

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет(ННІ)

КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

УДК 621.873

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету (Директор ННІ)
конструювання та дизайну
(назва факультету (ННІ))

_____ Іван РОГОВСЬКИЙ
(підпис) (ПІБ)

“ ___ ” _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
конструювання машин і обладнання
(назва кафедри)

_____ Вячеслав ЛОВЕЙКІН
(підпис) (ПІБ)

“ ___ ” _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

**ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ
КОНСОЛЬНО ПОВОРОТНОГО КРАНА**

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування
(код і назва)

Освітня програма Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва
(назва)

Орієнтація освітньої програми **освітньо-професійна**
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

к.т.н, доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Микола КОРОБКО
(ПІБ)

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи

к.т.н., доц.
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Микола КОРОБКО
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Андрій КОЖЕМ'ЯКІН
(ПІБ студента)

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет(ННІ) КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
конструювання машин і обладнання

д.т.н., професор _____ Вячеслав ЛОВЕЙКІН
(науковий ступінь, _____ (підпис) _____ (ПІБ)
вчене звання)
“01” вересня 2025 року

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Андрію Кожем'якіну

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування
(код і назва)

Освітня програма Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА РОЗРОБКА
КОНСТРУКЦІЇ КОНСОЛЬНО ПОВОРОТНОГО КРАНА» затверджена наказом ректора НУБіП
України від “16” грудня 2024 р. № 2268 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025.11.01
(рік, місяць, число)

Об'єкт дослідження – консольно-поворотний кран.

Зміст пояснювальної записки:

1. Загальні відомості та технологічний процес роботи консольно-поворотних кранів;
2. Особливості розрахунку консольно-поворотних кранів;
3. Розрахунок та обґрунтування конструкції;
4. Вантажозахват;
5. Охорона праці.

Перелік графічних матеріалів:

6. Загальний вигляд консольно-поворотного крана;
7. Деталювання;
8. Механізм автоматичного захвату;
9. Класифікація кранів;
10. Економічна ефективність.

Дата видачі завдання 01 вересня 2025 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доц. _____
(науковий ступінь та вчене звання) _____ (підпис)

Микола КОРОБКО
(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Андрій КОЖЕМ'ЯКІН
(прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ТА ВИБОРУ ВАНТАЖОПІДЙМАЛЬНИХ КРАНІВ	8
1.1. Розрахунок вантажно-розвантажувальних ділянок.....	8
1.2. Визначення необхідної кількості ПТМ циклічної дії.....	11
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ ВАНТАЖОПІДЙМАЛЬНИХ КРАНІВ	16
2.1. Методи та способи ведення монтажних робіт	17
2.2. Зміст монтажних робіт	20
2.3. Технічне нормування та планування монтажних робіт	27
2.4. Монтажна технологічність обладнання.....	29
РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК КОНСОЛЬНО- ПОВОРОТНОГО КРАНА	32
3.1. Вибір схеми та кратності поліспасти	32
3.2. Вибір вантажного каната.....	32
3.3. Розрахунок гвинтів кріплення каната до барабану	33
3.4. Розрахунок блоків та барабану	34
3.5 Вибір гака, упорного підшипника та траверси	35
3.6. Вибір підшипників блока	38
3.7 Розрахунок потужності двигуна, його вибір та перевірка по нагріву	40
3.8 Вибір розмірів барабану	41
3.9. Вибір редуктора механізму підйому	42
3.10 Вибір стопорного гальма.....	43

3.11	Перевірка двигуна за часом пуску	43
3.12	Розрахунок вантажоупорного гальма	45
3.14.	Визначення максимального тиску на ходові колеса	48
3.15.	Вибір підшипників ходових коліс	49
3.16.	Розрахунок потужності двигуна	50
3.17.	Вибір редуктора механізму переміщення.....	50
3.18	Вибір схеми опорно-поворотного пристрою	52
3.19.	Визначення маси поворотної частини крана.....	53
3.20	Визначення моменту сил тертя у опорах	55
3.21	Вибір електродвигуна механізму повороту	56
3.22	Визначення загального передаточного числа, вибір редуктора механізму повороту крана	57
3.22.	Розрахунок цівкової передачі	58
3.23	Вибір гальм механізму повороту.....	59
3.24.	Вибір муфт.....	60
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ АВТОМАТИЧНИХ		
ВАНТАЖОЗАХВАТІВ ТА КОНСТРУКТИВНА РОЗРОБКА.....		
4.1.	Аналіз конструкцій вантажозахватних пристроїв	61
4.2.	Основні параметри класифікації вантажозахватів.	62
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕНТАБЕЛЬНОСТІ І ТЕХНІКА		
БЕЗПЕКИ		
5.1.	Економічна оцінка рентабельності проекту.....	66
5.2.	Охорона праці з вантажопідйомними механізмами.....	68

