

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний

(повне найменування інституту, факультету)

Деталі машин і підйомно-транспортні механізми

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему «Дослідження перспективності концепції конструювання козлових кранів компанією KONECRANES».

Виконав: студент(ка) 6 курсу, групи М-311м.

Спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Зух В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Руднєв О.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний

Кафедра Деталі машин і підйомно-транспортні механізми

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»
(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання
(назва освітньої програми (спеціалізації))

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Козловий кран, Металоконструкція вантажного візка, Механізм пересування крана,
Механізм пересування візка, Візок, Ходова частина, Ходові
колеса.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

[illegible]

7. Дата видачі завдання « 05 » вересня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Зух В. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота з вантажопідйомних машин, яка має розрахункову та графічну частини. Пояснювальна записка виконана на 85 сторінках, має 26 рисунків, 2 додатка.

Задача проекту: зробити аналіз конструкції польотних кранів фірми “KONECRANES” на прикладі козлового крану, який відповідає таким параметрам: вантажопідйомність 50 тонн, проліт 42 м, швидкість підйому вантажу 0,083м/с, швидкість пересування крана 0,6 м/с, швидкість пересування візка 0,3 м/с.

Козлові крани використовуються для виконання завантажувально-розвантажувальних та транспортних операцій на відкритому просторі. Вони переміщуються по рельсовим шляхам, займають багато місця та дають змогу обслуговування усієї території, на якій вони встановлені.

Ключові слова: КРАН, КАНАТ, БЛОК, ТРАВЕРСА, ВІСЬ, ПІДВІСКА, НАПРУЖЕННЯ, ПІДШИПНИК, ДВИГУН, РЕДУКТОР, ГАЛЬМА, МУФТА, ШКІВ, ВІЗОК, БУКСА, СПРОТИВ ПЕРЕСУВАННЮ, МЕХАНІЗМ ПЕРЕСУВАННЯ КРАНА, ШВИДКІСТЬ ПІДЙОМУ, МЕХАНІЗМ ПІДЙОМУ, РЕЖИМ РОБОТИ, РОЗРИВНЕ ЗУСИЛЛЯ, ВИЛІТ, ПОТУЖНІСТЬ, ПЕРЕДАТОЧНЕ ВІДНОШЕННЯ.

ЗМІСТ

Реферат.....	3
Вступ.....	6
1. Опис конструкції і роботи козлового крана.....	7
2. Дослідницький розділ.....	11
2.1. Порівняльний аналіз крана K46137 компанії KONECRANES, і вітчизняного крана KC50-42B.....	11
3. Конструкторський розділ.....	24
3.1. Розрахунок механізму підйому вантажу.....	24
3.2. Розрахунок механізму пресування крана.....	33
3.3 Розрахунок механізму пресування візка.....	38
3.4 Розрахунок металоконструкції вантажного візка.....	44
4.Економічний розділ.....	49
4.1 Розрахунок економічної ефективності.....	49
5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	55
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	55
5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	55
5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	59
5.4 Заходи з пожежної безпеки.....	65
5.5. Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	68
6. Висновок.....	75
Перелік посилань.....	77
Додаток А.....	78
Додаток Б	81

ВСТУП

Підйомно-транспортні машини (ПТМ) і механізми є основними засобами механізації і автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт у всіх галузях промисловості і сільського господарства. У зв'язку з інтенсифікацією процесів частка часу на підйомно-транспортні операції значно зросла. Різке підвищення продуктивності праці, яке вкрай необхідно під час переходу на нові умови розвитку і управління може бути досягнуто шляхом механізації і автоматизації підйомно-транспортних і настановних операцій, які менш автоматизовані, ніж технологічні. ПТМ вельми металоємкі, отже, вимагають великої кількості матеріальних і трудових витрат. Тому необхідно створювати мало, металоємкі вчинені, надійні і раціональні конструкції. Проектуванням, добіркою і установкою ПТМ зайняті інженерно-технічні працівники не тільки в вузькоспеціалізованих організаціях і підприємствах, а й у самих різних галузях промисловості. Підйомно-транспортне обладнання є невід'ємною частиною практично будь-якої схеми механізації будь-якого виробничого процесу в кожній галузі економіки.

Тому ПТМ становить винятковий методичний інтерес як об'єкт проектування при підготовці інженерів і конструкторів машинобудівника широкого профілю.

1. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ І РОБОТИ КОЗЛОВОГО КРАНА

Козлові крани відносяться до категорії підйомних пристроїв мостового типу. Несучі елементи їх конструкції спираються на підкранових шлях за допомогою двох опорних стійок. Середній термін служби козових кранів приблизно 20 років без урахування режиму роботи та умов експлуатації. Напрацювання на відмову – приблизно 3 000 циклів.

Даний козовий кран - кран загального призначення з порівняно невеликою висотою підйому (в середньому до 12 м). Застосовують його для обслуговування відкритих складських і перевантажувальних майданчиків. У козовому крані використовуються крюковий вантажозахватний орган. Механізм підйому встановлений на вантажному візку, яка переміщається по мосту. Залежно від призначення кран може бути обладнаний одним або двома механізмами підйому (основних і допоміжних). Потужність приводу і вантажопідйомність допоміжного механізму підйому, як правило, менше потужності основного (головного). Швидкість таких механізмів підйому також різна - у допоміжного зазвичай менше.

Перетин моста козового крана загартований. Даний кран більш металомісткий, але у нього є свої переваги, головне з яких - можливість встановити візки від мостових кранів типових конструкцій, виконаних за відпрацьованою технологією.

Опори козових кранів виконують двухстійкові рівній жорсткості або одну опору жорсткої, іншу - «гнучкою». У таких конструкціях шарнірне кріплення встановлюється в вузлі остова крана. Це технічне рішення дозволяє компенсувати навантаження перекосу в над опорних вузлах остова крана. Виготовляють крани і з одно-стійкими опорами. Конструкції з одно-балочними мостами і одно стійкими опорами використовують при спільній роботі двох кранів.

Управління козовим краном може здійснюватися з підлоги або з кабіни, яка кріпиться до рами візка або до мосту крана у опори. Швидкість його зазвичай не перевищує 1 м / с. Вантажопідйомність козових кранів загального призначення 3,2 ... 52 т, довжина прольотів 10 ... 42 м, висота підйому вантажу 7 ... 10 м (рідше - до 12 м). Вантажопідйомність будівельно-монтажних кранів більше - до 400 т, довжина прольотів - до 80 м, висота підйому - до 30 м.

Козлові крани обов'язково оснащуються обмежувачами робочих рухів для автоматичної зупинки механізму підйому, механізму пересування крана незалежно від швидкості пересування і механізму пересування вантажного

візка. У комплект також повинні входити автоматичні обмежувачі перекоосу, протиугінні пристрої (рейкові захвати і т. П.), пружні буферні пристрої. Крани групи режиму не менш А5 і вантажопідйомністю понад 10 т по ІСО 4301/1 обладнують реєстраторами роботи - так званими «чорними ящиками».

Введена марочна система, яка визначає порядок допуску на кран фахівців, щоб звести до мінімуму нещасні випадки під час роботи козлового крана в результаті неузгоджених дій машиніста і стропальників, а також працівників, зайнятих на ремонті або обслуговуванні. Ввідний пристрій (захисна панель) крана обладнується індивідуальним контактним замком з ключем. Ключ-марка призначений для замикання ланцюга управління і відноситься до приладів безпеки, на ньому вибито реєстраційний номер крана.

Основні вузли козових кранів

Механізм підйому вантажу складається з канатної лебідки, поліспасти і вантажозахоплювального органа (гака, захоплюючої траверси, грейфера і т. п.). Лебідка містить приводний електродвигун, через з'єднувальною муфту пов'язаний з вхідним валом циліндричного зубчастого редуктора. Останній обертає барабан, на який навивається одна або дві гілки каната підйомного поліспасти. Гальмівний шків встановлений на вхідному валу редуктора. У механізмах підйому вантажу використані одинарні або здвоєні канатні поліспасти. Довжину канатів і розміри канатних барабанів вибирають таким чином, щоб при можливому нижчому положенні вантажозахоплювального органа (гака, грейфера і т. П.) на барабані залишалось не менше 1,5 витка кожного з кінців канатів (без урахування ділянки каната, який виконується для кріплення на барабані). Якщо лебідку монтують на мосту крана, тоді до складу механізму підйому входить система відвідних блоків вантажного каната. Механізми пересування виготовляють двох видів: з приводом на ходові колеса візка, і канатний. Механізм першого виду містить приводний електродвигун, що обертається через проміжний валик з муфтами вертикального циліндричного редуктора. Вихідний вал останнього, разом із зубчастою з'єднувальною муфтою пов'язаний з валом приводних ходових коліс вантажного візка. Гальмівний шків змонтований на валу редуктора або на одному з кінців вала двигуна. Лебідка канатного механізму пересування по схемі аналогічна підйомної лебідки, на барабан якої в протилежних напрямках запасовують тягові канати, які прикріплені іншими своїми кінцями до вантажного візка. Для створення необхідного попереднього натягу каната в одного з його кінців передбачено гвинтовий натягач, у вигляді ручної черв'ячної лебідки

Зазвичай механізми пересування кранів виконують у вигляді одного або двоколісного ходового візка. Приводні візки забезпечуються двигунами, через редуктора, за допомогою яких обертаються ходові колеса. Останні змонтовані на обертових валах або на нерухомих осях. У цьому випадку вони мають зубчасті вінці. На кранах для підйому вантажу або для допоміжних цілей застосовують електричні талі, які представляють собою компактний вантажопідйомний механізм.

Основні параметри козлових кранів

До основних параметрів козлових кранів крім вантажопідйомності відносяться: проліт, робочий виліт консолі, висота підйому, а також швидкості робочих рухів. Істотне, значення мають також розміри, що визначають умови транспортування вантажу від консолі до пролітної частини: у кранів з двухстійковими опорами це відстань у світлі між стійками опори, в значній міру залежить від опорної бази, а у кранів з одно стійкими опорами - відстань від вантажної підвіски до передньої межі опорної стійки. Для сталого пересування кранів по крановим коліям має бути забезпечено певне (десь 1: 5 - 1:7) відношення прольоту до колісній базі. Ширина ходових візків і нижніх частин крана визначає можливі межі наближення до підкранових колій штабелів вантажу, транспортних засобів, споруд і наземного устаткування. Має значення також і рівень розташування виступаючих елементів ходової частини. Вертикальні навантаження на ходові колеса крана, в значній міру визначають витрати на спорудження й експлуатацію підкранових колій, також повинні бути включені в число основних параметрів козлових кранів. Проліт L визначається, як правило, планувальними умовами об'єкта; необхідної місткістю складу. Виліт консолей L_k доцільно приймати виходячи з умови рівності моментів від рухомого навантаження в прольоті і у опор. Однак виліт повинен забезпечити складування вантажу і безперешкодне безпечне обслуговування транспортних засобів.

У всіх випадках, відстань між виступаючими частинами крана і наземними предметами або транспортними засобами на висоті 2,0 м від рівня землі повинно бути не менше 700 мм, а на висоті більше 2 м - не менше 400 мм. Разом з тим ці частини не повинні виступати за лінію граничного розміру, встановленого ГОСТ 9238-73. Виліт консолі повинен бути достатній для перекриття всієї ширини вагона або платформи безрейкового транспортного засобу (2, 5 ..., 3, 3 м). При перевантаженні великорозмірних вантажів, наприклад залізничних контейнерів масою 5 і 20 т, часто буває достатнім, якщо виліт буде на 150 ... 250 мм перевищувати відстань від опор підкранової рейки до центру вагона.

Зазвичай для обслуговування залізничних вагонів достатньо мати виліт 4,2 ... 4,5 м; при роботі з великотоннажними контейнерами мінімально допустимий виліт 3,4 ... 3,6 м. Виліт консолі повинен складати. 0,20 ... 0,30 прольоту. Рекомендується уникати збільшувати виліт консолі, так як при цьому різко зростають їх прогини, що може зажадати додаткового посилення моста. Крім цього при виході вантажу на таку консоль буває важко забезпечити необхідний запас зчеплення у ходових коліс протилежної опори. Висота підйому визначається з умови, що зазор між транспортується, вантажем і наземними предметами повинен бути не менше 0,5 м. При роботі з залізничним транспортом висота підйому повинна становити не менше 8 м; у кранів, які використовуються для: перевантаження контейнерів, її слід збільшувати до 9 м. У більшості випадків висота підйому 9 ... 10 м буває достатній, як для обслуговування транспортних засобів, так і для штабелювання вантажів. Іноді наприклад, для кранів лісових складів її приймають по найбільшій допустимій висоті складування 16 м. Відстань між стійками опор повинно забезпечувати можливість переміщення без розвороту найбільш часто транспортуючих вантажів і розворотом - вантажів всіх видів, для роботи з якими призначений кран. Слід мати на увазі, що розворот вантажу у всякому положенні, навіть при наявності приводного поворотного пристрою, збільшує тривалість перевантажувального циклу.

Рисунок 2.2 - Козловый кран КС-50-42В

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики козлового крана КС-50-42В

Характеристика	Значення
Група режиму роботи крана по ІСО 4301/1	A4
Вантажопідйомність, т:	
- головного крюка	50
- допоміжного крюка	10
Швидкість підйому, м/с (м/хв):	
- головного крюка	0,116- 0,133(7-8)
- допоміжного крюка	0,133(8)
Тиск колеса на рейку підкранового шляху, не більш, кН	310
Швидкість пересування, м/с (м/хв):	
- крана	0,61(37)
- візка	0,41(25)
- допоміжного крюка	0,50(30)
Сумарна номінальна потужність електродвигунів, встановлених на крані, кВт, не більше	115
Тип підкранової рейки по ГОСТ 7173	P43

2.1.1 Аналіз металоконструкцій кранів

На обох кранах встановлена головна балка, яка має металоконструкцію ґратчастого типу, вона легше, ніж суцільного перетину, однак вони мають більш низький опір втомі. Також недоліком ґратчастих металоконструкцій є утримання великої кількості елементів і вузлів, безлічі дрібних деталей (косинок, стикових накладок, сполучних планок і ін.), які різко підвищують трудомісткість виготовлення.

Особливість ґратчастої металоконструкції - короткі по довжині шви, нахлесточного і кутові з'єднання. При складанні ґратчастих конструкцій рідко бувають стикові з'єднання, але якщо вони є, то їх зварювання потрібно виконувати в першу чергу, так як в цих з'єднаннях максимальна усадка шва і може статися деформація, або внутрішня напруга, а в гіршому випадку утворення тріщин.

У розглянутих кранах жорсткість вузлів несуттєво впливає на роботу конструкції і в більшості випадків їх можна розглядати як шарнірні. Тоді всі стрижні відчувають тільки осьові зусилля (розтягнення або стиснення). Завдяки цьому метал в фермах використовується більш раціонально, ніж в балках, і вони економічніше балок по витраті матеріалу, але більш

трудомісткі у виготовленні. Зі збільшенням перекривання прольотів і зменшенням навантаження ефективність ферм в порівнянні зі суцільно стінчатыми балками росте.

Також ґратчаста будова кранів значно зменшує його вагу при збереженні міцності і вантажопідйомності, а також забезпечує кращий огляд виконуваних робіт.

Міст крана КС-50-42В має ґратчасту конструкцію прямокутного перерізу. Вертикальні ферми трикутного типу з додатковими стійками і постійним кроком панелей. Стрижні утворені зі спарених куточків. Горизонтальні ферми - трикутного типу з додатковими елементами, які служать для зменшення гнучкості розкосів. Стрижні ферм складені з одинарних куточків. У нижній частині перетину мосту підвішений рухомий монорельс, над яким розташований настил з огорожею для проходу вздовж моста. Міст крана спирається на жорсткі і гнучкі опори. З'єднання опор з фермою здійснюється за допомогою силових шарнірів. Розміри між опорами на одній стороні підкранової колії забезпечують можливість транспортування вантажів довжиною від 8 метрів на висоті 8 метрів без розвороту. Жорсткі опори змінного трикутного перетину сприймають вертикальні, поздовжні і переносні навантаження. Гнучкі опори плоскої конструкції з поясами із швелерів призначені для сприйняття вертикальних і поздовжніх навантажень. У середній частині опори мають фланцевий роз'єм для забезпечення монтажу крана з нижнього положення. Також можна сказати що конструкція моста крана К46137 практично має ту ж конструкцію що і міст крана КС-50-42В.

Переваги ферм ґратчастої конструкції даних кранів - деяка економія металу (близько 10%) у порівнянні з фермами балочної конструкції тих же прольотів, більша доступність при проведенні очисних і фарбувальних робіт, в зв'язку з чим відпадає необхідність у створенні спеціальних лазів і проходів для проникнення всередину конструкції

Стяжки

У обох кранах встановлено стяжки до основи стійок (Рис.2.3)

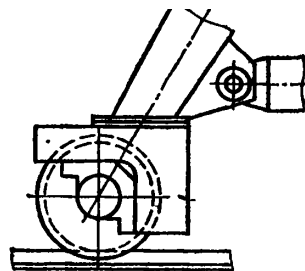


Рисунок 2.3- Стяжки опор

Така схема дозволяє спростити демонтаж ходових візків. Стяжки повинні бути розраховані на навантаження, що діє на них при вивішуванні ходової

частини, так само доводиться враховувати додатковий вигинаючий момент, який навантажує стійку і є наслідком зміщення стяжки, по відношенню до осей ходових коліс.

Стійки гнучких опор

На обох кранах стійки крана примикають безпосередньо до мосту (Рис. 2.4). Стійки, які розташовані в нижній частині можуть, спиратися на ходові візки або ходову балку. В центрі фланцевого з'єднання передбачається центруючий штифт, що дозволяє при наявності овальних отворів під болти виміряти при монтажі положення ходових візків в горизонтальній площині. Стійки козлових кранів часто можуть бути забезпеченні кронштейнами з вушками для вісі шарніра візка. Ці кронштейни також з'єднують зі стійками фланцевими з'єднаннями.

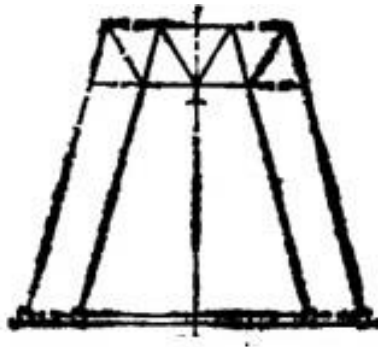


Рисунок 2.4 - Схема опор зі збільшеними отворами між стійками

Висновок: Конструкція мостів обох кранів гратчастого типу має свої переваги і недоліки.

Недоліки: У них більш низький опір втоми. Також недоліком гратчастих металоконструкцій є утримання великої кількості елементів і вузлів, безлічі дрібних деталей (косинок, стикових накладок, сполучних планок і ін.), Різко підвищують трудомісткість виготовлення і витрата металу. У гратчастих конструкціях присутні до 40% швів, незручних за доступністю, що ускладнює їх ремонт.

Переваги: Ферми гратчастої конструкції дозволяють зекономити метал (близько 10%) у порівнянні з фермами балочної конструкції тих же прольотів, більша доступність при проведенні очисних і фарбувальних робіт, в зв'язку з чим відпадає необхідність у створенні спеціальних лазів і проходів для проникнення всередину конструкції.

2.1.2 Аналіз механізму пересування кранів

2.1.2.1 Механізм пересування крана КС-50-42В

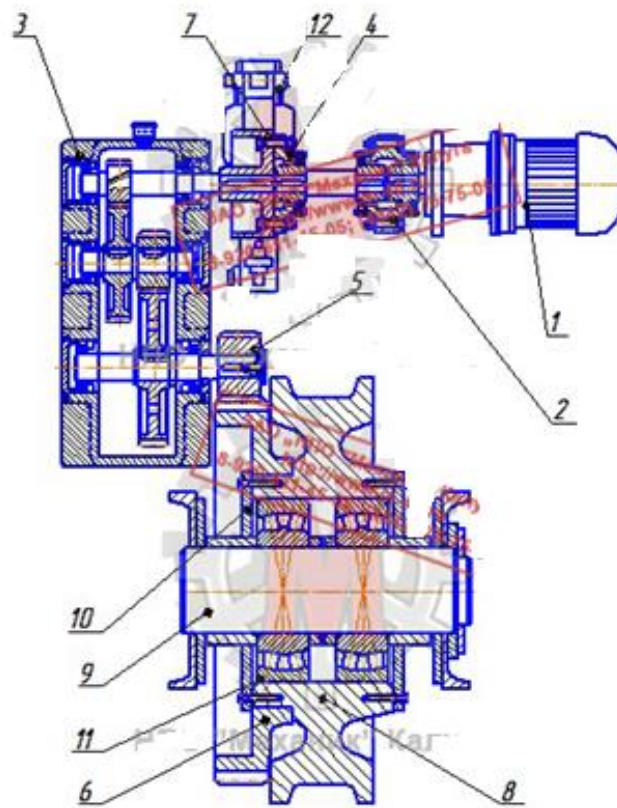


Рисунок 2.5- Схема основних вузлів механізму пересування крана КС-50-42В

- 1 Електродвигун МТФ-211-6
- 2 Муфта зубчаста в зборі
- 3 Редуктор РЦД-350 / Редуктор 1Ц2У-200
- 4 Муфта зубчаста в зборі
- 5 Шестерня
- 6 Зубчатий вінець
- 7 Шків гальмівний 200
- 8 Колесо ходове
- 9 Вал ходового колеса
- 10 Кришка ходового колеса
- 11 Підшипник 3622
- 12 Гальмо ТКГ-200

У ходових приводних візках крана КС-50-42. Рама візка виконана з двох балок швелерного перетину, до яких приварений кронштейн похилого з'єднувального фланця. В щоках кронштейна посаджена вісь для кріплення монтажного поліспада. З протилежного боку передбачені кронштейни з вертикальною віссю для кріплення протиутінного захоплення. Ось ходового колеса посаджена в посилені накладками розточеннях швелерів; вона несе ходове колесо з двома сферичні роликотішипники і зубчастим вінцем відкритої передачі.

