. Розглянуто роботу механізмів підйому, пересування вантажного візка та пересування крана. Прийняті конструктивні рішення забезпечують необхідну вантажопідйомність, стійкість і надійність роботи обладнання в умовах залізничного контейнерного термінала.

Розроблено технологічний процес виготовлення ходового колеса механізму пересування козлового крана. Визначено послідовність основних операцій, обґрунтовано вибір заготовки, обладнання, інструменту та методів контролю якості. Запропонований технологічний процес дозволяє отримати деталь із необхідною точністю, міцністю та зносостійкістю робочих поверхонь.

У розділі з безпеки життєдіяльності проаналізовано небезпечні та

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ						
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дат							
Розроб.	Яремчук				Висновки			Лім.	Лист	Листів	
Перев.	Склярєнко							Н			
Керівн.								Національний університет			
Н. контр.	Васильєв							«Полтавська політехніка			
Затв.	Орисенко							імені Юрія Кондратюка»			

шкідливі виробничі фактори, що виникають під час експлуатації козлового контейнерного крана. Запропоновано заходи з електробезпеки, пожежної безпеки, захисту від вітрових навантажень, безпечної організації вантажно-розвантажувальних робіт та охорони навколишнього середовища.

Результати виконаної роботи підтверджують доцільність застосування розробленого козлового контейнерного крана вантажопідйомністю 32 т на залізничному контейнерному терміналі. Запропонована конструкція сприяє підвищенню ефективності перевантажувальних операцій, зменшенню простоїв транспортних засобів і забезпеченню безпечної експлуатації вантажопідіймального обладнання.

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ	Лист
						37
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Список літератури

1. Хмара Л. А., Колісник М. П., Шевченко А. Ф. та ін. Будівельні крани: конструкції, технічні характеристики, вибір та експлуатація : навч. посіб. Дніпропетровськ : ІМА-прес, 2015. 356 с.
2. Слободян Н. М., Пономарчук І. А. Вантажопідйомні машини : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2020. 87 с.
3. Жигулін О. А., Махмудов І. І., Жигуліна Н. О. Підйомно-транспортні машини : навч. посіб. Ніжин, 2020. 150 с.
4. Крижанівський Є. І., Борисевич Б. Д., Смага Б. І. Вантажопідіймальні машини та машини безперервного транспорту : навч. посіб. Івано-Франківськ : Факел, 2007. 314 с.
5. Бондарєв В. С., Дубинець О. І., Колісник М. П. та ін. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин : підручник. Київ : Вища школа, 2009. 734 с.
6. Іванченко Ф. К. Підйомно-транспортні машини : підручник. Київ : Вища школа, 2008. 413 с.
7. Сукач М. К. Будівельні машини і обладнання : підручник. Київ : Ліра-К, 2016. 390 с.
8. Вольтерс О. Ю., Пелевін Л. Є., Пристайло М. О. Машини і механізми міського господарства : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2017. 268 с.
9. Назаренко І. І., Берник І. М. Основи проєктування і конструювання машин та обладнання переробних виробництв : навч. посіб. Київ : Аграр Медіа Груп, 2013. 544 с.
10. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посіб. Харків : Планета-Прінт, 2020. 275 с.

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дат					
Розроб.	Яремчук				Список літератури	Літ.	Лист	Листів	
Перев.	Скляренко					Н			
Керівник						Національний університет			
Н. контр.	Васильєв					«Полтавська політехніка			
Затв.	Орисенко					імені Юрія Кондратюка»			

11. Рудь Ю. С. Основи конструювання машин : підручник. Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д. О., 2015. 492 с.
12. Малащенко В. О., Стрілець В. М., Козяр М. М., Стрілець О. Р. Практичне проєктування і конструювання деталей машин : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2020. 146 с.
13. Баладінський В. Л., Тугай А. М., Гаркавенко О. М., Русан І. В. Будівельна техніка : підручник. Київ : КНУБА, 2002. 237 с.
14. Будівельні машини і обладнання : підручник / за заг. ред. В. Л. Баладінського. Київ : Українська академія наук ; МП «Леся», 2015. 612 с

					ГММ.401ММ.016-00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		