ВСТУП

Механізація підйомно-транспортних, вантажно-розвантажувальних та складських процесів значною мірою заснована на використанні кранів різних типів. Від ефективності їх роботи багато в чому залежать продуктивність та якість робіт у будівництві, промисловості, суднобудуванні, сільському господарстві та на транспорті.

Тому вдосконалення приводів та металоконструкцій кранів має вирішальне значення для підвищення продуктивності, оптимізації позиціонування вантажу та підвищення безпеки експлуатації. Оптимізація технічних характеристик кранів спеціального призначення протягом усього їхнього життєвого циклу є особливо важливою. Це особливо актуально для монтажних, металургійних та суднобудівних кранів, кранів для гідравлічних систем, теплових та атомних електростанцій, а також портових кранів. Продуктивність, безпека експлуатації та загальна надійність крана залежить від ефективності його механізмів. Приводи цих кранів значно розрізняються за потужністю, передатним відношенням, швидкістю пересування і підйому, а також точністю позиціонування вантажу. При проектуванні кранів спеціального призначення найчастіше неможливо вибрати стандартний редуктор, ґрунтуючись лише на передатному відношенні. У таких випадках виробники кранів або спеціалізовані компанії змушені розробляти та виготовляти редуктори на індивідуальне замовлення. Необхідно враховувати різні обмеження, такі як маса, габарити, передатне відношення, рівень шуму та ККД передачі потужності. Планетарні редуктори, як правило, відповідають цим вимогам. Розроблено декілька цікавих закритих планетарних та диференціальних редукторів. Методи розрахунку цих редукторів досить докладні. Однак методи вибору оптимального рішення за зазначених граничних умов потребують подальшого розвитку.

У сучасних умовах підвищення ефективності роботи кранів неможливе без застосування оптимальних методів проектування, що забезпечують зниження енергоємності та металоємності приводів, оскільки, як відомо, саме ці елементи суттєво визначають їхню вартість.

Об'єкт досліджень – консольно-поворотний кран.

Предмет досліджень – обґрунтування параметрів та конструкції консольно-поворотного крана.

РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ТА ВИБОРУ ВАНТАЖОПІДЙМАЛЬНИХ КРАНІВ

1.1. Розрахунок вантажно-розвантажувальних ділянок

Залежно від типу використовуваного пристрою можна виділити такі вантажні ділянки:

- зі стаціонарними вантажно-розвантажувальними машинами та системами (самоскидами, інерційними машинами, вантажними комплексами тощо);
- з пересувними вантажно-розвантажувальними машинами (крани, навантажувачі тощо);
- Розвантажувальні майданчики для мостів та траншей;
- Зони прийому бункера.

Найбільш важливими параметрами технічної оснащеності об'єкта є:

- кількість використовуваних на об'єкті систем механізації та автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт та їх загальна продуктивність;
- продуктивність вантажних транспортних засобів;
- Місткість сховища для постачання цього фронту;
- Довжина передньої вантажно-розвантажувальної зони та довжина переднього живильника;
- Пропускна здатність об'єкта, що характеризується максимальною кількістю тонн вантажів (вагонів), яка може бути завантажена або вивантажена за добу або за одне робоче місце за наявного технічного оснащення та раціональної технології його використання;
- обладнані освітленням, системами зв'язку, розподільниками навантаження тощо.

Продуктивність машин, обладнання та комплексів для навантаження та розвантаження вантажів визначається розрахунком та виражається кількістю

вантажів, що переробляються за одну годину безперервної роботи при раціональній організації технологічних процесів та оптимальному використанні засобів механізації.