Вал ведучого колеса відкритої передачі, який обертається в двох опорах, з'єднаний з вихідним валом редуктора зубчастої муфтою. Таке з'єднання зручно для складання і ремонтів. Після установки ходового колеса і вала монтують інші механізми.

До установки редуктора двигуна і гальм до їх лап на болтах кріплять гнуті підставки; після установки і регулювання механізму ці підставки приварюють. Це значно зменшує трудомісткість виготовлення, так як виключає розмітку і свердління отворів під кріплять болти і регулювання по висоті за допомогою прокладок. Всі механізми закриті знімними кожухами.

Перевагою такої конструкції механізму пересування крана є її відносно невелика ширина. Однак проміжна шестерня на осі балансира надзвичайно ускладнює ремонт. Незручний і трудомісткий демонтаж ходових коліс. Разом з тим гнізда під осі коліс і балансира можуть бути без будь-яких ускладнень розточені з однієї установки, що забезпечує високу точність розташування коліс.

Недоліком такої конструкції є наявність відкритої зубчастої передачі, яка зазвичай вважається недоліком приводу, оскільки через свою схильність абразивного зносу відкрите зубчасте зачеплення зазвичай має більший модуль, ніж закрита зубчаста передача, яка передає той же крутний момент. У підсумку відкриті передачі виходять більш громіздкими і важкими.

2.1.2.2 Механізм пересування крана К46137

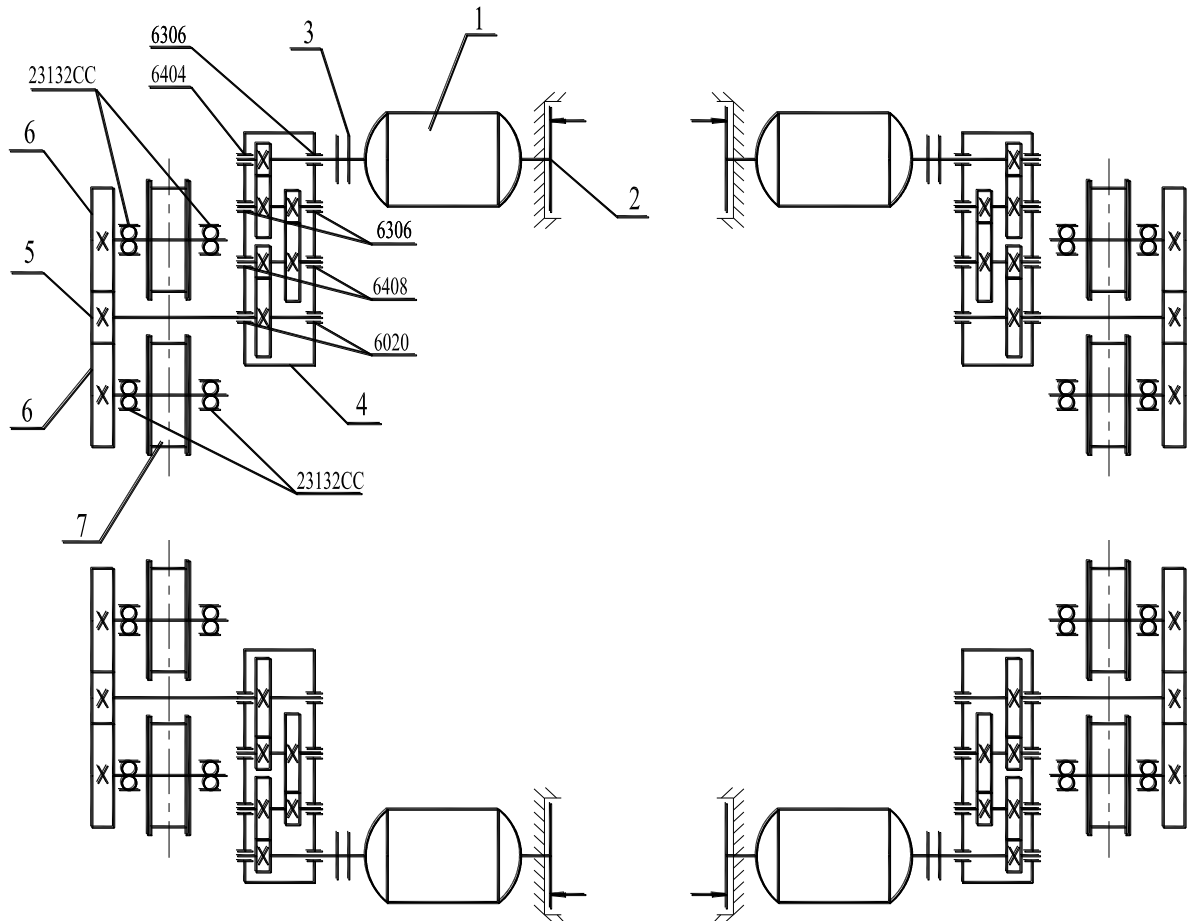


Рисунок 2.6 – Схема механізму пересування

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. Електродвигун. | 5. Шестерня. |
| 2. Гальмо. | 6. Колесо зубчасте. |
| 3.Муфта. | 7. Колесо приводне. |
| 4. Редуктор. | |

На даному крані К46137 використовується механізм пересування з роздільним приводом. Механізм пересування з роздільним приводом складається з двох окремих приводів для кожної сторони. Електродвигуни, розраховуються з урахуванням можливої нерівномірності їх завантаження кожен на 60% від загальної необхідної потужності. За останні роки механізми з роздільним приводом набувають все більшого застосування на кранах багатьох типів.

При пересуванні крана виникають перекоси в горизонтальній площині підкранових колій. Причинами перекосів можуть бути неточність монтажу ходової частини, відмінність в діаметрах приводних коліс, неоднакова пробуксовка коліс по рейках, які не паралельність і ухили підкранових колій, а для механізмів з центральним приводом, крім того, неоднакове закручування кінців довгого трансмісійного вала. Неможливість повного усунення цих причин зумовлює неминучість перекосів при пересуванні будь-якого крана незалежно від типу приводу. Під час роботи механізмів з роздільним приводом перерозподіл навантажень між електродвигунами здійснюється через металоконструкцію. Рух крана з роздільним приводом відбувається з меншими перекосами, що і сприяє широкому застосуванню цього типу приводу.

Використання роздільного приводу доцільно, коли відношення прольоту крана до його бази перевищує 6:1. При більш високому значенні цього відношення необхідно штучне підвищити горизонтальну жорсткість крана, так як в протилежному випадку через підвищену гнучкості відбуваються значні забігання однієї кінцевої балки по відношенню до іншої.

Балансирна система може виконуватися за різними схемами в залежності від потрібного числа ходових коліс в одній опорі: опора у вигляді двоколісного балансира, трьох колісна опора з двома балансирами, для рівномірного розподілу тиску на колеса, чотириколісна з трьома балансирами, шестиколісна з п'ятьма балансирами і восьми колісна з сімома балансирами, як у деяких типів порталних, баштових і мостових кранів.

Порівнюючи наведені конструкції механізмів пересування 2 кранів між собою, можна зробити висновок, що найбільш перспективним є конструкція механізму пересування крана K46137, оскільки вона володіє найменшими габаритами, а також найбільш простіша в монтажі, але водночас необхідно відзначити, що його використання в більшості випадків можливе тільки із застосуванням імпорتنих мотор-редукторів, вартість яких значно вище, ніж конструкції вітчизняних аналогів.

2.1.3 Аналіз конструкції вантажних візків кранів

2.1.3.1 Візок крана K46137

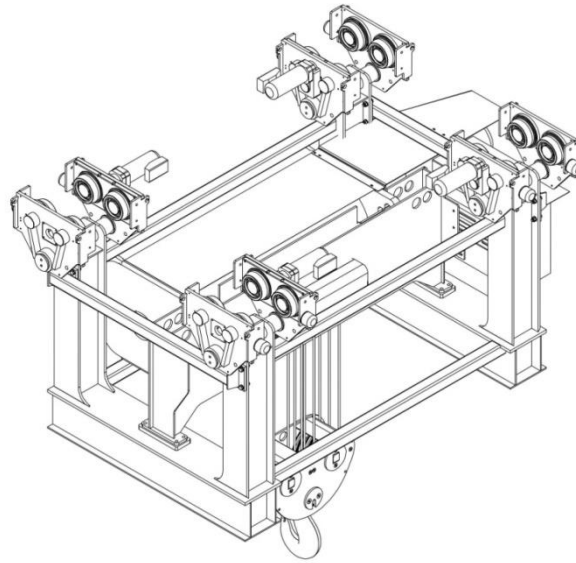


Рисунок 2.7.- Візок двохрановий крана K46137

На даному візку (Рис.2.7) встановлена таль марки СХТ, у талей цієї марки канати менш схильні до зносу. Використання канатних барабанів великого діаметра призводить до зменшення числа перегинів канатів. Наслідком є значно більш тривалий, порівняно з традиційними конструкціями, термін їх служби. Орган, який захоплює вантаж відрізняється ергономічністю і має запобіжний замок, що забезпечує надійне і безпечне кріплення вантажу. Також на талях встановлені високоякісні двигуни механізму підйому, з ПВ 60% спеціально розроблені, для застосування на талях СХТ. Висока потужність, вдосконалена система охолодження, стійкість до тимчасових пікових навантажень є гарантією їх надійності. Дві швидкості підйому і регульоване інвертором плавне пересування механізму сприяють підвищенню продуктивності.

Особливістю таких візків є висока зносостійкість монорейок і відсутність поперечного розгойдування самого візка. У даному візку ходові колеса балансірних візків переміщуються по направляючих. Привідні колеса ходових візків приводяться у рух за допомогою компактних черв'ячних мотор-редукторів. Відносно малі розміри цих редукторів створюють сприятливі умови для кріплення стійок опор до прогінної споруди. Рівномірний розподіл тисків на колеса, незалежно від деформацій і похибок виготовлення моста і рами візка, забезпечується кріпленням в трьох точках останньої.

2.1.3.2 Візок крана КС-50-42В

Візок козлового крана вантажопідйомністю 50 т (рис. 2.8). Головний підйом тут обслуговується двома барабанами із загальним приводом від одного редуктора, що дає можливість дещо скоротити довжину візки і більш рівномірно розподілити навантаження на її колеса. Однак при цьому вдвічі збільшується кількість проміжних валів, муфт і відкритих зубчастих передач.

Для зменшення висоти візки барабани головного підйому опущені всередину рами; верхня площадка, на якій встановлені електродвигуни п редуктори, майже не піднімається над рівнем обода коліс візка.

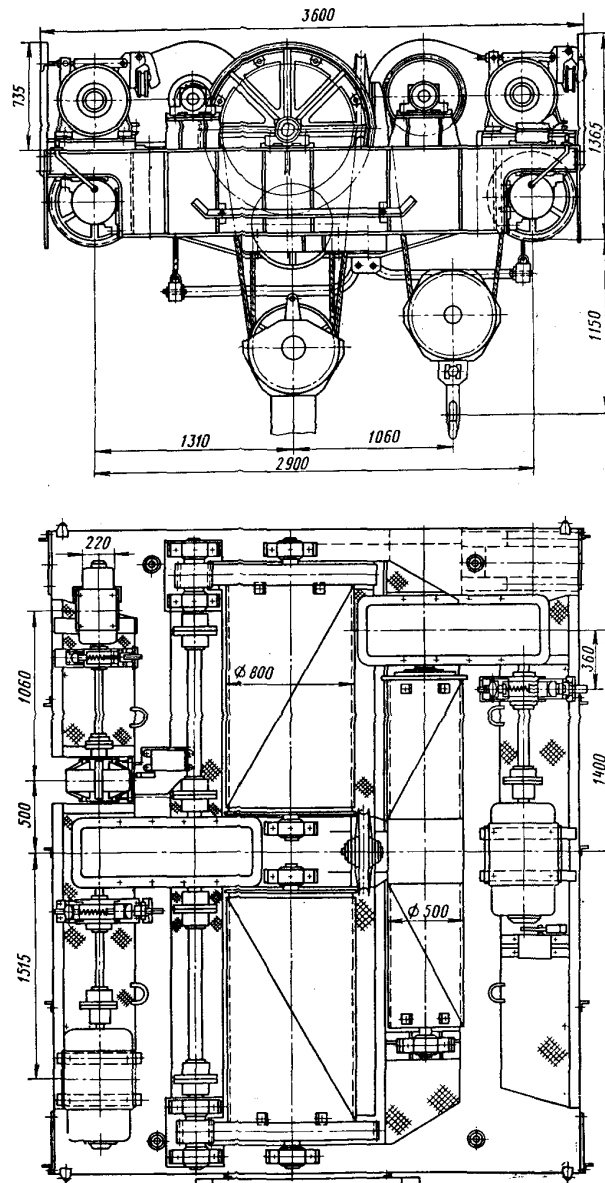


Рисунок 2.8 - Вантажний візок козлового крана вантажопідйомністю 50/10 т марки КС-50-42В

2.1.4 Аналіз конструкції механізму підйому кранів

2.1.4.1 Механізм підйому крана КС-50-42В

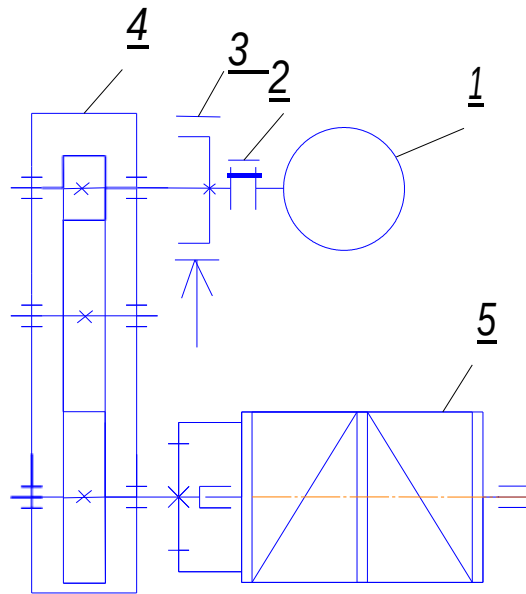


Рисунок 2.9 - Схема механізму підйому

1 - електродвигун, 2 - муфта, 3 - гальмо, 4 - редуктор, 5 - барабан з вбудованою зубчастою муфтою

Подібна схема набула найбільшого поширення в самих різних типах вантажопідіймальних кранів, перевагою подібної схеми є легкість і дешевизна. Нерідко в рамках даної схеми використовується додаткове гальмо, що дозволяє істотно підвищити надійність системи, також для полегшення монтажу на швидкохідній щаблі може застосовуватися вал-вставка. Недоліками є наявність складного, в ряді випадків досить дорогого і громіздкого електричного обладнання, передавальне відношення, обмежене можливостями серійно випускаються редукторів. Останній недолік може бути усунутий за рахунок введення в розглянуту схему відкритої зубчастої передачі або додаткового редуктора.

2.1.4.2 Механізм підйому крана К46137

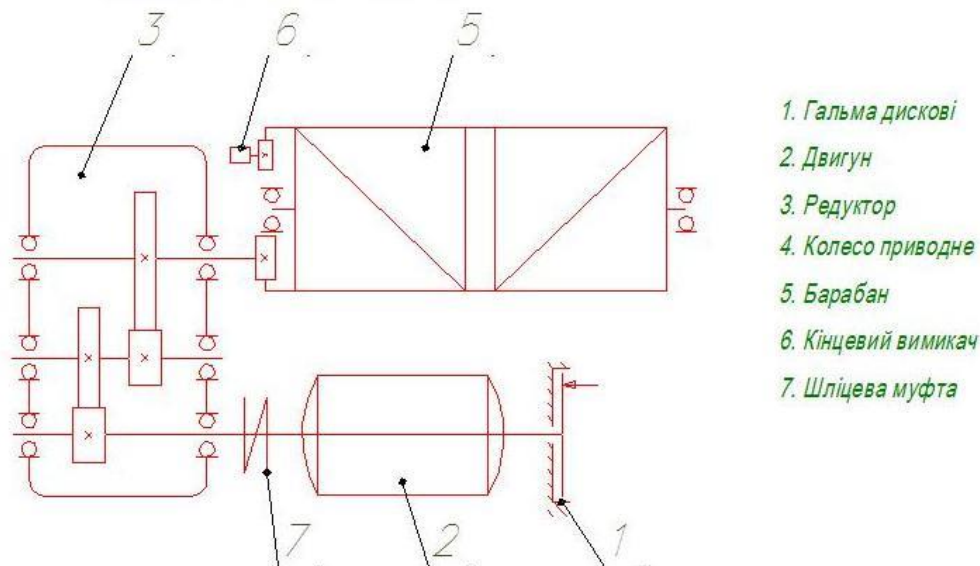


Рисунок 2.10- Схема механізму підйому

Порівнюючи наведені варіанти механізмів підйому між собою, можна зробити висновок, що найбільш перспективним є механізм підйому кран К46137, оскільки він володіє найменшими габаритами, а також найбільш простий в монтажі. Але в той же час необхідно відзначити, що його використання в більшості випадків можливе тільки із застосуванням імпортних мотор-редукторів, вартість яких явно вище, ніж у вітчизняних.

2.1.5 Кабельний струмопідвід

На крані К46137 встановлений кабельний струмопідвід, на відміну від крана КС-50-42В.

В даний час кранові тролєї застосовують рідко (в основному на металургійних і старих кранах); для подачі електроенергії до механізмів вантажного візка козлових кранів застосовують струмопідвід за допомогою гнучкого кабелю. Кабельний струмопідвід застосовують також у випадках, коли неможливо захистити тролейний струмознімання від впливу атмосферних опадів агресивних середовищ і у вибухонебезпечних приміщеннях. Для козових кранів це єдиний спосіб токопідвода.

Для пристрою кабельного струмопідвода уздовж підкранової колії кріплять жорстку направляючу (сталевий куточок) або натягують допоміжний тонкий канат, по яких котяться ролики кареток або ковзають кільця підвісок. Один кінець кабелю жорстко прикріплений до вивідний коробці на нерухомій конструкції і підключений до силового розподільного ящика, а інший кінець закріплений на мосту крана (біля кабіни) або на рами вантажного візка і підключений до відповідних електроапаратів.

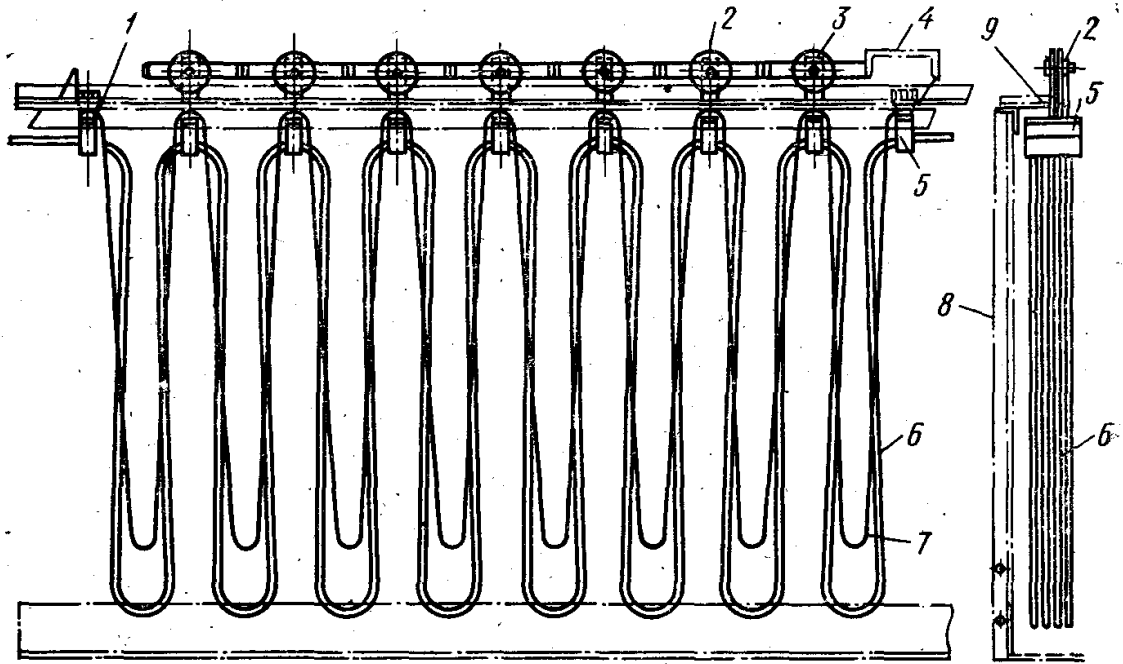


Рисунок 2.11 - Кабельний струмопідвід с каретками

1 - нерухоме кріплення кабелю, 2 - каретка, 3 - ролик каретки, 4 - повідок, 5 - затиск, 6 - гнучкий кабель, 7 - допоміжний канат, 8 - опора, 9 – сталевий куточок.