Потужність обробки даних на сайті Q_ϕ , т/доб N_ϕ , вагонів/добу, що обмежуються продуктивністю засобів механізації, визначаються в міру прибуття вагонів окремими групами за такою формулою:

$$Q_\phi = \frac{TN_{mp}q_{zp}}{(t_{nv} + t_m)z}; \quad N_\phi = \frac{TN_{mp}}{(t_{nv} + t_m)z}, \quad (1.1)$$

де T - час роботи фронту протягом доби в годинах; N_{tr} - кількість доставлених за добу автомобілів; q_{gr} - середнє завантаження транспортного засобу (легкового, вантажного) залежно від роду вантажу та параметрів транспортного засобу, наприклад, для транспортного засобу, що перевозить масові вантажі:

$$q_{gr} = Vv\gamma \leq q_n,$$

де Vv — внутрішній об'єм тіла м³; q_n - вантажопідйомність автомобіля, т; t_{nv} - середній час простою кормових візків при вантажно-розвантажувальних роботах при раціональному використанні наявних засобів механізації, година; t_m - Загальний час, що витрачається на годування, збирання або переміщення кормових візків по ділянці, годину; z - Кількість годівель на добу.

Пропускна здатність ділянок Q_ϕ , т/добу та N_ϕ , обмежує район руху поїзда.

$$Q_\phi = \frac{F_{общ}\sigma\alpha}{T_{xp}(1-\kappa)}; \quad N_\phi = \frac{F_{общ}\sigma\alpha}{T_{xp}q_{zp}(1-\kappa)}, \quad (1.2)$$

Що таке коефіцієнт прямого навантаження (для «прямого» варіанта)?

Необхідна довжина фронту навантаження та розвантаження визначається на підставі даних про надходження товарів на склад щорічно та вантажопідйомності залізничних вагонів або інших видів транспорту, які обслуговують склад.

Кількість вагонів N_{tr} , яка може бути виділена для поїзда за добу з урахуванням нерегулярності відправлення або прибуття вантажів, визначається за формулою.

$$N_{mp} = \sum Q_{zi} \kappa_n / 365 q_{zp} \quad (1.3)$$

Довжину передньої частини автомобіля можна визначити за такою формулою:

$$L_n = N_{mp} l_{mp} / z + a_m \quad (1.4)$$

де l_{tr} - Довжина вагона в м; a_m - подовження головки з урахуванням положення локомотива або іншої маневрової техніки

Кількість доставок залежить як від технології залізничних перевезень, так і від основних технологічних можливостей компанії, що приймає. Інтервал доставки визначається часом, необхідним прийому, подачі і вивезення вагонів на станції.

Розмір фронту навантаження-вивантаження при немеханізованих процесах визначається кількістю вагонів, встановлених на корисній довжині під'їзних колій (навантажувально-розвантажувальних колій), які можуть бути використані для одночасного навантаження або вивантаження однорідних вантажів.

Розподіл зон по однорідним товарам досягається рахунок послідовної спеціалізації складських приміщень. Однорідні товари - це товари, які перевозяться одним і тим же видом транспорту (насіпні вантажі, окремі упаковки, рідини тощо) і можуть зберігатися разом. Площа, необхідна зберігання товарів, що зберігаються всередині складу, залежить кількості навантажувально-розвантажувальних доків складі.

Вантажопідйомність цистерн для перевезення вуглеводнів та інших наливних вантажів залежить від кількості пунктів навантаження та вивантаження, а при залізничному транспорті – від кількості наявних цистерн. Вантажопідйомність також може визначатися видом вантажу (наприклад, сира нафта та світлі нафтопродукти, олії).

Площа навантаження та розвантаження всіх вантажів, за винятком наливних, визначається механізованим способом, виходячи з кількості та вантажопідйомності техніки. Довжина вантажно-розвантажувального майданчика визначається за такою формулою:

$$L_{грж} = N_{mp} l_{mp} / z z_c + a_m, \quad (1.5)$$

де z_c є кількість змін вагонів (реструктуризацій) в секторі вантажоперевезень.

Довжина бічної зони доступу транспортного засобу становить:

$$L_{гра} = N_{mp} l_a t_a / T_a, \quad (1.6)$$

де l_a - довжина по ходу руху, необхідна для навантаження та вивантаження автомобіля в залежності від виду його розташування (бічний, фронтальний, під кутом 35-40 °), м; t_a - середній час навантаження та вивантаження автомобіля з урахуванням часу підходу та відправлення поїзда, год; T_a – час роботи автомобіля протягом доби, год.

1.2. Визначення необхідної кількості ПТМ циклічної дії

Кількість необхідної вантажно-розвантажувальної та підйомно-транспортної техніки залежить від обсягу оброблюваних вантажів та продуктивності техніки.

$$M = \frac{\Gamma}{P_e}, \quad (1.7)$$

де M – кількість машин, P_e – продуктивність машини.

Підйомно-транспортне обладнання класифікується за теоретичною $\Pi_{теор}$, технічну $\Pi_{тех}$, експлуатаційну P_e продуктивністю. Теоретична (або розрахункова) продуктивність показує максимальний вантаж, який машина може перемістити протягом години за оптимальних умов експлуатації, оптимального використання часу та підйомної сили.

В реальних умовах експлуатації вантажопідйомність машини не завжди повністю використовується. Цей фактор враховується при оцінці технічних характеристик за допомогою коефіцієнта використання вантажопідйомності (κ_2):

$$\kappa_2 = \frac{P_c}{P_n}; \quad \Pi_{тех} = \Pi_{теор} \kappa_2 t_{см}, \text{ т/см}, \quad (1,8)$$

де P_c , - середня маса вантажу, що обробляється машиною за цикл протягом зміни, P_n - номінальна вантажопідйомність машини, а t ; $t_{см}$ - тривалість зміни годинника.

Крім використання устаткування по вантажопідйомності, щодо продуктивності праці враховуються коефіцієнти використання робочого дня. Вони розраховуються з урахуванням організаційних та технологічних порушень протягом зміни, а також часу, що витрачається на планове технічне обслуговування та ремонт. Розрізняють добовий ($\kappa_{вс}$) та річний ($\kappa_{вг}$) коефіцієнти використання робочого часу.

$$\kappa_{вс} = \frac{T_c}{24}; \quad \kappa_{вг} = \frac{T_{гг}}{365}, \quad (1,9)$$

де T_c і $T_{гг}$ кількість робочих годин на день і кількість робочих днів машини на рік відповідно.

Таким чином, добову продуктивність $P_{ес}$ та річну продуктивність $P_{ег}$ машини можна розрахувати за такими формулами:

$$\Pi_{эс} = \Pi_{теор} \kappa_2 t_{см} n_{см} \kappa_{вс} \kappa_{вг} \text{ т/день}; \quad (1:10)$$

$$P_{\text{эз}} = 365 P_{\text{теор}} \frac{t_{\text{п}}}{t_{\text{см}}} \frac{K_1}{K_2} \frac{K_3}{K_4}, \text{ т/рік} \quad (1,11)$$

У цій роботі можна прийняти, що $k_{\text{вс}}$ дорівнює 0,8, а $k_{\text{вг}}$ можна визначити з урахуванням того, що ПТМ витрачає на ремонт та технічне обслуговування від 10 до 15 днів на рік.

Метод визначення теоретичної продуктивності залежить від типу підйомно-транспортного обладнання.

Для машин циклічної дії (мостові крани, стрілові крани, навантажувачі, одноповерхові підйомні платформи тощо) він визначається за такою формулою:

$$P_{\text{теор}} = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} P_{\text{н}}, \quad (1,12)$$

де $T_{\text{ц}}$ є час машинного циклу, що включає час, що витрачається на виконання операцій з моменту захоплення однієї частини вантажу до захоплення наступної частини.

Для воріт та надземних конструкцій:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{о}} + \varphi \left(\frac{2H_{\text{н}}}{V_{\text{н}}} + \frac{2l_{\text{м}}}{V_{\text{м}}} + \frac{2l_{\text{к}}}{V_{\text{к}}} + \frac{2H_{\text{о}}}{V_{\text{н}}} \right), \quad (1,13)$$

Тут $t_{\text{з}}$ і $t_{\text{о}}$ – час підйому та гальмування (підйому та опускання вантажу), що залежить від конструкції підйомника та роду вантажу (можна прийняти $t_{\text{з}} = t_{\text{о}} = 15$ с); $H_{\text{н}}$, $H_{\text{о}}$ – середні висоти підйому та опускання вантажу в м; $l_{\text{т}}$, $l_{\text{к}}$ – середні відстані, що проходять мобільним і мостовим краном за цикл, м; $V_{\text{н}}$, $V_{\text{т}}$, $V_{\text{к}}$ – швидкість підйому вантажу, швидкість пересування мобільного та мостового крана в м/с (за паспортом ПТМ); φ – коефіцієнт поєднання операцій (в експлуатації – 0,85).