Щоб уберегти токоведучий кабель, що живить кран або приводні вантажозахватні пристрої, від можливого заплутування і пошкодження, застосовують спеціальні кабельні барабани, встановлені на мосту, крана (поруч з механізмом пересування) або на рами вантажного візка. Вбудована в кабельний барабан пружина або привід від механізму пересування і підйому вантажу забезпечує постійний натяг кабелю.

Струмознімальний пристрій барабана складається з мідних контактних кілець, закріплених на обертовому валу барабана, з якими пов'язані жили кабелю, і нерухомого щіткотримача з прилеглими вугільними щітками, з яких знімається підводиться напруга.

У розглянутій системі струмопідвода застосовують переважно гнучкі шлангові кабелі загального призначення з гумовою ізоляцією марки КРПТ або ліфтові гнучкі кабелі марки КЛШН. Радіус кривої перегину кабелю не повинен бути менше чотирьох його діаметрів.

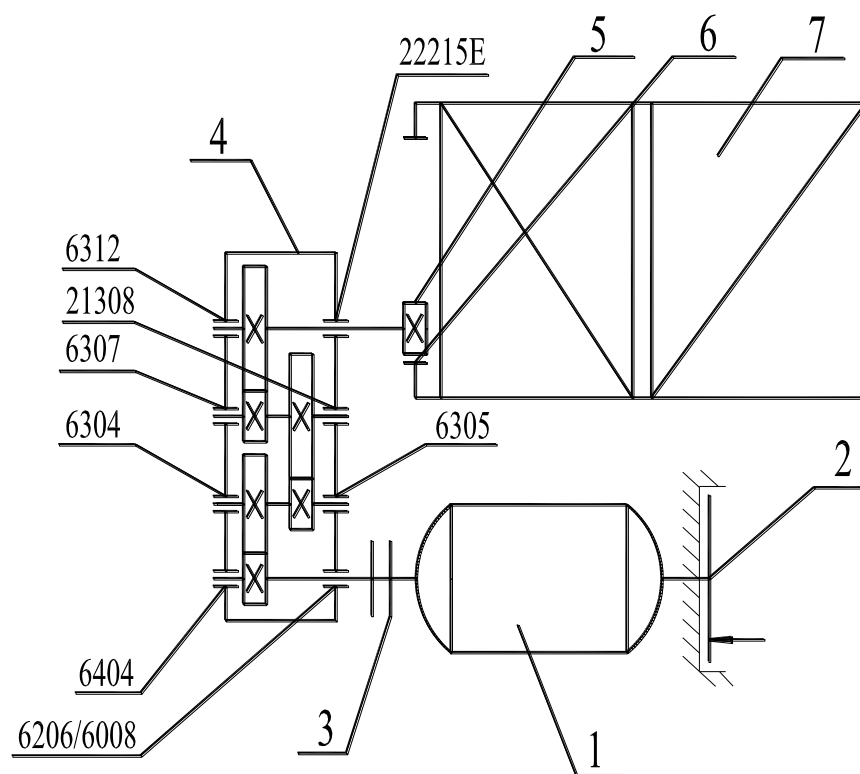
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок механізму підйому вантажу

3.1.1 Вихідні дані та кінематична схема підйому вантажу

Таблиця 3.1.1 – Вихідні дані для розрахунку крана

Параметри	Значення
Вантажопідйомність загальна Q_1 , т	50
Вантажопідйомність одного візка Q , т (усього 2 візка)	25
Проліт L , м	42
Висота підйому вантажу H , м	11,5
Група режиму роботи механізму	Середній $Z_p=4,5$
Швидкість підйому $V_{\text{ван}}$, м/с	0,083
Швидкість руху візка $V_{\text{в}}$, м/с	0,3



- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. Електродвигун. | 5. Вал-шестерня. |
| 2. Гальмо. | 6. Колесо зубчасте. |
| 3. Муфта. | 7. Барабан. |
| 4. Редуктор. | |

Рисунок 3.1 – Кінематична схема підйому вантажу

3.1.2 Вибір схеми та кратності поліспасти

Обираємо схему та кратність поліспасти згідно функціонального призначення, конструкції крана та вказівок викладача.

Отже вибираємо здвоєний поліспаст з кратністю 6.

Визначаємо ККД поліспасти:

$$\eta_n = \frac{1 + \eta_0 + \eta^2 + \dots + \eta^{i_n - 1}}{i_n} = \frac{1 + 0,98 + 0,98^2 + 0,98^3 + 0,98^4 + 0,98^5}{6} = 0,9 \quad (3.1.1)$$

де $\eta = 0,98$ [3] - ККД блоку на підшипниках кочення, що враховує витрати потужності на тертя в підшипниках кочення та жорсткість канату;

i_n – кратність поліспасти;

n – кількість блоків.

3.1.3 Вибір вантажного каната

У відповідності з правилами НПАОП 0.00 - 1.01 - 07 канат обираємо за розривним зусиллям $F_{розр}$, Н

$$F_{розр} = Z_p \cdot F_{max} \leq [F]_{розр} \quad (3.1.2)$$

$$F_{розр} = 4,5 \cdot 23726 = 106767$$

де $Z_p = 4,5$ - коефіцієнт запасу міцності каната згідно режиму роботи (табл.3.1.2);

F_{max} - найбільше зусилля в канаті, Н

$$F_{max} = \frac{10^4 (Q + G_n)}{a \cdot i_n \cdot \eta_n} \quad (3.1.3)$$

$$F_{max} = \frac{10^4 (25 + 0,625)}{2 \cdot 6 \cdot 0,9} = 23726$$

$$G_n = (0,02 \dots 0,03) \cdot Q$$

$$G_n = 0,025 \cdot 25 = 0,625$$

де - Q - маса вантажу, т;

G_n - маса підвіски, т;

$a = 2$ - кількість гілок каната, які намотуються на барабан;

Таблиця 3.1.2 – Мінімальні значення коефіцієнтів використання канатів Z_p

Група класифікації механізму		Рухомі канати	Не рухомі канати
згідно ГОСТ 25835	згідно ІСО 4301/1	Z_p	
1М	М1	3,15	2,5
1М	М2	3,35	2,5
1М	М3	3,55	3,0
2М	М4	4,00	3,5
3М	М5	4,50	4,0
4М	М6	5,60	4,5
5М	М7	7,10	5,0
6М	М8	9,00	5,0

Канат вибираємо за ГОСТ 2688-80, ГОСТ 7667-80, ГОСТ 766-80 за табл. Д.1 (див. додаток А) згідно розривного зусилля.

Обираємо сталевий канат подвійного завивання ЛК-Р конструкції 6х19 (1+6+6/6) + 1 о.с. за ГОСТ 2688-80 [табл. 3.1.3], з умовним позначенням:

Канат 14 – Г – В – О – Н – 1764 ГОСТ 2688-80

Таблиця 3.1.3 – Характеристики канату

Параметри	Значення
Маркувальна група, МПа	1764
Діаметр d_k , мм	14
Маса каната (1000м), кг	728
Розривне зусилля $F_{розр}$, Н	108,000

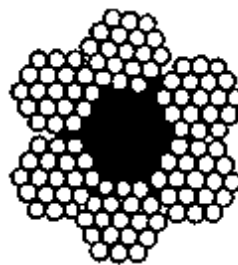


Рисунок 3.1.1 - Канат подвійного завивання типу ЛК – Р конструкції 6 × 19 (1+6+6/6) + 1 о.с. за ГОСТ 2688 - 80

3.1.4 Розрахунок гвинтів кріплення каната до барабана

Визначаємо зусилля канату в місці кріплення

$$F_{\kappa} = \frac{F_{\max}}{e^{f \cdot \alpha}} = \frac{23726}{2,72^{0,16 \cdot 3,14}} = 5250 \text{ Н}; \quad (3.1.4)$$

де $e = 2,72$ – основа натурального логарифма;

$f = 0,16$ – коефіцієнт тертя між канатом та барабаном;

$\alpha = 3 \cdot \pi - (1,5 \text{ витка})$ – кут охоплення барабана незмотуємими гілками, прийнятий за правилами Держнаглядохоронпраці.

Необхідне число болтів кріплення канату

$$Z = \frac{3 \cdot F_{\kappa}}{d_1^2 \cdot [\sigma]_p} = \frac{3 \cdot 5250}{12^2 \cdot 50} = 2,18 \quad (3.1.5)$$

де d_1 – діаметр болтів. Приймаємо $Z = 3$;

$[\sigma]_p = 50\text{--}60$ МПа для Ст.3 – допусне напруження розтягу для болтів;

3.1.5 Вибір вантажного гака

Гак вибираємо по номінальній вантажопідйомності візка $Q = 25\text{ т}$ та групи режиму роботи М5. Вибираю заготовку однорогого гака RSN10T DIN15401 за табл. Д.3 (дивись додаток А). Обираємо заготовку гаку

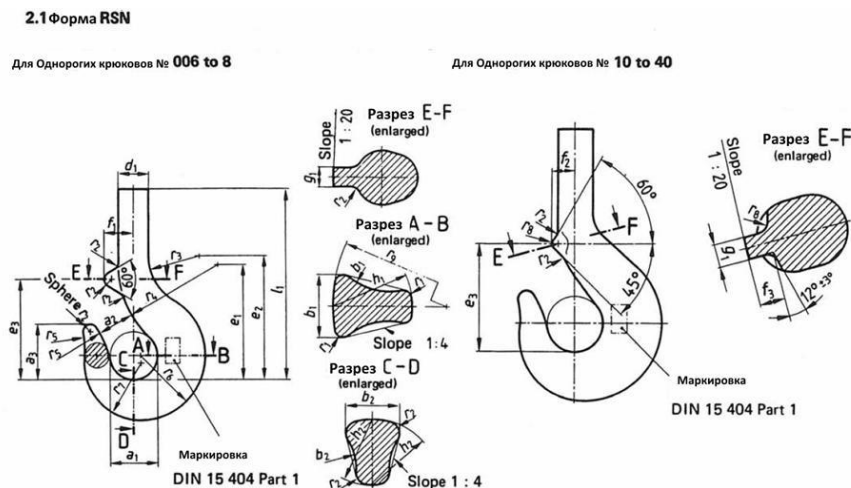


Рисунок 3.1.2 – Гак RSN10T DIN15401

Висота гакової гайки повинна приблизно дорівнювати довжині l_1 різьби хвостовика гака; зовнішній діаметр гайки приймаємо рівним зовнішньому діаметру упорного підшипника. Остаточні розміри гакової гайки визначаються ескізним компонованням підвіски.

3.1.6 Розрахунок блоків та барабана

$$D_{\min} = h \cdot d_k, \quad (3.1.6)$$

де $d_k = 0,014$ м – діаметр каната;

h – коефіцієнт, який залежить від типу машини і групи режиму роботи;

$h_1 = 20$ – для барабана;

$h_2 = 22,4$ – для блоків.

$D_{\min \text{ бар}} = 20 \cdot 0,014 = 0,28$ м, для покращення умов роботи каната та зменшення довжини барабана приймаємо $D_{\text{бар}} = 0,608$ м

$D_{\min \text{ бл}} = 22,4 \cdot 0,014 = 0,313$ м, приймаємо : $D_{\text{бл}} = 0,438$ м. (по центрам каната)

$$Z = \frac{H \cdot i_n}{\pi \cdot D_{\text{бар}}} + 4,5 = \frac{11,5 \cdot 6}{3,14 \cdot 0,608} + 4,5 = 40,6 \approx 41 \quad (3.1.7)$$

де H – висота підйому вантажу;

$H = 11,5$ м;

4,5 – число витків кріплення каната та запасних.

Довжина нарізки на барабані

$$l = Z \cdot p = 41 \cdot 0,0215 = 0,88 \text{ м},$$

де p – крок нарізки на барабані;

$$p = 1,1 \cdot d_k = 1,1 \cdot 0,015 = 0,0165 \text{ м}, \quad (3.1.8)$$

Загальна довжина барабану

$$L = 2l + 2b + c, \quad (3.1.9)$$

де b – довжина гладкої частини на кінцях барабана;

$$b = 3 \cdot p = 3 \cdot 0,0165 = 0,0495 \text{ м}, \quad (3.1.10)$$

$c = 214$ мм – довжина гладкої частини між нарізками;

$$L = 2 \cdot 0,88 + 2 \cdot 0,0495 + 0,214 = 2,07 \text{ м},$$

Товщина стінки барабана зі сталі:

$$\delta = 0,01 \cdot D_{\text{бар}} + 0,003 \text{ або } \delta = 1,2 \cdot d. \quad (3.1.11)$$

$$\delta = 1,2 \cdot 15 = 18 > 12 \text{ мм},$$

Напруження стиску в стінці барабану

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{F_{\text{max}}}{\delta \cdot p} \leq [\sigma]_{\text{ст}}, \quad (3.1.12)$$

де $[\sigma]_{\text{ст}}$ – допускне напруження на стиск;

$[\sigma]_{\text{ст}} = 170 \text{ МПа}$ – для сталі 09Г2С.

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{26693 \cdot 10^3}{503,1} = 53 \text{ МПа} < [\sigma]_{\text{ст}} = 170 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується для стінки барабану, що працює на стиск з запасом $([\sigma]_{\text{ст}} - \sigma_{\text{ст}}) / [\sigma]_{\text{ст}} = (170 - 53) / 170 \cdot 100\% = 68\%$.

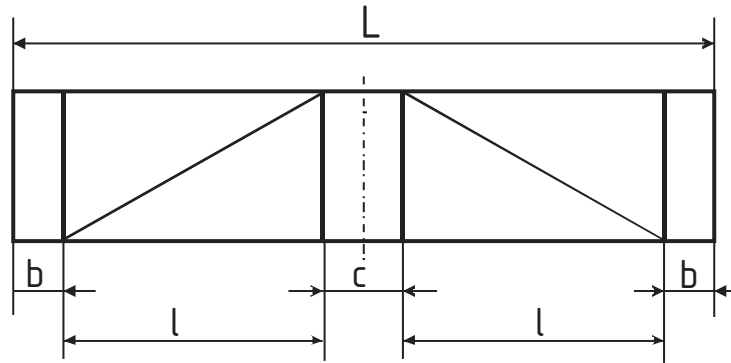


Рисунок 3.1.3 - Схема барабана

3.1.7 Вибір електродвигуна

Електродвигун вибираємо з каталогу по статичній потужності

$$P_{\text{ст}} = \frac{10 \cdot Q_{\text{max}} \cdot V_{\text{п}}}{\eta_3}, \quad (3.1.13)$$

$$\text{де } Q_{\text{max}} = Q + G_{\text{п}} = 25 + 0,625 = 25,625 \text{ т};$$

$$(3.1.14)$$

$\eta_3 = \eta_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{б}} \cdot \eta_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{м}}$ – загальний ККД, відповідно поліспаста, барабана, редуктора та муфти;

$$\eta_3 = 0,9;$$

$$P_{\text{ст}} = \frac{10 \cdot 25,625 \cdot 0,083}{0,9} = 23,06 \text{ кВт}$$

Згідно знайденої статичної вибираємо двигун серії MF13ZJ200 з дисковим гальмом [табл. 3.1.4].

Таблиця 3.1.4 – Характеристика двигуна

Параметри	Значення
Тип и умовне позначення	MF13ZJ200
Напруження, В	380
Номінальний струм, А	44,2
Частота, Гц	50
Номінальна потужність, кВт	23 при ПВ60%
Частота оберту, об/хв	3000
Максимальний момент Н·м	116
Кількість, шт.	2
Момент інерції ротора кг·м ²	0,043

3.1.8 Вибір редуктора

Передаточне відношення механізму підйому:

$$U' = \frac{n_d}{n_{\text{бар}}}, \quad (3.1.15)$$

$$\text{де } n_{\text{б}} = \frac{60 \cdot V_n \cdot i_n}{\pi \cdot D_{\text{бар}}} = \frac{60 \cdot 0,083 \cdot 6}{3,14 \cdot 0,608} = 15,64 \text{ хх}^{-1}$$

Таблиця 3.1.5 – Деталі схеми рисунка 3.1

Номер позицій за схемою	Найменування деталей	Модуль, мм	Кількість зубів
5	Вал-шестерня	5	18
6	Колесо зубчате	5	105

$$U_0 = \frac{U}{U_{\text{ред}}} = \frac{191,8}{31,17} = 6,15 \quad (3.1.16)$$

$$U_{\text{зуб передачі}} = z_2 / z_1 = 105 / 18 = 5,83 \quad (3.1.17)$$

$$U = \frac{3000}{15,64} = 191,8$$

$$U = U_0 \cdot U_p = 6,15 \cdot 31,17 = 191,8 \quad (3.1.18)$$

Виходячи з розрахункової потужності, частоти обертання двигуна, передаточного числа і режиму роботи вибираємо редуктор циліндричний косозубий, GEN408NB000-D з передаточним числом 31,17

Обраний редуктор перевіряємо так, щоб відхилення ΔV фактичної швидкості підйому V_ϕ від заданої V не перевищували $\pm 10\%$

$$\Delta V = \frac{U_o - U_{зуб}}{U_o} \cdot 100\% \leq 10\% \quad (3.1.19)$$

$$\Delta V = \frac{6,15 - 5,83}{6,15} \cdot 100\% = 5\% \leq 10\%$$

3.1.9 Вибір гальма

Вибираємо двоколдочне нормально замкнуте гальмо NM40980NR2 вбудоване в двигун для механізму підйому тип, гальмовому моменту $T_T = 200 \text{ Н}\cdot\text{м}$; момент інерції гальма $I_T = 0,0017 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

3.1.10 Вибір муфти

Муфту для з'єднання валів двигуна та редуктора вибирають в залежності від діаметру швидкохідного вала редуктора та діаметра вала двигуна.

Підбираємо для з'єднання вала двигуна з швидкохідним валом редуктора муфту тип TSC32252 з параметрами D56x65.

3.1.11 Перевірка двигуна за часом пуску

Перевірка електродвигуна по часу розгону:

$$t_n = \frac{I_{зв} \cdot \omega_d}{T_{п}^{ср} - T_{ст}} \leq [t_n] = 1 - 2с \quad (3.1.20)$$

де ω_d – кутова швидкість двигуна;

$$\omega_d = \frac{\pi_d}{30} = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} = 314 \text{ с}^{-1}; \quad (3.1.21)$$

$I_{зв}$ – зведений до валу двигуна момент інерції рухаючихся мас;

$$I_{зв} = \delta(I_p + I_r) + m \frac{D_6^2}{4 \cdot i_n^2 \cdot u_p^2 \cdot \eta_3} \quad (3.1.22)$$

де δ – коефіцієнт, враховуючий момент інерції обертових мас деталей, крім вала двигуна;

$$\delta = 1,2;$$

I_p, I_r - відповідно моменти інерції ротора двигуна та гальмового шківів;

$$I_p = 0,043 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

$$I_r = 0,0017 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

m - маса вантажу, який піднімають;

$$m = 10^3 \cdot Q_{\max} = 10^3 \cdot 25,625 = 25625 \text{ кг}; \quad (3.1.23)$$

$U_p = 31,17$ – передаточне число редуктора;

$T_n^{\text{сп}}$ – середньо-пусковий момент електродвигуна;

$$T_n^{\text{сп}} = \psi \cdot T_{нд} = 0,7 \cdot 2300 = 1610 \text{ Нм},$$

ψ - середня кратність пускового моменту для двигунів трифазного струму з фазним ротором ;

$\psi = 0,7 \dots 0,8$ – середня кратність пускового моменту для двигунів з короткозамкненим ротором ;

$$T_n = \frac{10^3 \cdot P_{дв}}{10} = \frac{10^3 \cdot 23}{10} = 2300 \text{ Нм} - \text{номінальний момент електродвигуна}; \quad (3.1.24)$$

$T_{ст}$ – момент на валу двигуна від маси вантажу;

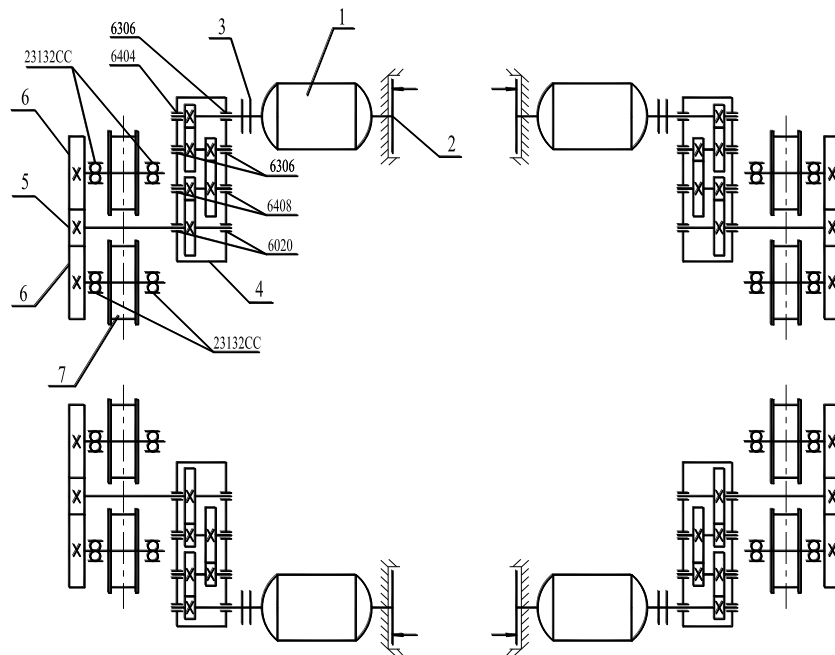
$$T_{ст} = \frac{10^4 \cdot Q_{\max} \cdot D_{бар}}{2 \cdot i_n \cdot u_p \cdot \eta_3} = \frac{10^4 \cdot 25,625 \cdot 0,608}{2 \cdot 6 \cdot 31,17 \cdot 0,9} = 462,8 \text{ Нм} \quad (3.1.25)$$

$$I_{зв} = 1,2(0,043 + 0,0017) + 25625 \cdot \frac{0,608^2}{4 \cdot 6^2 \cdot 31,17^2 \cdot 0,9} = 0,0536 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$t_n = \frac{0,0536 \cdot 314}{1610 + 462,8} = 0,0081 \text{ с} \leq [t_n] = 1 - 2 \text{ с} \quad (3.1.26)$$

Умова виконується

3.2 Розрахунок механізму пресування крана



- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. Електродвигун. | 5. Шестерня. |
| 2. Гальмо. | 6. Колесо зубчасте. |
| 3.Муфта. | 7. Колесо приводне. |
| 4. Редуктор. | |

Рисунок 3.2 – Кінематична схема пересування крана

3.2.1 Вибір ходових коліс

Ходові колеса обираємо дворебордні (рис.3.2.1) з урахуванням максимального навантаження, швидкості пересування та групи режиму роботи механізму.

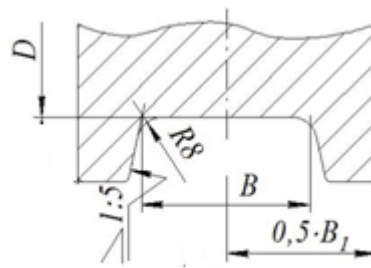


Рисунок 3.2.1 – Колесо кранове дворебордне за ГОСТ 3569-74

Таблиця 3.2.1 – Параметри ходового колеса

Параметри	Значення
Швидкість руху, м/с	0,6
Допускний тиск на колесо, кН	300
Тип колеса	дворебордне
Діаметр колеса, мм	770
Тип рейки	P50
Діаметр поверхні кочення, мм	710
Ширина доріжки кочення В, мм	100

Діаметр цапф валів коліс дорівнює

$$d = (0,2...0,3) \cdot D = (0,2...0,3) \cdot 0,77 = 0,154...0,231 \text{ м} \quad (3.2.1)$$

приймаємо: $d = 0,160 \text{ м}$.

3.2.2 Опір пересування крана

Максимальний опір пересуванню крана

$$W = W_{\text{тр}} + W_i, \quad (3.2.2)$$

де $W_{\text{тр}}$ – сила опору від тертя у підшипниках та на доріжках кочення ходових коліс крана;

$$W_{\text{тр}} = \frac{10^4 \cdot (Q + G)}{D} \cdot (2 \cdot \mu + f \cdot d) \cdot K = \frac{10^4 \cdot (25 + 120)}{77} \cdot (2 \cdot 0,02 + 0,015 \cdot 16) \cdot 1,5 = 7909 \text{ Н} \quad (3.2.3)$$

де μ – коефіцієнт тертя у підшипниках кочення;

$$\mu = 0,02 \text{ см}$$

f – коефіцієнт тертя ковзання;

$$f = 0,015;$$

K_p – коефіцієнт тертя реборд з рейками;

$$K_p = 1,5;$$

Сила інерції

$$W_i = 10^3 \cdot (Q + G) \cdot [a] = 10^3 \cdot (25 + 120) \cdot 0,2 = 29000 \text{ Н}, \quad (3.2.4)$$

де $[a]$ – допускане прискорення;

$$[a] = 0,2 \text{ м/с}^2.$$

3.2.3 Вибір електродвигуна

$$P = \frac{W \cdot V_{\pi}}{10^3 \cdot \eta_3 \cdot \psi}, \quad (3.2.5)$$

де W – загальний опір руху;

$$W = 7909 + 29000 = 36909;$$

V_{π} – швидкість руху крана;

$$V_{\pi} = 0,6 \text{ м/с};$$

η_3 – загальний ккд приводу ;

$$\eta_3 = 0,9;$$

ψ – середня кратність пускового моменту двигуна;

$$\psi = 1,5.$$

$$P = \frac{36909 \cdot 0,6}{10^3 \cdot 0,9 \cdot 1,5} = 16,4 \text{ кВт} \quad (3.2.6)$$

По каталогу вибираємо найближчий по потужності двигун але з урахуванням розподіленого приводу:

$$P_d = 0,6P = 0,6 \cdot 16,4 = 9,84 \text{ кВт}; \quad (3.2.7)$$

Згідно знайденої статичної вибираємо двигун серії MF11XM200G з дисковим гальмом [табл. 3.2.2].

Таблиця 3.2.2 – Характеристика двигуна

Параметри	Значення
Тип и умовне позначення	MF11XM200G
Напругення, В	380
Номинальний струм, А	29
Частота, Гц	76
Номинальна потужність, кВт	11,2 при ПВ 40%
Частота оберту, об/хв	2140
Максимальний момент Н·м	37
Кількість, шт.	4
Момент інерції ротора кг·м ²	0,0032

3.2.4 Розрахунок редуктора

Розраховуємо необхідне передаточне число i_p :

$$U' = \frac{n_d}{n_k}, \quad (3.2.8)$$

де: $n_{дв}$ – частота обертання вала двигуна $n_{дв} = \text{хв}^{-1}$;

n_k – частота обертання ходового колеса $n_k = 16,3 \text{ хв}^{-1}$;

$$n_k = \frac{60V}{\pi D} = \frac{60 \cdot 0,6}{3,14 \cdot 0,7} = 16,3 \text{ хв}^{-1}; \quad (3.2.9)$$

Таблиця 3.2.3 – Деталі схеми рисунка 3.2

Номер позицій за схемою	Найменування деталей	Модуль, мм	Кількість зубів
5	Шестерня	10	29
6	Колесо зубчате	10	59

$$U_0 = \frac{U}{U_{ред}} = \frac{131,2}{54,9} = 2,38 \quad (3.2.10)$$

$$U_{зуб\ перед} = z_2 / z_1 = 59 / 29 = 2,03 \quad (3.2.11)$$

$$U = \frac{2140}{16,3} = 131,2$$

$$U = U_0 \cdot U_p = 2,38 \cdot 54,9 = 131,2 \quad (3.2.12)$$

Виходячи з розрахункової потужності, частоти обертання двигуна, передаточного числа і режиму роботи вибираємо редуктор циліндричний косозубий, QM756 з передаточним числом 54,9

3.2.5 Розрахунок та вибір гальма

Обираємо нормально замкнуті гальма вбудовані в двигун для механізму пересування тип NM38740, гальмовому моменту $T_r = 60 \text{ Н}\cdot\text{м}$:

Гальмо перевіряється по часу гальмування не завантаженого крана по залежності

$$t'_r = \frac{I'_{np} \cdot \omega}{T'_r + T'_{ct}} \geq t_r^{\min}; \quad (3.2.13)$$

де I'_{3B} – момент інерції рухомих мас, приведений до вала двигуна з урахуванням відсутності маси вантажу, кгм^2 ;

$$T'_{ct} = \frac{W'_t R_k}{2U_p \eta} = \frac{780 \cdot 0,7}{2 \cdot 54,9 \cdot 0,9} = 5,52 \text{ Нм} \text{ – момент сил опору не завантаженого крана}$$

або візка;

$$(3.2.14)$$

$$t_r^{\min} = \frac{1200G \cdot V}{R_{np/\min} \cdot \varphi} = \frac{1200 \cdot 125 \cdot 0,6}{58620 \cdot 0,12} = 12,7 \text{ с} \text{ – мінімальний час гальмування не}$$

завантаженого крана або візка при відсутності юзу гальмівних коліс по рейкам, с;

$$(3.2.15)$$

G – вага крана або візка, т;

V – швидкість пересування, м/с;

$R_{np/\min}$ – навантаження на гальмівні колеса без вантажа, $R_{np/\min} = 58,62 \text{ кН}$;

$\varphi = 0,12$ – коефіцієнт зчеплення коліс з рейками надворі;

Зведений момент рухомих мас:, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$

$$I_{3B}^{1m} = \delta(I_p + I_m) + m' \frac{R^2}{U_p^2} \eta = 1,1(0,0032 + 0,0012) + 125000 \frac{0,7^2}{54,9^2} 0,9 =$$

$$= 0,57 \text{ кгм}^2$$

$$(3.2.16)$$

де t' – маса крана без вантажу, кг.

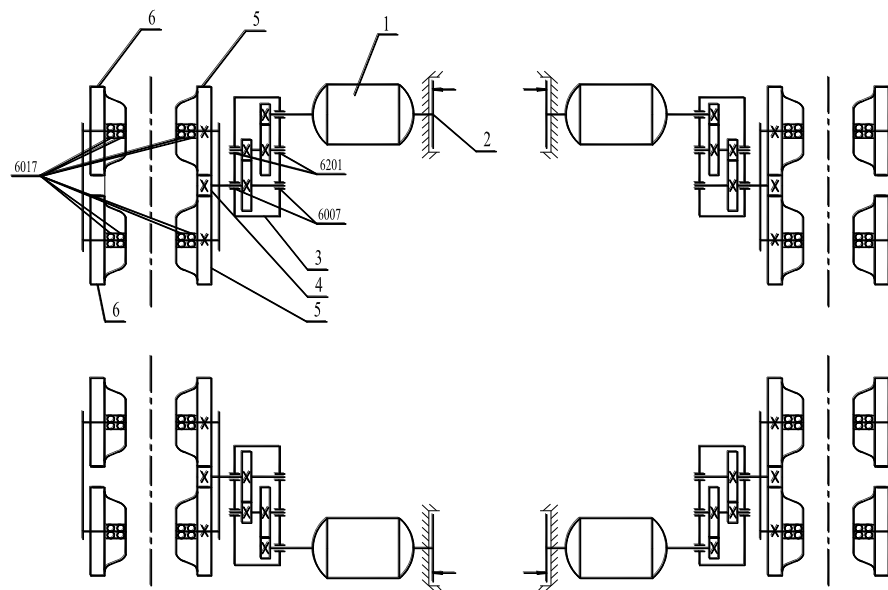
$$t'_e = \frac{0,57 \cdot 230}{60 + 5,52} = 2 \text{ с} \geq 1,33 \text{ с}$$

3.2.6 Вибір муфти

Муфту для з'єднання валів двигуна та редуктора вибирають в залежності від діаметру швидкохідного вала редуктора та діаметра вала двигуна.

Підбираємо для з'єднання вала двигуна з швидкохідним валом редуктора муфту тип TSC32252 з параметрами D56x65 $I_M = 0,0012$ Нм.

3.3 Розрахунок механізму пресування візка



- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. Електродвигун. | 5. Колесо приводне. |
| 2. Гальмо | 6. Колесо холосте. |
| 3.Редуктор. | |
| 4. Шестерня. | |

Рисунок 3.3 – Кінематична схема механізму пересування вантажного візка

3.3.1 Визначення тиску на ходові колеса та вибір коліс

При рівномірному навантаженні на колеса візка максимальний тиск на колесо

$$R = \frac{(Q + G_B) \cdot 10^4}{4} = \frac{(25 + 2,5) \cdot 10^4}{4} = 68750H, \quad (3.3.1)$$

$$R = \frac{(Q + G_B) \cdot 10^4}{4} = \frac{(25 + 2,5) \cdot 10^4}{4} = 68750H,$$

де G_B – вага візка;

За урахуванням максимального навантаження, швидкості пересування та групи режиму механізму підбираємо колеса за табл. Д.4 (дивись додаток А). з діаметром 320мм, для швидкості руху 0,3м/с, допускний тиск 102кН.

Діаметр цапф валів коліс дорівнює:

$$d = (0,2...0,3) \cdot D = (0,2...0,3) \cdot 0,32 = 0,064...0,096 \text{ м} \quad (3.3.2)$$

приймаємо: $d = 0,09 \text{ м}$.

3.3.2 Опір пересуванню візка

Максимальний опір пересування візка

$$W = W_{тр} + W_i, \quad (3.3.3)$$

де $W_{тр}$ – сила опору від тертя у підшипниках та на доріжках кочення ходових коліс візка;

$$W_{тр} = \frac{10^4 \cdot (Q + G_B)}{D} (2\mu + f \cdot d) \cdot K_p, \quad (3.3.4)$$

де μ – коефіцієнт тертя у підшипниках кочення;

$$\mu = 0,02 \text{ см}$$

f – коефіцієнт тертя ковзання;

$$f = 0,015;$$

K_p – коефіцієнт тертя реборд з рейками;

$$K_p = 1,5;$$

$$W_{тр} = \frac{10^4 \cdot (25 + 2,5)}{32} (2 \cdot 0,02 + 0,015 \cdot 9) \cdot 1,5 = 2256 H$$

Сила інерції:

$$W_i = 10^3 \cdot (Q + G_B) \cdot [a] = 10^3 \cdot (25 + 2,5) \cdot 0,2 = 5500H, \quad (3.3.5)$$

де $[a]$ – допускне прискорення;

$$[a] = 0,2 \text{ м/с}^2.$$

3.3.3 Визначення потужності двигуна, його вибір

Потужність двигуна механізму пересування візка

$$P = \frac{W \cdot V_n}{10^3 \cdot \eta_3 \cdot \psi}, \quad (3.3.6)$$

де W – опір руху візка;

$$W = 2256 + 5500 = 7756 \text{ Н}; \quad (3.3.7)$$

V_n – швидкість руху візка;

$$V_n = 0,3 \text{ м/с};$$

η_3 – загальний ккд приводу ;

$$\eta_3 = 0,9;$$

ψ – середня кратність пускового моменту двигуна;

$$\psi = 1,6.$$

$$P = \frac{7756 \cdot 0,3}{10^3 \cdot 0,9 \cdot 1,6} = 1,61 \text{ кВт}$$

По каталогу вибираємо найближчий по потужності двигун але з урахуванням розподіленого приводу:

$$P_d = 0,6P = 0,6 \cdot 1,61 = 0,96 \text{ кВт}; \quad (3.3.8)$$

Згідно знайденої статичної вибираємо двигун серії MF06LB200 з дисковим гальмом [табл. 3.3.1].

Таблиця 3.3.1– Характеристика двигуна

Параметри	Значення
Тип и умовне позначення	MF06LB200
Напруження, В	400
Номинальний струм, А	3
Частота, Гц	100
Номинальна потужність, кВт	1,1 при ПВ 40%
Частота оберту, об/хв	2770
Максимальний момент Н·м	10,4
Кількість, шт.	8
Момент інерції ротора кг·м ²	0,006

3.3.4 Розрахунок редуктора

Загальне передаточне число механізму пересування

$$U = \frac{n_o}{n_e}; \quad (3.3.9)$$

$$\text{де } n_{\sigma} = \frac{60 \cdot V_n}{\pi \cdot D_{\sigma ap}} = \frac{60 \cdot 0,3}{3,14 \cdot 0,608} = 9,4 \text{ xx}^{-1} \quad (3.3.10)$$

Таблиця 3.3.2 – Деталі схеми рисунка 3.3

Номер позиції на схемі	Позначення за кресленням	Найменування деталей	Модуль, мм	Кільк. зубців	Матеріал, марка	Термообробка (твердість зубців)
4	GES 3W101	Шестерня	3	17	AISI8620	60 HRC
5	D002510-A	Колесо зубчасте	3	69	GGG-7	230-300 HB

$$U_{\text{зуб перед}} = z_2 / z_1 = 69 / 17 = 4,05 \quad (3.3.11)$$

$$U = \frac{2770}{9,4} = 294,6$$

$$U_0 = \frac{U}{U_{\text{ред}}} = \frac{294,6}{196} = 1,5 \quad (3.3.12)$$

$$U = U_0 \cdot U_p = 1,5 \cdot 196 = 294 \quad (3.3.13)$$

Виходячи з розрахункової потужності, частоти обертання двигуна, передаточного числа і режиму роботи вибираємо редуктор циліндричний косозубий, GES320 з передаточним числом 196.

3.3.5 Розрахунок гальма

Двоколодочне нормальне замкнуте гальмо вбудовані в двигун для механізму пересування тип DC, гальмовому моменту $T_{\Gamma} = 4 \text{ Н}\cdot\text{м}$:

Гальма перевіряються за тривалістю гальмування не навантаженого візка за умовою:

$$t_{\Gamma}^1 = \frac{I_{3B}^{1T} \cdot \omega}{T_{\Gamma} + T_{CT}^{\Gamma}} \geq t_{\Gamma MIN.} = \frac{0,012 \cdot 471}{4 + 0,38} = 1,29 \text{ с}, \quad (3.3.14)$$

Момент сил опору при усталеному русі не навантаженого візка при гальмуванні:

$$T_{CT}^2 = \frac{W_T^1 \cdot D}{2 \cdot U_p \cdot \eta_3} = \frac{420 \cdot 0,32}{2 \cdot 196 \cdot 0,9} = 0,38 H \cdot m. \quad (3.3.15)$$

Зведений момент інерції рухомих мас:

$$I_{3B}^{1r} = \delta \cdot (I_p + I_M) + m' \cdot \frac{R^2}{U_p^2} \cdot \eta_3 = 1,1 \cdot (0,006 + 0) + 2,1 \cdot \frac{0,32^2}{196^2} \cdot 0,9 = 0,012_{кз} \cdot m^2. \quad (3.3.16)$$

Мінімальний час гальмування t_{rmin} не навантаженого візка, при якому відсутнє ковзання коліс по рейкам ($\kappa_{сц} > 1,2$), с:

$$t_{zmin} = \frac{1200 \cdot G \cdot V}{R_{np}^{1min} \cdot \varphi} = \frac{1200 \cdot 2,5 \cdot 0,3}{7756 \cdot 0,2} = 1,3с. \quad (3.3.17)$$

3.3.6 Перевірка електродвигуна

а) Час розгону візка з вантажем:

$$t_p' = \frac{I_{3B}' \cdot \omega}{T_{п}^{cp} - T_{ст}'} \leq [t_p] = 4...5с; \quad (3.3.18)$$

де I_{3B} – приведений до валу двигуна момент інерції рухомих мас, $кгм^2$:

$$I_{3B}' = \delta(I_p + I_m) + m \frac{R^2}{U_p^2 \eta_3} = 1,1(0,0006 + 0) + 27500 \frac{0,32^2}{196^2 \cdot 0,9} = 0,05_{кз} m^2 \quad (3.3.19)$$

де I_p , I_m – відповідно моменти інерції ротора двигуна і муфти, $кгм^2$;

U_p – передаточне число редуктора;

$m = 10^3(Q+G) = 10^3(2,5+25) = 27500$ - маса візка з вантажем, кг;

(3.3.20)

R – радіус колеса в механізмі з приводними колесами або радіус барабана в механізмі з канатною тягою, м;

$[t_p] = 4-5$ – для механізму пересування візка, с.

Момент від сил опору завантаженого візка, Нм:

$$T_n = \frac{P_d \cdot 10^3}{\omega_d} = \frac{1,1 \cdot 10^3}{350} = 3 \text{ Нм} - \text{номінальний момент двигуна} \quad (3.3.21)$$

$$T_n^{cp} = T_n \cdot \psi = 3 \cdot 1,6 = 4,8 \text{ Нм} - \text{середній пусковий момент двигуна} \quad (3.3.22)$$

ψ - середня кратність пускового моменту, $\psi = 1,5 \dots 1,6$;

$$t_p' = \frac{0,05 \cdot 350}{4,8 - 0,13} = 3,8 \text{ с}; \quad (3.3.23)$$

б) Запас зчеплення приводних коліс порожнього візка оцінюють коефіцієнтом запасу зчеплення.

$$K_{кз} = \frac{R_{пр}^{1min} \cdot \phi}{W_{тр}' + W_{ин}' + W_{пр}^{тер}} \geq 1,2; \quad (3.3.24)$$

де $R_{пр}^{1min}$ – найменший тиск приводних коліс порожнього візка на рейки, Н;

$\phi = 0,2$ – коефіцієнт зчеплення коліс з роликами при роботі крана в приміщенні;

$W_{тр}^1$ – сумарний опір пересування візка від тертя в опорах при $Q = 0$, Н;

W_i – сила інерції порожнього крана, Н;

$$W_i = 10^3 G \frac{V}{t_p^{пор}} = 10^3 \cdot 2,5 \cdot \frac{0,3}{3,8} = 197,3 \text{ Н} \quad (3.3.25)$$

G_v маса крана без вантажу, т;

V – швидкість руху, м/с;

$t_p^{пор}$ – час розгону порожнього візка, с;

$W_{тр}^{пр}$ - опір в цапфах приводних коліс при русі без вантажу, Н;

$$W_{тр}^{пр} = R_{пр}^{1min} \cdot f \cdot d \frac{1}{D} = 7756 \cdot 0,015 \cdot 0,09 \cdot \frac{1}{0,32} = 32,72 \quad (3.3.26)$$

де $R_{пр}^{1min}$ - найменше зусилля на приводні колеса при русі без вантажу, Н;

$f = 0,015 \dots 0,02$ – коефіцієнт тертя у цапфах приводних коліс;

d – діаметр цапфи, м;

D – діаметр ходового колеса, м;

Таким чином коефіцієнт запасу зчеплення колеса з рейкою при розгоні без вантажу буде дорівнювати:

$$K_{зч} = \frac{7756 \cdot 0,2}{197,3 + 420 - 32,72} = 2,6 \geq 1,2 \text{ - умова виконується.}$$

(3.3.27)

3.4 Розрахунок металоконструкції вантажного візка

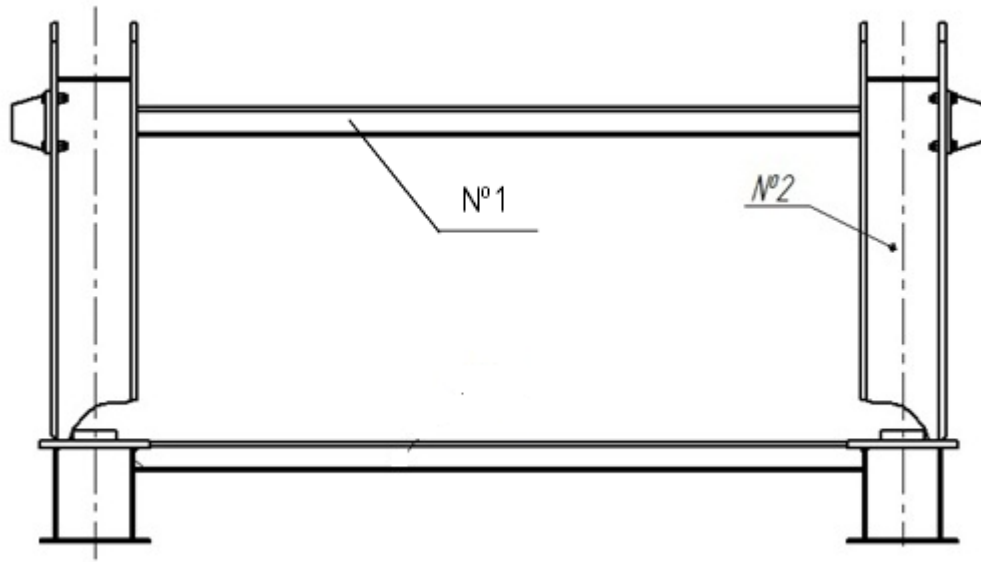


Рисунок 3.4.1 – Металоконструкція візка

3.4.1 Розрахунок поперечної балки (№1)

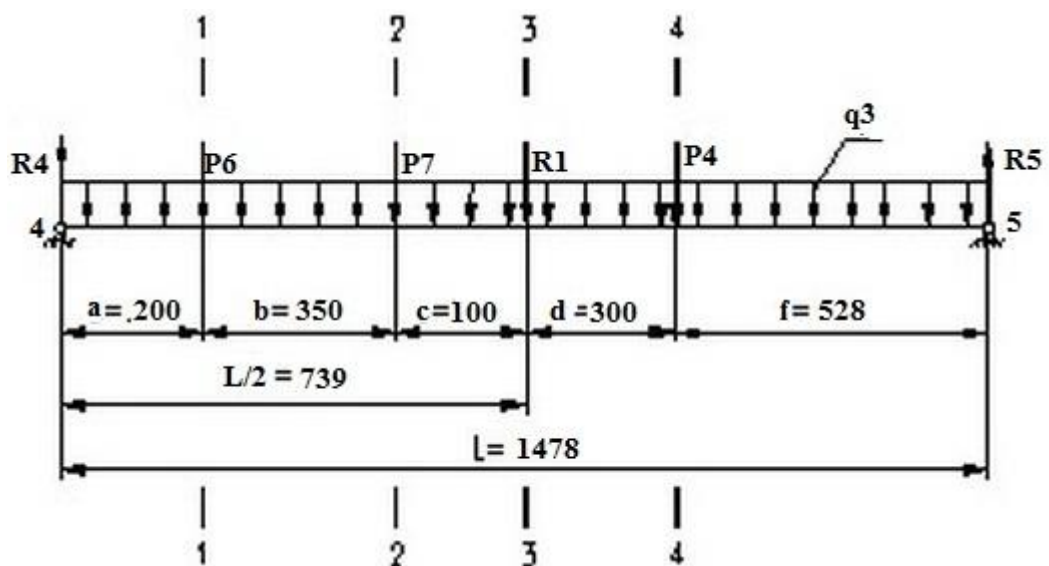
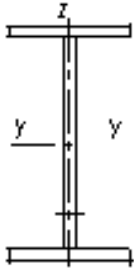


Рисунок 3.4.2 – Розрахункова схема балки

Таблиця 3.4.1 – Характеристики перетину балки

Перетин	Характеристики
	$F = 4920 \text{ мм}^2$ $I_y = 146967200 \text{ мм}^4$ $W_y = 674161 \text{ мм}^3$ $S_{ny} = 389100 \text{ мм}^3$

Таблиця 3.4.2 – Вихідні дані

Параметри	Позначення	Величина
Розподілене навантаження, кН/м	q_3	0,95
Зосереджене навантаження, кН	P_4	10
	P_6	2,5
	P_7	1,5
	R_1	13,8

Визначаємо опорні реакції балки:

$$R_4 = \frac{P_4 \cdot f + R_1 \cdot L/2 + P_7 \cdot (L/2 + c) + P_6 \cdot (L - a)}{L} + \frac{q_3 \cdot L}{2} \quad (3.4.1)$$

$$R_4 = \frac{10 \cdot 0,528 + 13,8 \cdot 0,739 + 1,5 \cdot 0,839 + 2,5 \cdot 0,1278}{1,478} + \frac{0,95 \cdot 1,478}{2} = 12,2 \text{ кН}$$

$$R_5 = \frac{P_4 \cdot (L - f) + R_1 \cdot L/2 + P_7 \cdot (a + b) + P_6 \cdot a}{L} + \frac{q_3 \cdot L}{2} \quad (3.4.2)$$

$$R_5 = \frac{10 \cdot (1,478 - 0,528) + 13,8 \cdot 0,739 + 1,5 \cdot (0,200 + 0,350) + 2,5 \cdot 0,200}{1,478} + \frac{0,95 \cdot 1,478}{2} = 14,9$$

Розраховуємо згинаючий момент в перетині 1-1:

$$M_1 = R_4 \cdot a - \frac{q_3 \cdot L^2}{2} \cdot \left(\frac{a}{L} - \frac{a^2}{L^2} \right) = 12,2 \cdot 0,200 - \frac{0,95 \cdot 1,478^2}{2} \cdot \left(\frac{0,95}{1,478} - \frac{0,95^2}{1,478^2} \right) = 2,2 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (3.4.3)$$

Розраховуємо згинаючий момент в перетині 2-2:

$$\begin{aligned} M_2 &= R_4 \cdot (a + b) - P_6 \cdot b - \frac{q_3 \cdot L^2}{2} \cdot \left[\frac{a + b}{L} - \frac{(a + b)^2}{L^2} \right] = \\ &= 12,2 \cdot (0,2 + 0,35) - 2,5 \cdot 0,35 - \frac{0,95 \cdot 1,478^2}{2} \cdot \left[\frac{0,2 + 0,35}{1,478} - \frac{(0,2 + 0,35)^2}{1,478^2} \right] = 5,6 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned} \quad (3.4.4)$$

Розраховуємо згинаючий момент в перетині 3-3 (кН*м) :

$$\begin{aligned} M_3 &= R_4 \cdot \frac{L}{2} - P_6 \cdot (b + c) - P_7 \cdot c - \frac{q_3 \cdot L^2}{8} = \\ &= 12,2 \cdot \frac{1,478}{2} - 2,5 \cdot (0,35 + 0,1) - 1,5 \cdot 0,1 - \frac{0,95 \cdot 1,478^2}{8} = 7,49 \end{aligned} \quad (3.4.5)$$

Розраховуємо згинаючий момент в перетині 4-4:

$$M_4 = R_5 \cdot f - \frac{q_3 \cdot L^2}{2} \cdot \left(\frac{f}{L} - \frac{f^2}{L^2} \right) = 14,9 \cdot 0,528 - \frac{0,95 \cdot 1,478^2}{2} \cdot \left(\frac{0,528}{1,478} - \frac{0,528^2}{1,478^2} \right) = 7,62 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (3.4.6)$$

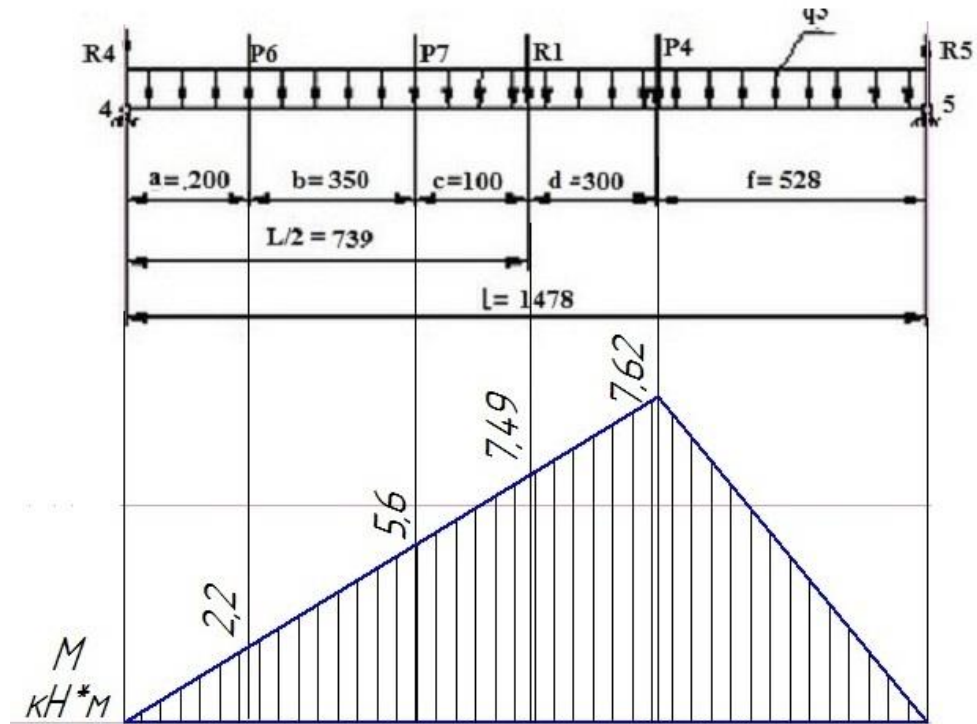


Рисунок 3.4.3 – Епюра моментів

Отже вигин в небезпечному перерізі 4-4 дорівнює:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_4}{W_y} = 11,3 \text{ МПа} \quad (3.4.7)$$

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma] \quad (3.4.8)$$

$$11,3 \leq 145$$

Умова міцності виконується

Вконструкції використовуються слідуючи матеріали:

– основний метал: сталь 09Г2С ГОСТ 19281-89 $[\sigma] = 145 \text{ МПа}$

Перетин балки прийнято конструктивно

3.4.2 Розрахунок стійки (№2)

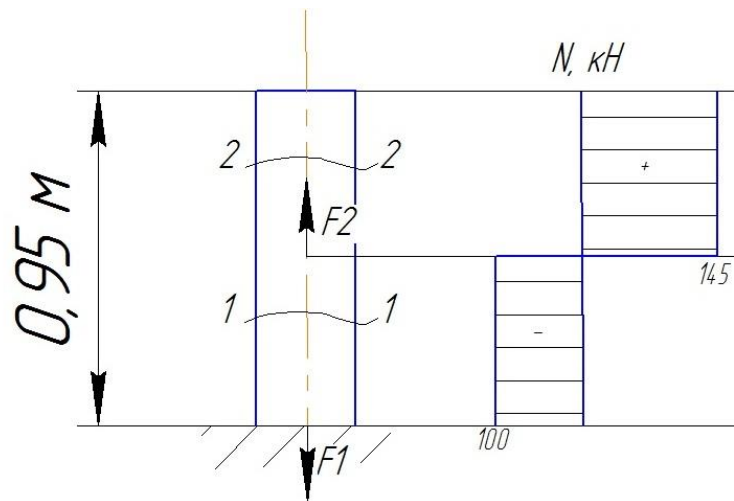


Рисунок 3.4.4 – Епюра поздовжніх сил

$$F_1 = 100 \text{ кН}$$

$$F_2 = 245 \text{ кН}$$

Визначаємо внутрішні поздовжні сили для перетину 1-1:

$$N_1 = -F_1 = -100 \text{ кН} \quad (3.4.9)$$

Визначаємо внутрішні поздовжні сили для перетину 2-2:

$$N_2 = -F_1 + F_2 = -100 + 245 = 145 \text{ кН} \quad (3.4.10)$$

Таким чином при розтягуванні та стисненні в поперечних перетинах стрижня виникає тільки один внутрішній силовий фактор - нормальна сила N .

Визначаємо небезпечне перетин - перетин, в якому нормальні напруження максимальні

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} \quad (3.4.11)$$

де $A = 10 \text{ см}^2$ - площа поперечного перетину

$$\sigma_{\max} = \frac{14.5 \cdot 1000}{10} = 1450 \text{ кг} \cdot \text{см}^2 = 145 \text{ кН}$$

$[\sigma] = 250 \text{ МПа} = 2500 \text{ кг/см}^2$ - допустиме напруження на розтягування і стиснення для сталі 09Г2С

Умова виконується

4.ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок економічної ефективності

Таблиця 4.1. – Вихідні дані

Показник	Умовне позначення	Одиниця виміру	Нова ПТМ
Річний обсяг робіт	A	т	75500
Вантажопідйомність	Q	т	25+25 т
Проліт крана	L	м	42
Собівартість виробу (ціна)	C	тис.грн.	930
Група класифікації крана	A (ПВ)	%	M5 (30)
Маса	G	т	120

У даному дипломному проекті проведено аналіз конструкції козлового крану фірми “KONECRANES”. Вантажопідйомність 25+25т, на крані встановлено 2 візка головного підйому, кожен піднімає 25т.

Річний економічний ефект знаходимо за формулою:

$$E = 3 * A, \text{ грн} \quad (4.1.1)$$

де 3 - наведені витрати по новому крану;

A - річна продуктивність нового крана;

Наведені витрати:

Наведені витрати по новому крану знаходиться за формулою:

$$Z_1 = C_1 + E_n * K_1 \quad (4.1.2)$$

де C_1 - вартість переміщення одиниці вантажу (1 т.) грн;

E_n - нормативний коефіцієнт економічної ефективності ($E_n = 0,15$);

K_1 - необхідні капітальні вкладення на одиницю переміщення вантажу відповідно базового і нового крана.

Експлуатаційні витрати:

Вартість переміщення одиниці вантажу визначається поділом загальної суми експлуатаційних витрат на обсяг вантажу, який переробляється за рік (річна продуктивність в т.).

Експлуатаційні витрати складаються з:

$Z_{\text{зп.}}$ - витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу, грн;

Z_a - амортизаційні відрахування на заміну ПТМ, грн;

Z_p - вартість ремонту і технічного обслуговування, грн;

Z_e - вартість електроенергії, грн

$$I = Z_{\text{зп.}} + Z_a + Z_p + Z_e \quad (4.1.3)$$

Сума амортизаційних відрахувань на заміну крана

$$Z_a = a_k * (Ц + K') = 0,24 * (930000 + 139500) = 256680 \text{ грн;} \quad (4.1.4)$$

де $a_k = 24\%$ - норма на заміну;

$Ц$ - ціна крана грн;

K' - супутні капітальні витрати, грн;

$$K' = 0,15 * Ц = 0,15 * 930000 = 139500 \text{ грн.} \quad (4.1.5)$$

Зарплата обслуговуючого персоналу:

$$Z_{\text{зп}} = \Phi_e * C_{\Gamma} * K_n = 8760 * 27 * 1,22 = 288554 \text{ грн} \quad (4.1.6)$$

де Φ_e - ефективний фонд часу робітників у зв'язку з тим що кранові машиністи працюють в 3 зміни;

$$\Phi_e = 365 * 24 = 8760 \text{ годину} \quad (4.1.7)$$

C_{Γ} - середнього динна тарифна ставка, грн .;

K_n - коефіцієнт нарахувань на зарплату з урахуванням відрахувань на соціальне страхування.

Тарифний розряд машиніста крана - 5. Відповідно до даних годинна тарифна ставка 5-го розряду становить 27 грн.

Витрати на ремонт і техобслуговування крана:

$$Z_p = Z_{\text{тех}} + Z_m = 73515 + 22055 = 95570 \text{ грн} \quad (4.1.8)$$

де: $Z_{\text{тех}}$ - витрати на ремонт і техобслуговування обладнання;

$$Z_{\text{тех}} = C_{\text{чр}} * Ч_{\text{СР}} * K_n * t_p = 22 * 1,66 * 1,22 * 1650 = 73515 \text{ грн} \quad (4.1.19)$$

$C_{\text{чр}} = 22$ грн - годинна ставка ремонтника;

$\text{Ч}_{\text{ср}}$ - середній тарифний розряд;

Розраховуємо середній тарифний розряд ремонтних робіт:

$\text{Ч}_{\text{ср}} = 1,66$;

t_p - річна трудомісткість техобслуговування і ремонтів;

$$t_p = 50 * C_{\text{чр}} + 25 * C_{\text{чр}} = 50 * 22 + 25 * 22 = 1650 \text{ год.} \quad (4.1.10)$$

Z_M - витрати на ремонтні матеріали;

$$Z_M = K_M * Z_{\text{тех}} = 0,3 * 73515 = 22055 \text{ грн} \quad (4.1.11)$$

$K_M = 0,3$ - коефіцієнт витрат на ремонтні матеріали.

Витрати на електроенергію:

$$Z_e = \text{Ц}_c * \Phi_e * K_v * K_M * (\text{ПВ} / 100) * \sum N \quad (4.1.12)$$

де: $\text{Ц}_c = 2,2$ грн - ціна 1 кВт * год силової електроенергії;

$K_v = 0,4$ - коефіцієнт використання календарного часу машини;

$K_M = 0,7$ - коефіцієнт використання встановленої потужності двигунів;

За новим краном:

$$Z_{e2} = 2,2 * 8760 * 0,4 * 0,8 * (40/100) * 127 = 313286 \text{ грн.} \quad (4.1.13)$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2. - Експлуатаційні витрати

Статті витрат	Сума витрат, грн
	Новий кран
Заробітня плата обслуговуючого персоналу	288554
Амортизаційні відрахування	339480
Вартість ремонту і ТО	95570
Вартість електроенергії	313286
Всього	1036890

Вартість переміщення одиниці вантажу:

Для розрахунку вартості переміщення одиниці вантажу необхідно знати загальну величину вантажу, який транспортується:

$$B_{\kappa} = Q * K_{\Gamma} * K_{\text{в}} * \Phi_{\epsilon} / T_{\text{ц}} \quad (4.1.14)$$

де Q - вантажопідйомність (головного підйому) крана;

K_{Γ} , $K_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання машини відповідно по вантажопідйомності і часу;

$$K_{\Gamma} = 0,3;$$

$$K_{\text{в}} = 0,4$$

$T_{\text{ц}}$ - час циклу, час.

Для нового крана: $T_{\text{ц}} = 90 \text{ хв.} = 1,5 \text{ ч.}$

Точно також знаходимо загальну величину вантажу, який переміщується, для нового крану:

$$B_{\kappa 1} = 50 * 0,3 * 0,4 * 8760 / 1,66 = 31662 \text{ т.} \quad (4.1.15)$$

Визначимо вартість вантажу, що переміщується, якщо за даними вартість продукції на даному етапі становить - $\text{Ц}_{\text{пр.}} = 1870 \text{ грн / т}$, тоді загальна вартість знаходиться за формулою:

$$\text{СД} = B_{\kappa 1} * \text{Ц}_{\text{пр}} = 31662 * 1870 = 59207940 \text{ грн} \quad (4.1.16)$$

Вартість одиниці вантажу, що переміщується знаходимо діленням загальної суми експлуатаційних витрат на річну продуктивність, грн / т :

За новим краном:

$$C_2 = 1036890/31662 = 33 \text{ грн / т.} \quad (4.1.17)$$

Необхідні капіталовкладення на одиницю переміщення вантажу:

Необхідні капіталовкладення на одиницю вантажу визначається діленням капітальних вкладень на річну продуктивність. Капіталовкладення за базовим краном склали 173400 грн.

Капіталовкладення за новим краном складають 139500 грн.

Капіталовкладення за новим краном:

$$K = 139500/31662 = 40 \text{ грн/т.} \quad (4.1.18)$$

Розраховуємо наведені витрати, грн / т:

$$З = 33 + 0,15 * 40 = 210 \text{ грн / т.} \quad (4.1.19)$$

Розраховуємо річний економічний ефект:

$$E = З * A = 210 * 7550 = 1585500 \text{ грн.} \quad (4.1.20)$$

Таблиця 4.3 - Техніко-економічні показники ПТМ

Показник	Умовне позначення	Одиниця виміру	Нова ПТМ
Річний економічний ефект	Е	грн	1585500
Зменшення чисельності робочих	$\Delta Ч_t$	чол	-
Збільшення продуктивності праці		%	11
Терміни окупності капітальних вкладень	Т	років	4

Висновок:

Економічний ефект від використання нового крана становить 1585500 грн. на рік. Економічний ефект був досягнутий за рахунок встановлення нового крану фірми “KONECRANES”.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці при виконанні аналізу експлуатаційних характеристик козлового кран К46137 фінського виробництва.

5.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Недостатня професійна підготовка фахівця, яка може бути обумовлена недостатністю знань за фахом та не проведення усіх інструктажів з охорони праці та медичного огляду.

б) Не виконання вимог ергономіки стосовно робочих місць конструктора зокрема нераціонального розташування офісного приладдя.

в) Можливість ураження електричним струмом, при виконанні службових обов'язків внаслідок порушення правил з електробезпеки

г) Небезпеки, які пов'язані з використанням персональних комп'ютерів при виконанні аналізу, зокрема негативний вплив електромагнітних полів та випромінювань ПК застарілих моделей.

д) Незадовільні параметри повітряного середовища в адміністративних приміщеннях. Причина незадовільна робота системи опалення та повітрообміну.

е) Недостатнє освітлення приміщень де розташовані робочі місця конструктора, що може бути пов'язано з нераціональним вибором освітлювальних виробів

є) Можливість загорянь внаслідок порушення правил з пожежної безпеки, що може призвести до пожеж.

ж) Небезпеки, які пов'язані з умовами праці у надзвичайних ситуаціях.

5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) Для фахового виконання робіт до проекту допускаються особи, які мають професійні знання, що підтверджується документом встановленого зразка. Такий захід забезпечує врахування усіх вимог зазначених в НПАОП 0.00-1.01-07 «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів», та в свою чергу є запобіжником виникнення аварійних ситуацій в процесі експлуатації.

б) За ГОСТ 12.2.032-78. “ СС. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования” конструкція робочого місця повинна забезпечувати оптимальне положення співробітника, що досягається за рахунок регулювання висоти сидіння та підставки для ніг. Підставка для ніг

повинна регулюватися по висоті. Ширина повинна бути не менше 300мм, довжина – не менш 400мм. Поверхня підставки повинна бути рифленою. По передньому краю слід передбачати бортик висотою 10 мм. Важливим фактором є простір під столом, його має бути досить, щоб можна було зручно згинати та розгинати коліна. Стіл повинен мати криволінійну форму. Крісло повинно забезпечити фізіологічно раціональну робочу позу, при якій не порушується циркуляція крові і не було іншого шкідливого впливу. Для цього необхідно, щоб у крісла була пружна спинка анатомічної форми, яка зменшить навантаження на хребет. Також крісло обов'язково повинно бути з підлокітниками і мати можливість повороту, зміни висоти і кута нахилу сидіння й спинки. Монітор повинен розташовуватися на робочому столі прямо, і віддаленням від очей мінімум на 50-60 см. Верхня границя екрану повинна бути на рівні очей або не нижче 15 см від рівня очей. Клавіатура повинна розташовуватися в 10-15 см (в залежності від довжини ліктя) від краю стола. Глибина стола повинна дозволяти повністю повністю покласти лікті на стіл, відсунути клавіатуру до монітора.

в) З метою вирішення можливих питань стосовно електробезпеки, необхідним є знання основних заходів, для попередження уражень електричним струмом.

Організаційні заходи – до виконання робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання, та перевірку знань з електробезпеки. Основним нормативним актом є ПУЄ (правовий устрій з електроустанов). Ремонт обладнання повинен здійснювати тільки спеціальний підготовлений персонал. Для кожного електроспоживного обладнання повинно бути складені експлуатаційні схеми нормальної і аварійної роботи.

Технічні заходи – розташування струмоведучих частин на недоступній висоті (до 1000В), не менше 3,5 м (більше 1000В- 6м). Всі не ізольовані струмопровідні лінії повинні бути надійно огороженні суцільними огорожами. Відкриття або зйом яких можливий тільки за допомогою спеціальних пристроїв. Опір ізоляції електричних дротів повинен бути не менше 0,5 Ом.

Обов'язковим є захисне заземлення або занурення. Обов'язковим є використання індивідуальних засобів захисту, зокрема гумовий діелектричний килимок, опір якого слід періодично перевіряти. Обов'язковим є встановлення автоматичних блокуючих пристроїв, які запобігають небезпечним діям людини, зокрема кінцеві вимикачі. Блокуючі пристрої розподіляють на механічні, електричні, та електромеханічні. Електробезпека обслуговуючого персоналу залежить від розташування органів управління відносно електричних ланцюгів. Зокрема кабіна ПТМ розташовується з протилежної сторони відносно тролей.

г) Загальні вимоги до техніки безпеки при роботі на комп'ютері

Персонал, що працює на комп'ютері зобов'язаний дотримуватися вимог інструкції, розробленої на підставі Санітарних норм і правил СанПин 2.2.2.542-96 «Гігієнічні вимоги до відео дисплейних терміналах, персональними електророзрахунковими машинами і організації робіт», а також нести особисту відповідальність за дотримання вимог безпеки своєї праці і за створення небезпечного чи шкідливого виробничого фактора для інших працюючих і поломку комп'ютера.

При роботі з комп'ютером шкідливими і небезпечними чинниками є:

- електростатичні поля;
- електромагнітне випромінювання;
- наявність потужних іонізуючих випромінювань;
- локальне стомлення, загальна втома;
- стомлюваність очей;
- небезпека ураження електричним струмом;
- пожежонебезпека.

Режими праці та відпочинку при роботі з комп'ютером повинні організовуватися в залежності від виду та категорії трудової діяльності.

Види трудової діяльності поділяються на 3 групи:

Група А - робота з зчитування інформації з екрана комп'ютера з попереднім запитом;

Група Б - робота з введення інформації;

Група В - творча робота в режимі діалогу.

За основну роботу з комп'ютером слід приймати таку, яка займає не менше 50% часу протягом часу роботи комп'ютера.

Для видів трудової діяльності встановлюється 3 категорії тяжкості і напруженості роботи з комп'ютером, які визначаються:

для групи А - по сумарному числу прочитуються знаків за час роботи з комп'ютером, але не більше 60 000 знаків;

для групи Б - по сумарному числу зчитуються або вводяться знаків за час роботи з комп'ютером, але не більше 40 000 знаків;

для групи В - по сумарному часу безпосередньої роботи з комп'ютером, але не більше 6 годин за час роботи з комп'ютером.

Для забезпечення оптимальної працездатності і збереження здоров'я протягом часу роботи з комп'ютером повинні встановлюватися регламентовані перерви. Перед початком роботи необхідно переконатися, що монітори комп'ютера мають антиблокове покриття (окрім групи А) з коефіцієнтом відбиття не більше 0,5. Покриття повинне також забезпечувати зняття електростатичного заряду з поверхні екрана, іскріння і накопичення пилу. Корпус монітора повинен забезпечувати захист від іонізуючих та неіонізуючих випромінювань. Необхідно перевірити робоче положення

комп'ютера відстань між стіною з віконними прорізами і столом має бути не менше 0,8 м. При невеликій кількості робочих місць бажано розташовувати столи біля протилежної стіни щодо віконних прорізів. Відстань між робочими столами повинно бути не менше 1,2 м. Не допускається знаходження другого робочого місця з боку задньої стінки комп'ютера. Оптимальними параметрами температури в кабінеті є 19-21, допустимими 18-22, відносна вологість повітря 62-55%.

У кабінеті слід здійснювати наскрізне провітрювання для поліпшення якісного складу повітря, щодня проводити вологе прибирання.

Для підвищення вологості повітря слід використовувати зволожувачі. У приміщенні повинно бути штучне і природне освітлення. Основний потік природного світла повинне бути ліворуч, не допускається праворуч, ззаду і спереду працює на комп'ютері. на вікнах повинні бути завіси в два рази більше ширини вікна. Забороняється застосовувати для вікон чорні завіси.

Кабінет, де знаходиться комп'ютери відноситься до пожежонебезпечного приміщенню категорії «Б», тому необхідно мати вуглекислотний вогнегасник типу ОУ-5 і вміти ним користуватися. Звернути увагу на заземлення, тому що в комп'ютері використовуються мікросхеми, чутливі до статичної електрики. Звернути особливу увагу на цілісність ізоляції всіх кабелів та роз'ємів, щоб не виявитися несподівано під напругою щодо землі. Забороняється самостійно відкрити комп'ютера, з-за високої напруги всередині. Виключається робота з комп'ютером і його периферійними пристроями з відкритим корпусом, самостійно перемикає силові та інтерфейсні кабелі, проливати рідини і т.д. Робоче місце працює на комп'ютері передбачено обладнати спеціальними меблями: обертовим стільцем із змінною висотою сидіння і кута нахилу спинки. При роботі на комп'ютері працюючий повинен бути уважним, не відволікатися на побудову справи.

Під час роботи комп'ютера забороняється:

- залишати комп'ютер без нагляду;
- проводити ремонт;
- знімати корпус з комп'ютера.

Тривалість безперервної роботи з комп'ютером без регламентованого перерви не повинна перевищувати 2 годин. Під час регламентованого перерви з метою зниження нервово-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, усунення впливу гіподинамії та гіпокінезії, запобігання розвитку втоми доцільно виконувати комплекси вправ. Рівень шуму в приміщенні під час роботи комп'ютерів не повинен перевищувати 50 дБА. Конструкція відео монітора повинна передбачати заходи, що забезпечують хорошу розбірливість зображення, незалежну від зовнішнього освітлення.

У залежності від призначення і області застосування відеотермінали можуть бути розділені на наступні групи:

- група А - кольорові монітори тільки для демонстраційних цілей.

- група Б - кольорові монітори для персональної роботи;
- група В - монохромні монітори.

Категорично забороняється використання на робочому місці електронагрівальних приладів з відкритим елементом, відкритим вогнем. Користування електронагрівальними приладами з закритими нагрівальними елементами дозволяється тільки у спеціально відведених для цього місцях. Недотримання вимог до мікроклімату приміщення може не тільки різко знижувати продуктивність праці, викликати втрати робочого часу через збільшеного числа помилок у роботі, але і приводити до функціональних розладів або хронічних захворювань органів дихання, нервової системи, імунної системи.

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

д) Для нормалізації параметрів повітряного середовища в виробничих приміщеннях передбачається використовувати технічні засоби по забезпеченню нормованих параметрів. До них відноситься водяне або парове опалення, природна або штучна вентиляція. В холодний період року штучну вентиляцію, проточну витяжку поєднують з функцією підігріву зовнішнього повітря калорифер. У адміністративних приміщеннях використовується кондиціонери.

Розрахунок надходження теплоти у приміщення, та визначення кондиціонера.

Визначаємо надходження теплоти в приміщення о 18 год. Орієнтування будівлі на ПівдЗ. Площа приміщення складає 35 м², висота 4 м. Розміри вікна 2х1,2 м², площа тіні 0,33 м², подвійне скління. Вікна без сонцезахисних пристроїв. Атмосфера району – незабруднена. Кількість робочих місць 6: 4 жінки та 2 чоловіка. Освітлення здійснюється за допомогою люмінесцентних ламп, загальна потужність яких в приміщенні складає 1,75 кВт. Температура в приміщенні складає 38°C.

За табл. 5.3.1 визначаємо значення прямої ($q_{в.п.}$) та розсіяної ($q_{в.р.}$) сонячної радіації о 18 години:

$$q_{в.п.} = 344 \text{ ккал/}(\text{год} \cdot \text{м}^2);$$

$$q_{в.р.} = 95 \text{ ккал/}(\text{год} \cdot \text{м}^2).$$

Таблиця 5.3.1 Максимальні значення кількості теплоти прямої $q_{в.п}$ та розсіяної $q_{в.р}$ сонячної радіації

Показник	Кількість теплоти при заповненні світлових прорізів в залежності від часу доби та орієнтування світлових прорізів, ккал/(год·м ²)							
	до полудня							
	Пі	ПівнС	Сх	ПівдС	Пів	ПівдЗ	З	ПівнЗ
	після полудня							
	Пів	ПівнЗ	З	ПівдЗ	Півд	Півд	Сх	Півн
$q_{в.п.}$	80	426	423	344	257	96	-	-
$q_{в.р.}$	64	93	112	95	75	66	56	54

Кількість теплоти, що надходить до приміщення через подвійне скління для розрахункової години розраховуємо :

$$q_0 = (q_{en} + q_{ep}) * K_1 * K_2 = (344 + 95) * 0,9 * 0,95 = 375 \text{ ккал/(год·м}^2\text{)} \quad (5.1)$$

де q_0 та q_1 – кількість теплоти, яка надходить до приміщення через світлові прорізи, які опромінюються та не опромінюються прямою сонячною радіацією відповідно;

Таблиця 5.3.2 Коефіцієнт K_1 , який враховує затінення скління світлових прорізів перепльотами та забруднення атмосфери

Скління	Значення коефіцієнту для світлових прорізів K_1 , за атмосфери		
	незабруднен ої (незалежно від опромінення)	забруднений в промислових районах	
		які опромінюються сонцем в розрахункову годину	які в розрахункову годину перебувають в тіні
Одинарне без перепльотів	1	0,75	1,75
Подвійне без перепльотів	0,9	0,68	1,58

Таблиця 5.3.3 Коефіцієнт K_2 , який враховує забруднення скла

Забруднення скла	Значення коефіцієнту
Значне	0,85
Помірне	0,9
Незначне	0,95
Чисте скло	1

$$q_1 = (q_{ep}) * K_1 * K_2 = (95) * 0,9 * 0,95 = 81,23 \text{ ккал/}(\text{год} \cdot \text{м}^2); \quad (5.2)$$

Площа віконного прорізу, яка опромінюється сонячною радіацією складає:

$$F_{np} = F_{oc} - F_p = 2.4 - 0.33 = 2,07 \text{ м}^2 \quad (5.3)$$

Загальна кількість теплоти, яка надходить до приміщення через віконний проріз, визначається за формулою :

$$Q_{cnp} = (q_o F_{np} + q_1 F_p) * K_{відн} = (375 * 2,07 + 81,23 * 0,33) * 0,8 = 642,4 \text{ ккал/}(\text{год} \cdot \text{м}^2); \quad (5.4)$$

$K_{відн}$ - коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу. При одинарному склінні $K_{відн} = 0,9 \dots 1,0$; при подвійному $K_{відн} = 0,8 \dots 0,9$.

Виділення теплоти від штучного освітлення розраховують за формулою:

$$Q_{осв} = 860 * N_{осв} = 860 * 0,5 * 1,75 = 752,5 \text{ ккал/год} \quad (5.5)$$

де n -коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову; для люмінесцентних ламп $n = 0,5$;

$N_{осв}$ – сумарна потужність джерел освітлення, кВт.

При розрахунках слід пам'ятати правила переведення енергетичних одиниць:

$$1 \text{ кВт} = 860 \text{ ккал/год};$$

$$1 \text{ ккал/год} = 1,163 \text{ Вт};$$

$$1 \text{ Вт} = \text{Дж/с}.$$

Розрахунок виділеної теплоти людьми, відповідно до табл.5.3.4, за умовою, що в

приміщенні знаходяться 2 чоловіка, та 4 жінки, температура в приміщенні 38°C .

Таблиця 5.3.4 Кількість теплоти, яка виділяється дорослими людьми (чоловіками)

Кількість теплоти, ккал/год, яка виділяється однією людиною при температурі повітря в приміщенні, °C					
10	15	20	25	30	35
130	105	85	55	35	5

$$Q_{\text{л}} = 5 \cdot 2 + 5 \cdot 4 \cdot 0,85 = 27 \text{ ккал/год} \quad (5.6)$$

Загальна кількість теплоти в розрахункову годину в липні, яку необхідно відвести за допомогою кондиціонування, визначається сумою теплоти джерел теплонаходження:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{спр}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л}} = 642,4 + 752,5 + 27 = 1421 \text{ ккал/год.} \quad (5.7)$$

Оскільки площа приміщення складає 35 м², то найбільш доцільним є використання кондиціонера типу COOPER&HUNTER CH-S12LHA з холодопродуктивністю 3100 ккал/год. Тоді, за формулою (5.8) знаходимо час, необхідний для охолодження приміщення за допомогою цього кондиціонера:

$$\tau = C \cdot \gamma \cdot V \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{норм}}) / 3600 \cdot 1,163 \cdot Q_{\text{конд}} = 1000 \cdot 1,2 \cdot 140 \cdot (27 - 22) / 3600 \cdot 1,163 \cdot 3100 = 0,0647 \text{ год} \quad (5.8)$$

де C - масова теплоємність припливного повітря (дорівнює 1000 Дж/(кг·°C);

γ - густина припливного повітря (дорівнює 1,2 кг/м³);

V - об'єм приміщення, м³;

$t_{\text{вид}}$ - температура повітря, що видаляється з приміщення, °C;

$t_{\text{норм}}$ - нормована (оптимальна) температура в приміщенні, яку необхідно досягти шляхом кондиціонування (прийняти рівною 22°C).

е) Освітленість приміщення

З метою організації нормованого освітлення виробничого приміщення виконуємо розрахунок освітлення згідно розряду зорової роботи.

Розрахунок освітлення

Вибираємо комбіновану систему освітлення. У якості джерела штучного освітлення приймемо люмінесцентні лампи. Люмінесцентні лампи у складі світильників при загальному освітленні рекомендовані у приміщеннях

висотою до 6 м, ці лампи нам підходять, бо висота нашого приміщення 4 м. Розряд зорової роботи приймаємо 3. Згідно таких умов доцільно обрати лампи ЛЛ, які мають наступні переваги: висока світловіддача (до 75 лм/Вт), висока стабільність світлового потоку, термін експлуатації до 10000 годин, високий індекс кольоропередачі.

Недоліки: висока вартість, повинні обслуговуватись фахівцями, мають складну пускову апаратуру, можливі шум та миготіння, значна пульсація при однофазній схемі підключення.

Вибираємо світильник типу ЛПП (табл. 5.3.5)

Таблиця 5.3.5 - Характеристика та призначення світильника ЛПП

Тип сві- тильника	Світ- лороз- поділ (крива сили світла)	Потужніст ь лампи у світильник у, Вт	Мінімальна висота підвісу світильника над підлогою, м	Використання світильника	IP	L / h
Л а м п и л ю м і н е с ц е н т н і						
ЛПП	Пря- мий (коси- нусна))	2 х(18÷80 Вт)	Р _л = 40Вт – 3м Р _л = 80Вт 4м	Приміщення висотою до 6м (адміністрати- вно– конторські, для креслення, учбові, побуто- ві приміщення)	65	1,4

Коефіцієнт запасу k_z враховує зниження рівня освітленості з часом в результаті забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення, приймаємо для конструкторського бюро $k_z = 1,4$

Коефіцієнт нерівномірності (мінімального) освітлення z (відношення середньої освітленості до мінімальної освітленості), дорівнює:

$z = 1,1$ – для люмінесцентних ламп низького тиску;

Визначаємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} = \frac{7 \cdot 5}{1,78(7+5)} = 1,63 \quad (5.9)$$

де $A=7$ – довжина приміщення m ;

$B=5$ – ширина приміщення, m ;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м

$$h = H - h_p - h_z = 4 - 0,8 - 1,42 = 1,78 \text{ м} \quad (5.10)$$

де $H=4$ – висота виробничого приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м;

(як правило, висота умовної робочої поверхні $h_p=0,8$ м)

h_z – висота звисання світильника від стелі, м. (вибирається за технологічною доцільністю)

Розраховуємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H-h_p) \cdot \left[\frac{L}{h}\right]} = \frac{5}{(4-0,8) \cdot [1,4]} = 1,11 \quad (5.11)$$

Приймаємо $N_p = 2$

Визначаємо максимально припустиму відстань між рядами світильників:

$$L_{max} = \frac{B}{N_p} = \frac{5}{2} = 2,5 \quad (5.12)$$

Розраховуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{L_{max}}{[L/h]} = \frac{2,5}{1,4} = 1,78 \quad (5.13)$$

Знаходимо висоту звисання світильника від стелі:

$$h_z = H - h_p - h = 4 - 0,8 - 1,78 = 1,42 \quad (5.14)$$

Значення коефіцієнта використання світлового потоку η вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, та індексу приміщення (табл.5.3.6)

Таблиця 5.3.6 - Коефіцієнти використання світлового потоку світильників

ТИП СВІ- ТИЛЬ- НИКА	L / h	θ _{ст} , %	θ _с , %	θ _п , %	КОЕФІЦІЄНТ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ, η %																	
					ПРИ ІНДЕКСІ ПРИМІЩЕННЯ i																	
					0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	1,25	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	
Світильники з лампами розжарення та компактними люмінесцентними лампами																						
НСП	0,8	70	50	30	22	32	39	44	47	49	50	52	55	58	60	62	64	66	68	70	73	
		50	30	10	20	26	34	38	41	43	45	47	50	53	55	57	59	62	64	66	69	
		30	10	10	17	23	30	34	37	39	41	43	46	48	51	53	55	58	61	62	64	
НПБ	1,4	70	50	30	23	28	31	38	39	42	43	46	49	52	54	56	58	60	62	63	65	
		50	30	10	20	25	29	34	36	38	39	41	44	46	48	50	51	53	56	57	58	
		30	10	10	17	20	25	30	33	34	35	37	39	41	44	45	47	50	52	53	56	
НПО	1,8	70	50	30	10	15	19	21	24	26	27	28	31	33	35	37	39	43	45	47	50	
		50	30	10	7	10	14	16	18	20	21	23	25	27	29	30	32	35	37	39	42	
		30	10	10	5	7	10	12	15	17	18	19	21	22	23	25	27	29	31	32	35	
Світильники з люмінесцентними лампами																						
ЛПП	1,4	70	50	30	30	34	38	42	45	47	50	53	57	60	62	64	65	67	69	70	72	
		50	30	10	25	29	33	36	39	42	44	48	52	54	57	59	60	63	65	66	69	
		30	10	10	20	25	29	33	35	38	40	43	47	51	54	56	57	60	62	64	66	
ПВЛ	1,5	70	50	30	22	28	32	35	38	41	43	46	50	53	55	57	59	61	63	65	67	
		50	30	10	16	21	24	27	30	32	34	37	40	43	45	47	48	50	52	54	56	
		30	10	10	14	18	21	24	27	29	31	34	37	40	42	44	45	48	50	51	53	

Вибираємо для люмінесцентних ламп та індексу приміщення $\eta = 60\%$

Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установи в даному приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_H \cdot A \cdot B \cdot z \cdot k_z}{\eta} = \frac{500 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 1.1 \cdot 1.4}{60} = 449,1 \quad (5.15)$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

E_H – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа освітлюваної поверхні, м²;

k_z – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку

Визначаємо максимальну відстань L_{max} між рядами та сусідніми світильниками у ряду:

$$L_{max} = [L/h] \cdot h = 1,4 \cdot 1,78 = 2,49 \text{ м} \quad (5.16)$$

де $[L/h]$ – числове значення коефіцієнта світильника (табл. 5.3.5)

Визначаємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{L_{max}} = \frac{5}{2.49} = 2 \quad (5.17)$$

Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата:

$$N^* = AB/L_{\max}^2 = 35/2,49^2 = 5,6 \quad (5.18)$$

Приймаємо $N^* = 6$

5.4 Заходи з пожежної безпеки

є) Для попередження пожеж передбачається використовувати первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати, ломы, сокири тощо), системи автоматичного пожежогасіння.

Первинні засоби пожежогасіння, в залежності від категорії приміщень, можуть розташовуватись як окремо, так і в складі пожежних щитів.

Також необхідно періодично проводити протипожежні інструктажі, навчання, та тренування персоналу.

Визначення категорії приміщення в конструкторському бюро

За вибухопожежною небезпекою приміщення й будівлі поділяють на п'ять категорій: **А, Б, В, Г, Д**

Встановлення категорії приміщення виконується шляхом послідовної перевірки належності приміщення до категорій від найвищої (**А**) до найнижчої (**Д**) з урахуванням характеру технологічних процесів і пожежонебезпечних властивостей речовин, що в них застосовуються, з метою виявлення можливих обставин і причин виникнення вибухів і пожеж та їх наслідків

Приймаємо категорію **Д**, так як ця категорія більш підходить по характеристиці речовин і матеріалів, що зберігаються в приміщенні, а саме знаходяться незаймисті речовини і матеріали в холодному стані, а також кабельні електропроводки до устаткування, окремі предмети меблів на місцях.

Визначення класу пожежі

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин й матеріалів пожежі за ДБНВ.1.1.7–2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва" поділяються на відповідні класи та підкласи:

– **клас А** – пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір);

– **клас В** – пожежі горючих рідин або твердих речовин, які розтоплюються;

- **клас C** – пожежі газів;³
- **клас D** – пожежі металів та їх сплавів;
- **клас E**(додатковий) – пожежі, пов’язані з горінням електроустановок.

Обираємо клас E (додатковий) – пожежі, пов’язані з горінням електроустановок.

Вибір первинних засобів пожежогасіння

Типи вогнегасників:

- а) Пінні (водно пінні, хімічно-пінні) – для тушіння загорань тліючих матеріалів, тушіння ГСМ в ємностях.
- б) Вуглекислотні – для тушіння електроустановок, коштовного обладнання , використовуються для тушіння загорань в адміністративних приміщеннях.
- в) Хладогенові – для тушіння розлитих олій, матеріалів з високою інтенсивністю горіння.
- г) Порошкові – для тушіння локальних загорань невеликої інтенсивності.

Для категорії Д, та класу пожежі E обираємо: 2 порошкових вогнегасника місткістю 5 літрів, 2 хладонових вогнегасника місткістю 2(3)л, та 2 вуглекислотних вогнегасника місткістю 5(8)

Опис установки електричної пожежної сигналізації

Своєчасне виявлення ознак займання й виклик пожежних підрозділів дає змогу швидко локалізувати осередки пожежі та вжити заходи щодо її ліквідації, а отже, створює можливість суттєво зменшити обсяги заподіяної шкоди. Найшвидшим та найнадійнішим засобом сповіщення про виникнення пожежі вважаються установки електричної пожежної сигналізації (ЕПС).

Залежно від схеми з’єднання розрізняють променеві (радіальні) та кільцеві установки ЕПС.

В установках ЕПС можуть обладнуватися адресовані та не адресовані пожежні сповіщувачі.

Не адресованим вважається автоматичний сповіщувач, який реагує на фактори, що супроводжують пожежу в місці його встановлення, та формує сигнал про виникнення пожежі в захищуваному приміщенні без зазначення свого номера (адреси).

Адресований сповіщувач постійно або періодично активно формує сигнал про стан пожежонебезпечності у захищуваному приміщенні та про власну працездатність із зазначенням свого номера (адреси).

Не адресовані пожежні сповіщувачі слід включати в установках ЕПС променевого типу, при цьому адреси займання визначаються номером

шлейфа, за яким одержано сигнал «Пожежа». Одним шлейфом пожежної сигналізації з не адресованими сповіщувачами обладнують:

- приміщення в межах кількох поверхів при загальній площі 300 м² і менше;
- не більше десяти, а за наявності виносної світлової індикації біля входу в захищуване приміщення – не більше двадцяти суміжних або ізольованих приміщень загальною площею не більше 1600 м², що розташовані на одному поверсі громадських, адміністративних та побутових будівель і мають вихід у спільне приміщення (коридор, хол, вестибюль).

Адресовані пожежні сповіщувачі можуть використовуватися в установках ЕПС як променевого, так і кільцевого типу. Кількість приміщень, обладнаних одним шлейфом з адресованими сповіщувачами, обмежується лише технічними можливостями приймально-контрольних приладів. В одному приміщенні слід встановлювати не менше двох не адресованих або один адресований пожежний сповіщувач.

Одним з основних елементів установок ЕПС є пожежні сповіщувачі. Розрізняють сповіщувачі ручної та автоматичної дії. Ручні пожежні сповіщувачі приводяться в дію натисканням на кнопку. Вони, як правило, використовуються для подачі сигналу про пожежу з території підприємства. У середині будівлі вони можуть застосовуватися як додатковий технічний засіб автоматичної пожежної сигналізації. технічно обґрунтованих випадках допускається встановлювати їх як основний засіб, що сигналізує про пожежу. Ручні пожежні сповіщувачі обладнують на стінах і конструкціях на висоті 1,5 м від підлоги (землі) у легкодоступних місцях.

Автоматичні пожежні сповіщувачі реагують на фактори, що супроводжують пожежу: підвищення температури, дим, полум'я. Вони підрозділяються на:

- теплові автоматичні пожежні сповіщувачі ДТЛ, ІТМ, ПОСТ– 1;2, МДПІ–028, ІП 105–2/1
- димові автоматичні пожежні сповіщувачі ІДФ–М, ДПІ–1, ІДП–2
- світлові автоматичні пожежні сповіщувачі СІ–1, ДПІД, АПІ.

Все ширшого застосування набувають комбіновані сповіщувачі (КІ), які контролюють відразу кілька показників, наприклад, температуру та дим, а також ультразвукові сповіщувачі (ДУЗ–4), які реагують на зміну характеристик ультразвукового поля в захищуваному приміщенні. Завдяки високій чутливості ультразвукові сповіщувачі (датчики) можуть поєднувати пожежні та охоронні функції.

Вид автоматичного пожежного сповіщувача вибирають з урахуванням призначення захищуваних приміщень, пожежної характеристики матеріалів, що в них розташовуються, первинних ознак пожежі та умов експлуатації.

Для адміністративних, побутових і громадських приміщень та

споруд, залежно від їх призначення, рекомендуються димові, теплові або світлові пожежні сповіщувачі.

5.5. Заходи по забезпеченню техніки безпеки

ж) Заходи, які пов'язані з небезпекою роботи в умовах надзвичайних ситуаціях

Порядок дій сил цивільної оборони (ЦО) при ліквідації наслідків стихійних лих

У більшості випадків стихійні лиха супроводжуються загибеллю матеріальних цінностей, а іноді і людськими втратами. Тому при ліквідації наслідків стихійних лих основним завданням сил ЦО є врятування людей і (по можливості) матеріальних цінностей. Успіх дій формувань багато в чому залежить від своєчасної організації і проведення розвідки й обліку конкретних умов обстановки. Оскільки стихійні лиха виникають раптово, оповіщення о. с. формувань, їх укомплектування і створення угруповань сил ЦО повинні проводитися в найкоротший термін. Виступ формувань з районів збору в райони дій повинен здійснюватися з максимально можливою швидкістю. Командири формувань у районах робіт повинні постійно знати обстановку і, у відповідності з її зміною, уточнювати раніше поставлені чи ставити нові завдання підрозділам. Прогнозування загрози повеней дозволяє вчасно здійснити комплекс попереджувальних заходів, які значно знижують можливі збитки, а також створити сприятливі умови для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у зонах затоплення. Зміст цих заходів і їх обсяг визначаються часом попередження повені.

Так, масштаби повеней, які викликаються весняними водами, можна прогнозувати за місяць і навіть більше завдяки постійним спостереженням органами гідрометеослужби, визначенню висоти снігового покриву і встановленню залежності виникнення повені від нього, визначенню запасів вологи в ґрунті, знанню строків скресання річок, температури повітря в період паводку і т.п. Отже, можна заздалегідь провести протипаводкові заходи.

При паводках, які викликаються заторами, час попередження звичайно обчислюється декількома годинами, тобто він значно менший, ніж у розглянутому вище випадку. Але з огляду на те, що місця постійних заторів звичайно відомі, запобіжні заходи можна вжити задовго до льодоходу.

Паводки, які викликаються випаданням рясних злив та інтенсивним таненням льодовиків, прогножуються на основі багаторічних спостережень.

Про майбутню небезпеку повені чи селевого потоку оповіщаються всі організації і населення. Начальники, штаби і служби ЦО приводять у готовність формування, які залучаються до ведення боротьби зі стихійним лихом, ставлять їм завдання, вказують послідовність, способи і терміни їх виконання, уточнюють питання взаємодії й організовують управління.

Для виявлення й уточнення обстановки організовується розвідка. Найбільш оперативною є повітряна, яка до того ж дає можливість одержання інформації про значні території. Більш точний стан поблизу гребель і мостів визначають, використовуючи дані наземної розвідки.

У населених пунктах і на об'єктах, яким загрожує затоплення, виставляються рятувальні пости зі складу формувань і встановлюється зв'язок з ними. Для захисту мостів, гребель, водозабірних та інших споруд виділяються аварійні команди. У місцях, де можливі затори льоду, установлюється цілодобове чергування команд підривників. За рішенням місцевих органів влади можуть бути проведені: завчасна евакуація населення, вивезення матеріальних цінностей і відгін сільськогосподарських тварин у безпечні місця. Про початок і порядок евакуації керівний склад ЦО оповіщає населення по місцевих каналах радіотрансляції і телебачення, через адміністрацію ОГ і домоуправління. У випадку раптових паводків попередження населення здійснюється всіма наявними технічними засобами, включаючи і гучномовні рухливі установки.

Успіх у проведенні рятувальних робіт залежить від того, наскільки оперативно організована розвідка, швидко і повно оцінена сформована обстановка, вчасно організовані дії сил і чітке управління ними.

РІНР у зонах затоплення і селевих потоків пов'язані з небезпекою, особливо при діях на воді, на льоду і при виконанні підривних робіт. Особовий склад, який залучається для цих цілей, повинен бути навчений правилам поведінки на воді, прийомам порятунку потопаючих і надання їм першої медичної допомоги. Формування, що діють на плавзасобах, оснащуються необхідним інвентарем: рятувальними кругами, поясами, баграми, драбинами, канатами і т.п.

Для підтримки порядку в районах затоплення, на шляхах евакуації населення й у місцях його зосередження, на маршрутах руху сил, а також на автомобільних і залізничних шляхах організовується комендантська служба. Крім того, у зонах затоплення і місцях зосередження евакуйованого населення організовується охорона громадського порядку, яка гарантує безпеку людей, захист державного й особистого майна.

Урагани, володіючи великою руйнівною силою, можуть задати населенню і народному господарству серйозних матеріальних збитків і нерідко призводять до загибелі людей. Виникають вони в результаті різкого порушення рівноваги в атмосфері, що виявляється в незвичайних умовах циркуляції повітря.

При ураганах обриваються електричні проводи на опорах, порушується телефонний і телеграфний зв'язок, зриваються покрівлі з житлових будинків, виробничих будинків і тваринницьких ферм, виникають різні пошкодження, аварії, пожежі.

У зонах ураганів у період їх виникнення за вказівками органів влади

оповіщається населення і приводяться до готовності формування, виділені для ліквідації наслідків стихійних лих.

Командири військових частин і формувань ЦО, одержавши завдання, виводять підлеглі їм сили до об'єктів робіт; по прибутті в потерпілі від урагану райони організовують порятунок людей, надання потерпілим медичної допомоги і їх евакуацію, локалізацію і гасіння пожеж, а також роботи з усунення аварій і ушкоджень на комунально-енергетичних мережах і лініях зв'язку та з розчищення завалів вулиць і доріг. Відновлення комунально-енергетичних мереж, ліній зв'язку й інших об'єктів організовують відповідні відомства, що мають свої спеціальні ремонтні органи; при великих обсягах робіт можуть використовуватися аварійно-відбудовні й аварійно-технічні формування.

Зсуви можуть спричиняти великі руйнування. Виникають вони через порушення рівноваги порід, викликаного збільшенням крутизни схилу в результаті вимивання його основи морським прибоєм, течією річки, ослаблення міцності порід від вивітрювання чи надмірного зволоження атмосферними опадами або підземними водами, а також під впливом зовнішніх сил, особливо сейсмічних поштовхів. Зсуви можуть бути викликані і проведенням будівельних робіт без належного урахування геологічних умов місцевості.

Заходи для попередження зсувів і боротьба з ними здійснюються в залежності від факторів, які ці зсуви викликають. До таких заходів відносяться: будівництво споруд, які укріплюють берег проти підмивання схилів; обладнання дренажних споруд по перехопленню і відведенню підземних вод; вириття каналів для поверхневого водостоку, улаштування підпірних стінок різних конструкцій; зміцнення схилів рослинністю і насамперед — лісопосадками.

Роботи з проведення протизсувних заходів ведуться дорожньо-будівельними й іншими спеціалізованими організаціями, до їх виконання при необхідності можуть залучатися команди механізації робіт та інші формування ЦО. Дійовим засобом у зсувних районах є встановлення постійного спостереження за обстановкою. Про початок переміщення порід негайно оповіщається населення й організації прилеглих районів. Приводяться у готовність необхідні сили і засоби, здійснюється евакуація людей, вивозяться з небезпечної зони матеріальні цінності.

Для ліквідації наслідків зсувів залучаються зведені загони та команди, зведені загони і команди механізації робіт, деякі формування служб. Можуть використовуватися і військові частини.

Рятувальні роботи в районах, де відбулися зсуви і обвали, полягають у пошуку і витягуванні людей з-під завалів, наданні їм першої медичної допомоги та евакуації в стаціонарні лікувальні установи. Одночасно влаштовуються проїзди в завалах, локалізуються і гасяться пожежі, ліквідуються аварії на газових і енергетичних мережах. Після зупинки зсуву

проводиться ремонт і відновлення доріг, мостів, ліній і засобів зв'язку, розчищення вулиць від завалів. Землетруси відбуваються звичайно раптово, що може представляти дуже велику небезпеку. Переважна більшість їх відноситься до слабких і не викликає негативних наслідків, однак чимало буває і сильних, руйнівних землетрусів, які заподіюють численні лиха. Землетруси можуть стати причиною гірських і сніжних обвалів, які руйнують на своєму шляху ділянки доріг, мости через водні перешкоди та населені пункти.

Щоб уникнути руйнівних наслідків у районах загрози, де можливі поштовхи силою 7 і більше балів (за 12-бальною шкалою), будуються сейсмостійкі житлові будівлі, промислові будівлі й інші об'єкти та споруди. Для додання будинкам стійкості використовуються високоякісні матеріали, застосовуються особливі антисейсмічні конструкції, не допускається використання надто важких деталей, обмежується поверховість житлових будинків, ставляться підвищені вимоги до якості будівельних робіт. У містобудуванні переважає просторе планування, яке забезпечує наявність достатніх розривів між будинками, широких вулиць і проїздів. Вживаються заходи щодо підвищення сейсмостійкості підземних інженерних комунікацій, а також до посилення протипожежної безпеки.

При ліквідації наслідків землетрусів у постраждалих містах і на ОГ рішенням органів влади чи надзвичайних комісій для проведення рятувальних робіт, локалізації і ліквідації аварій на комунально-енергетичних мережах і гасіння пожеж залучаються спеціалізовані формування відомств, формування ЦО міст і районів, військові частини. Найбільш складні рятувальні й інші невідкладні роботи виконують військові частини ЦО, зведені загони і зведені загони механізації робіт, а також формування служб (спеціальні формування) різного призначення і, у першу чергу, аварійно-технічні й медичні.

Склад і дії сил при ліквідації наслідків землетрусів визначаються характером і обсягом руйнувань. Успіх багато в чому залежить від повноти і своєчасності одержання розвідувальних даних. Розвідка повинна установити характер руйнувань будівель і споруд, місцезнаходження і стан постраждалого населення, яке опинилося під завалами чи в частково зруйнованих будівлях і спорудах, ступінь пошкодження комунально-енергетичних мереж, визначити зони суцільних пожеж, можливість їх розвитку, а також розвідати шляхи підходу до об'єктів робіт. Ведеться вона розвідувальними підрозділами військових частин ЦО і розвідувальними формуваннями різного призначення, при цьому використовується інформація від органів МВС й інших відомств. Для визначення санітарно-епідемічного стану району землетрусу, виявлення кількості і стану потерпілих, установлення можливості розгортання медичних формувань і визначення потрібної кількості медичних сил проводиться медична розвідка.

Після одержання даних про обстановку і її оцінки уточнюються необхідні

для ведення РІНР сили і засоби, їх завдання, створюються угруповання сил.

Виходячи з характеру забудови, наявності транспортних магістралей та інших місцевих умов, а головне — з характеру руйнувань, територія постраждалого міста (району) розбивається на ділянки й об'єкти ведення рятувальних робіт.

Швидке висування сил є одним з вирішальних факторів, що забезпечують успішність проведення рятувальних робіт. Але на шляху можуть зустрічатися різні перешкоди, завали, зруйновані мости, вогнища пожеж та інші перешкоди. Тому необхідно передбачити всі засоби забезпечення руху сил ЦО у вогнищах землетрусів. Чимале значення має порядок уведення техніки в зону руйнувань. У першу чергу підготовляються шляхи для пропуску гусеничних машин, а потім колісного транспорту. Висування їх слід здійснювати по декількох маршрутах, щоб не знижувати мобільність колон і не допускати розтягування. На кожен маршрут висилаються формування чи підрозділи розвідки і загони забезпечення руху, підсилені протипожежними підрозділами і санітарними дружинами.

В результаті землетрусу основна маса о.с. формувань загального призначення і спеціальних формувань ЦО районів, які попали в зону лиха, може виявитися в зонах руйнувань і сама буде потребувати допомоги. Тому можливо, що спочатку рятувальні роботи доведеться проводити на ОГ і в жилих кварталах обмеженими силами і засобами. У таких умовах першочерговими роботами повинні бути виявлення і витягування людей із зруйнованих будинків, з-під завалів, надання їм першої медичної допомоги й евакуація тих, хто потребує лікування, в медичні установи, а також улаштування людей, що залишилися без домівок. Рятування людей організовується в першу чергу з тих будинків, яким загрожують затоплення, пожежі, обвали. Лікарська допомога потерпілим здійснюється в загонах першої медичної допомоги, на медичних пунктах військових частин ЦО й у лікувальних установах, які збереглися. Потім їх вивозять у заміську зону або в лікарні сусідніх міст. Здійснення інших невідкладних робіт припускає в першу чергу усунення тих аварій на комунально-енергетичних і технологічних мережах, що створюють безпосередню загрозу для життя людей і насамперед аварій на комунікаціях зі СДОР. При ліквідації аварій на газопроводах негайно повинна бути припинена подача газу в мережу. Аварії на водопроводі, що проходить поблизу будівель і споруд, можуть спричинити затоплення; пошкоджені ділянки якомога швидше відключаються. В міру прибуття військових частин і формувань із сусідніх районів, міст і областей сили будуть наростати і фронт робіт збільшиться. Але прибуваючі з інших місць не знають особливостей ділянок і об'єктів, на яких їм потрібно буде працювати. Щоб уникнути збільшення строків виконання рятувальних робіт і ускладнень у їх організації, необхідно безперервно вести розвідку, дані якої дозволяли б знати обстановку, і вчасно, з достатньою повнотою ставити завдання прибуваючим у район землетрусу військовим частинам і формуванням. Рятувальні роботи звичайно ведуться у

важких і небезпечних умовах, тому о. с. військових частин і формувань повинен знати і суворо дотримуватись заходів безпеки. Для наведення і підтримки порядку серед населення, яке опинилося в зоні землетрусу, організовується комендантська служба (ядром її є о. с. служби охорони громадського порядку), на основних маршрутах устанавлюються контрольно-пропускні пункти і вводиться патрулювання.

6. ВИСНОВОК

В результаті проведеної роботи був розрахований козловий кран компанії KONECRANES, та зроблений його порівняльний аналіз конструкцій, з вітчизняним краном. В ході аналізу було виявлено, що обидва крана мають загальну конструкцію головної балки, дана балка має ґратчасту конструкцію, яка має свої достоїнства і недоліки, які були описані в розділі 2. На крані K46137 в механізмі пересування крана та механізмі підйому встановлені високообертові двигуни, які дозволяють зменшити габарити даних механізмів. У механізмі підйому встановлено СХТ привід, типу електроталі без коліс.

Ці талі мають такі технічні та експлуатаційні переваги:

а) Компактність конструкції.

Канатні талі СХТ відрізняються компактними розмірами і невеликою вагою. Їх конструкція забезпечує максимальне наближення гака до кранових рейках і найбільшу висоту підйому вантажу, а також дозволяє найкращим чином використовувати робочий простір, площа підлоги і висоту будівлі. Заміна зношеного механізму проводиться легко і швидко.

б) Легкість і ефективність переміщення вантажів. Талі СХТ переміщаються плавно і безшумно. Завдяки інверторному управлінню механізмом пересування візка, гранично зменшується розгойдування вантажу. Конструкція з великим діаметром канатного барабана забезпечує мінімальне горизонтальне зміщення гака в процесі опускання. Результатом є швидке і точне позиціонування вантажу, та бездоганна якість. Високоякісні двигуни механізму підйому з ПВ 60% спеціально розроблені для застосування на талях СХТ. Висока потужність, вдосконалена система охолодження, стійкість до тимчасових пікових навантажень є гарантією їх надійності. Дві швидкості підйому і регульоване інвертором плавне пересування механізму сприяють підвищенню продуктивності.

в) Високий рівень безпеки і тривалий термін служби.

Підйомні канати талей СХТ менш схильні до зносу. Використання канатних барабанів великого діаметра призводить до зменшення числа перегинів канатів. Наслідком є значно більш тривалий, порівняно з традиційними конструкціями, термін їх служби. Вантажозахватний орган відрізняється ергономічністю і має запобіжний замок, що забезпечує надійне і безпечне кріплення вантажу. Пилозахисне гальмо механізму підйому розрахований на весь термін служби талі і може виконувати понад мільйон гальмувань без

регулювання. Зубчасті передачі з загартованої і відшліфованою поверхнею зубів виготовлені з вкрай високою точністю. Даний набір характеристик забезпечує безперебійне функціонування механізмів навіть після багатьох років інтенсивної експлуатації.

Також був зроблений аналіз конструкції візків, кожна конструкція має свої особливості, переваги та недоліки, які описані в розділі 2 даного дипломного проекту.

Таблиця 6.1.1 - Характеристики крана K46137:

Найменування показника	Значення
Вантажопідйомність, т	50
Висота підйому, м	11,5
Проліт, м	42
Група режиму роботи механізму підйому	M5
Пересування візка	M5
Пересування крана	M5
Швидкість, м \с:	
Підйому номінального вантажу	0,083
Пересування візка	0,3
Пересування крана	0,6
Маса крана без візка, т	120
Маса 1 візка, т	2,5
Тип рельса	P50
Токопідвід	3~380V 50Hz
Робоча температура роботи крана	-20...+40°C
Напруження управління	220V

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Расчет механизма подъема: Методическое пособие
2. Расчет грузозахватного устройства: Методическое пособие
3. Справочник по кранам: В 2 т. Т. 2; Под ред. М.П. Александров, М.М. Гохберг – М.: Высш. шк., 1988
4. Подъемно транспортные машины: М.П. Александров – М.: Высш. шк., 1985
5. Крановый электропривод: Справочник А.Г. Яуре – М.: Энергоатомиздат, 1988
6. Приводы машин: Справочник В.В. Длоугий – Л.: Машиностроение, 1982
7. Справочник технолога-машиностроителя. т.1 под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985 г.
8. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения» Добрыднєв И.С. – М.: Машиностроение, 1985 г.
9. Справочник технолога-машиностроителя. т.2 под ред. А.Г. Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985 г.
10. Справочник инструментальщика. Под ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленигр. отд-ние, 1987 г.
11. Автоматизированный электропривод ПТМ М.М. Соколов
12. Охрана окружающей среды С.В. Белов – М.: Высш.шк., 1991 г.
13. Кузьмин А.В., Марон Ф.Л. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. – М.: Высшая школа, 1983. – 350 с.
14. Подъемно-транспортные машины. Атлас конструкций /Под ред. М.П. Александрова и Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение, 1973. –256 с.
15. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. Иванченко Ф. К. и др. Киев, издательское объединение «Вища школа», 1978, 576 с.
16. НПАОП 0.00 - 1.01 – 07.
17. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для машиностроителей спец. вузов. – М.: Высшая. школа, 1985 – 416 с.

ДОДАТОК А – ДОВІДКОВІ ДАНІ

Таблиця Д.1 - Канати дротяні сталеві

Діаметр, мм	Маса каната (1000 м), кг.	Маркувальна група, МПа			
		1372	1568	1764	1960
		Розривне зусилля, кН			
1	2	3	4	5	6
Канат ЛК-Р 6×19+1 о.с. по ГОСТ 2688-80					
8,3	256,0	-	34,800	38,150	41,600
9,1	305,0	-	41,500	45,450	49,600
9,9	356,6	-	48,850	53,450	58,350
11,0	461,6	-	62,850	66,800	75,150
12,0	527,0	-	71,750	78,550	85,750
13,0	596,6	71,050	81,250	89,000	97,000
14,0	728,0	86,700	98,950	108,000	118,000
15,0	844,0	100,000	114,500	125,500	137,000
16,5	1025,0	121,500	139,000	152,000	166,000
18,0	1220,0	145,000	166,000	181,500	198,000
19,5	1405,0	167,000	191,000	209,000	228,000
21,0	1635,0	194,500	222,000	243,500	265,500
22,5	1850,0	220,000	251,000	275,000	303,500
24,0	2110,0	250,500	287,000	314,000	343,000
Канат ЛК-З 6×25+1 о.с. по ГОСТ 7667-80					
8,1	236,5	-	31,900	35,100	38,050
9,7	342,5	-	46,300	50,850	55,100
11,5	464,0	54,900	62,700	68,900	74,750
13,0	605,0	71,500	81,750	89,450	97,200
14,5	763,5	90,350	102,500	113,000	122,500
16,0	941,5	110,500	126,500	139,500	151,000
17,5	1140,0	134,500	153,500	169,000	183,000
19,5	1357,5	160,000	183,000	201,000	218,500
21,0	1594,0	188,500	215,000	236,500	256,500
22,5	1857,0	219,0	250,500	275,000	298,500
24,0	2132,0	251,500	288,000	316,500	343,000

Таблиця Д.2 – Накладки для кріплення каната до барабана

Позначення	Діаметр каната, мм	Розміри, мм							Шпилька
		a	L	B	H	h	r	d	
1	> 10 до 12	13	40	40	12	1,5	10	13	M12
2	“ 12 “ 14	15	45	45	14	2,0	11	13	M12
3	“ 14 “ 17	18	55	50	16	2,5	12	17	M16
4	“ 17 “ 20	22	65	55	18	3,0	14	22	M20
5	“ 20 “ 23	25	75	60	22	3,5	16	26	M24
6	“ 23 “ 26	28	85	65	26	4,0	18	26	M24
7	“ 26 “ 27,5	32	95	70	30	4,5	20	32	M30
8	“ 27,5 “ 31	34	105	80	30	5,0	22	32	M30

Таблиця Д.3 – Гаки кранові однорогі

Номер крюка	a_1	a_2	a_3	b_1	b_2	d_1	e_1	e_2	e_3	f_1	f_2	f_3	g_1	h_1	h_2	l_1	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	Вес, кг
006	25	20	28	13	11	14	60	60	52	14,5	—	—	6,5	17	14	100	2	3	32	53	53	27	26	—	34	0,2
010	28	22	32	16	13	16	67	68	60	16,5	—	—	7	20	17	109	2	3,5	35	60	60	31	30	—	40	0,3
012	30	24	34	19	15	16	71	73	63	18	—	—	7,5	22	19	115	2,5	4	37	63	63	34	33	—	44	0,4
020	34	27	39	21	18	20	81	82	70	20	—	—	8,5	26	22	138	2,5	4,5	40	71	71	39	37	—	52	0,6
025	36	28	41	22	19	20	85	88	74	22	—	—	9	28	24	144	3	5	43	75	75	42	40	—	56	0,8
04	40	32	45	27	22	24	96	100	83	25	—	—	10	34	29	155	3,5	5,5	46	85	85	49	45	—	68	1,1
05	43	34	49	29	24	24	102	108	89	26	—	—	10,5	37	31	167	4	6	48	90	90	53	48	—	74	1,6
08	48	38	54	35	29	30	115	120	100	29	—	—	12	44	37	186	4,5	7	52	100	100	61	56	—	88	2,3
1	50	40	57	38	32	30	120	128	105	31	—	—	12,5	48	40	197	5	8	55	106	106	65	60	—	96	3,2
1.6	56	45	64	45	38	36	135	146	118	35	—	—	14	56	48	224	6	9	60	118	118	76	68	—	112	4,5
2.5	63	50	72	53	45	42	152	167	132	40	—	—	16	67	58	253	7	10	65	132	132	90	78	—	134	6,3
4	71	56	80	63	53	48	172	190	148	45	—	—	16	80	67	285	8	12	71	150	150	103	90	—	160	8,8
5	80	63	90	71	60	53	194	215	165	51	—	—	18	90	75	318	9	14	80	170	170	114	100	—	180	12,3
■ 6	90	71	101	80	67	60	218	240	185	57	—	—	18	100	85	380	10	16	90	190	190	131	112	—	200	17,1
8	100	80	113	90	75	67	242	268	210	64	—	—	23	112	95	418	11	18	100	212	212	146	125	—	224	24
■ 10	112	90	127	100	85	75	256	286	221	—	46	26	23	125	106	452	12	20	65	165	236	163	140	12	250	34
■ 12	125	100	143	112	95	85	292	316	252	—	53	34	28	140	118	510	14	22	70	185	265	182	160	16	280	47
■ 16	140	112	160	125	106	95	325	357	280	—	58	35	33	160	132	582	16	25	80	210	300	204	180	16	320	66
■ 20	160	125	180	140	118	106	370	405	330	—	68	45	33	180	150	653	18	28	90	240	335	232	200	20	360	95
25	180	140	202	160	132	118	415	455	360	—	74	45	38	200	170	724	20	32	100	270	375	262	224	20	400	136
■ 32	200	160	225	180	150	132	465	510	400	—	80	45	38	224	190	796	22	36	115	300	425	292	250	20	448	187
■ 40	224	180	252	200	170	150	517	567	447	—	93	55	42	250	212	893	25	40	130	335	475	326	280	25	500	264

Таблиця Д.4 - Вибір ходових коліс та горизонтальних роликів

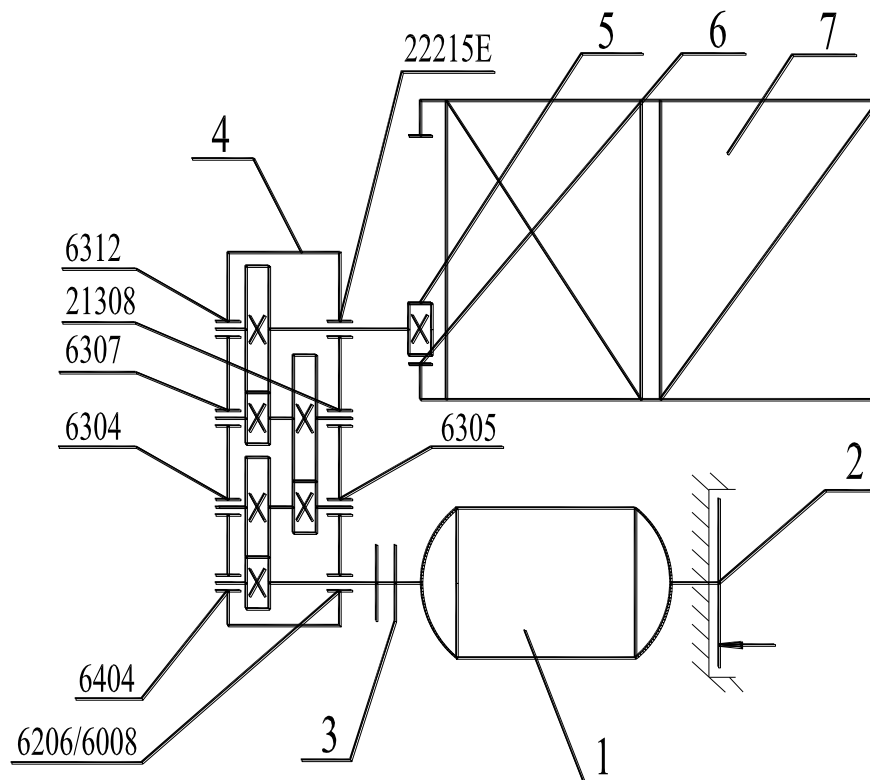
Діаметр колеса та тип рейки	160/P8			200/P11			250/P15		
Режим роботи	Л	С	В	Л	С	В	Л	С	В
Швидкість руху, м/с	Допускний тиск, кН								
0.33	26.8	15.4	10.8	42.5	23.2	16.3	70.0	58.3	50.0
0.67	22.9	12.6	8.7	34.6	19.0	13.2	70.0	58.3	41.5
1.32	18.6	10.2	7.1	28.0	15.4	10.7	70.0	48.5	33.8
1.67	17.3	9.6	6.6	26.3	14.4	10.0	70.0	46.6	31.6
2.0	16.2	9.0	6.2	24.9	13.4	9.4	70.0	42.2	29.6
Діаметр колеса та тип рейки	320/P24			400/P38			500/кр70		
Режим роботи	Л	С	В	Л	С	В	Л	С	В
Швидкість руху, м/с	Допускний тиск, кН								
0.33	123	102	65.0	218	188	128	320	295	229
0.67	123	84.5	59.0	218	159	110	320	251	188
1.32	123	68.5	47.8	218	128	90.0	320	220	153
1.67	115	64.0	44.5	218	120	84.0	320	206	144
2.0	108	60.0	42.0	200	112	78.0	320	192	134

ДОДАТОК Б – ТЕХНІЧНІ ДАНІ І ХАРАКТЕРИСТИКИ СКЛАДАЛЬНИХ ВУЗЛІВ І ДЕТАЛЕЙ КРАНА К46137

Таблиця Д.5 - Електродвигуни

Параметри	Механізм, на якому встановлено електродвигун		
	підйому	пересування	
		Вантажного візка	Крана
Тип і умовне позначення	MF13ZJ200	MF06LB200	MF11XM200G
Напруги, В	380	400	380
Номинальний струм, А	44,2	3	29
Частота, Гц	50	100	76
Номинальна потужність, кВт	23 при ПВ60%	1,1 при ПВ40%	11.2 при ПВ 40%
Частота оберту, об/хв	3000	2770	2140
Виконання	нормальне	нормальне	
Кількість, шт.	2	8	4
Степінь захисту по ГОСТ 17494-87	IP55		IP55

Кінематична схема механізму підйому крана



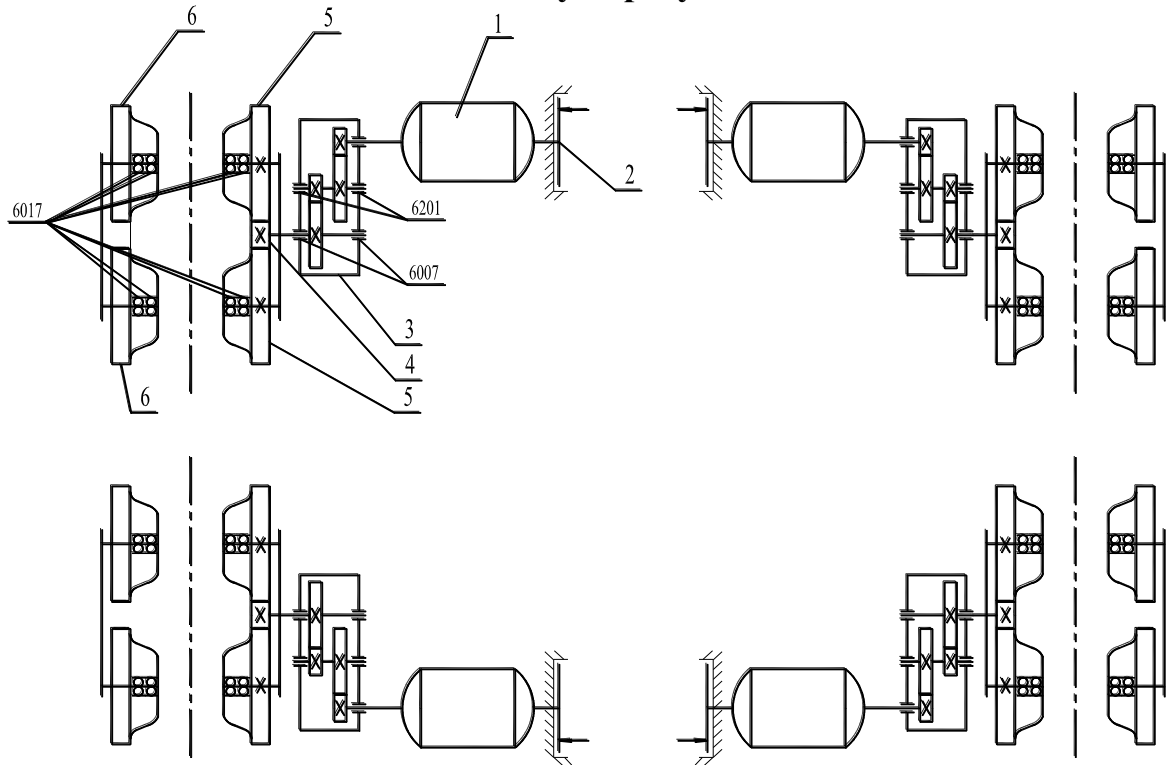
- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1. Електродвигун. | 5. Вал-шестерня. |
| 2. Гальмо. | 6. Колесозубчасте. |
| 3. Муфта. | 7. Барабан. |
| 4. Редуктор. | |

Таблиця Д.6 - Характеристика зубчастих передач механізму підйому

Номер позиції за схемою	Найменування деталей	Модуль, мм	Кількість зубців
5	Вал-шестерня	5	18
6	колесо зубчасте	5	105

Таблиця Д.7- Характеристика редуктора механізму підйому

Номер позиції на схемі	Найменування, тип	Позначення	Передаточне число
4	Циліндричний , косозубий	GEN408NB000-D	31.17

Кінематична схема механізму пересування візка вантажного

1. Електродвигун. 5. Колесо приводне.
2. Гальмо. 6. Колесо холосте.
- 3.Редуктор.
4. Вал-шестерня.

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. Електродвигун. | 5. Шестерня. |
| 2. Гальмо. | 6. Колесо зубчасте. |
| 3.Муфта. | 7. Колесо приводне. |
| 4. Редуктор. | |

Таблиця Д.10 - Характеристика зубчастих передач

Номер позиції на схемі	Позначення по кресленню	Найменування деталей	Модуль, мм	Кільк зубців	Матеріал, марка	Термообробка (твердість зубців)
5	ТКК71-09-B1C	Шестерня	10	29	17CrNiMo6	HRC60
6	ТКК71-09-B3	Колесо зубчасте	10	59	42CrMo4+QT	200-245HB

Таблиця Д.11 - Характеристика редуктора механізму пересування крана

Номер позицій на схемі	Найменування, тип	Позначення по кресленню	Передаточне число
4	Циліндричний, косозубий	QM756	54,9

Таблиця Д.12- Характеристики гальм

Параметри	Механізм, на якому встановлено гальмо		
	підйому	пересування	
		візки	крана
Тип гальма, система	NM40980NR2 нормально закрита	DC нормально закрита	NM38740, нормально закрита
Кількість гальм	1	4	4
Діаметр гальмівного шківa, мм	-	-	-
Розрахунковий гальмівний момент, на який налаштовується гальмо, Нм	200	4	60
Коеф. запасу гальмування	>1.5	не нормується	не нормується
Тип привода	електро-магнітно пружинний	електро-магнітно пружинний	електро-магнітно пружинний

Шлях гальмування приводу, мм	62.5	600	3100
------------------------------	------	-----	------

Таблиця Д.13- Характеристики каната

Параметры	Механізм головного підйому	
Конструкція каната і позначення стандарту	PZ371K xK19S LE	PZ371K 8xK19S RI
Діаметр, мм	14	
Довжина, м	2x117	2x117
Тимчасовий опір дротів розриву, Н / мм ²	2160	
Розрахунковий натяг каната, Н	20433	
Коефіцієнт використання (коефіцієнт запасу міцності): розрахунковий нормативний	7.44 4.5	
Сертифікат	DN1303327/6002 RC7873	DN1303329/3056 RC7932
Покриття поверхні дроту (ОЖ, Ж, З)	Galvanized	

Таблиця Д.14- Характеристики гака

Параметри	Механізм підйому	
Тип	однорогий	
Номер заготовки по стандарту і позначення стандарту	RSN10T DIN15401	
Кількість гаків, шт.	2	
Номінальна вантажопідйомність, т	25	
Фактична висота вертикального перерізу гака, мм		
Фактичний розмір зіву крюка, мм		
Заводський номер	69017	69017
Рік виготовлення	2013	2013
Клеймо ОТК	ELD T10 F-EE 085-104	ELD T10 F-EE 085-104