Передбачається, що середні горизонтальні відстані, що проходять мостом і візком, а також середня висота підйому та опускання вантажу дорівнюють половині суми найменшого та найбільшого переміщень у напрямку, що розглядається для даного поїзда.

Формулу (1.13) можна використовувати визначення часу циклу роботи мостового складського крана: $\varphi=0,9$; $t_3 = t_0 = 15 \dots 20$ с.

Для зарядних пристроїв

$$T_{\text{ц}} = t_3 + t_0 + \varphi \left(\frac{l}{V_2} + \frac{2V_2}{a} + \frac{l}{V_6} + \frac{2V_6}{a} + \frac{H_n}{V_{нб}} + \frac{H_n}{V_{ог}} + \frac{H_k}{V_{нг}} + \frac{H_k}{V_{об}} \right), \quad (1.14)$$

де l - Середня відстань транспортування вантажу за цикл в м; V_g, V_b - швидкості навантажувача з вантажем і без вантажу в м/с; a — прискорення навантажувача при розгоні та гальмуванні в м/с² (в даній вправі $a = 0,4$); H_n, H_k - середні висоти підйому та опускання навантажувача в точці захоплення та видачі вантажу в м; $V_{нб}, V_{нг}, V_{об}, V_{ог}$ — швидкості підйому та опускання навантажувача з вантажем і без вантажу, а також швидкість опускання навантажувача з вантажем і без вантажу в м/с;

У роботі можна прийняти, що час поглинання заряду $t_c = 10-15$ з, а час звільнення заряду становить 15-20 з.

Для підлогової вантажівки цикл можна визначити так:

$$T_{\text{ц}} = t_3 + t_0 + \frac{2l_n}{V_d} + \frac{\pi R n}{V_m} + \frac{2H\varphi}{V_n}, \quad (1.15)$$

де l_p - середня відстань переміщення вантажу, що транспортується, в метрах; V_d - робоча швидкість навантажувача в м/с; R – радіус повороту навантажувача в метрах (від 4 до 6 м, залежно від типу навантажувача); V_m - швидкість повороту навантажувача м/с (від 0,6 до 0,8); n - кількість поворотів навантажувача на 90 за цикл; H - середня висота підйому вантажу під час розвантаження в метрах (визначається за технічними даними навантажувача з урахуванням конфігурації зберігання); V_p - швидкість підйому ковша в м/с.

Можна припустити, що час завантаження ковша становить $t_c = 15\dots 20$ з, а час розвантаження ковша становить 10...15 с.

Для визначення тривалості циклу стрілових кранів необхідно враховувати обертання стріли у вертикальному та горизонтальному напрямках.

Тривалість циклу цих кранів визначається виразом

$$T_{ц} = t_{з} + t_{о} + \varphi \left(\frac{2l}{V_{д}} + \frac{2H_{п}}{V_{п}} + \frac{2H_{к}}{V_{п}} + \frac{\alpha^{\circ}}{180\omega} + \frac{l_{с}}{V_{с}} \right), \quad (1.16)$$

Тут l означає середню відстань, що проходить краном за цикл у метрах; $V_{д}$ - середня швидкість крана в м/с; $H_{п}$ і $H_{к}$ - середні висоти при підйомі та опусканні грейфера при підйомі та опусканні вантажу в метрах; $V_{п}$ - швидкість підйому вантажу в м/с; $V_{с}$ - швидкість горизонтального переміщення грейфера і зміна вильоту стріли (при повороті у вертикальній площині) м/с; $l_{с}$ - середня зміна вильоту стріли при переміщенні вантажу в метрах; α° - середній кут повороту крана при переміщенні вантажу у градусах; ω - Частота обертання стріли крана в горизонтальній площині в секундах в секунду.

Якщо обробляється кілька товарних потоків одного і того ж типу ПТМ (шість у прикладі на рисунку 1), визначається необхідна кількість для кожного товарного потоку, потім підсумовується і округляється до цілого найближчого числа:

$$M = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{zi}}{\Pi_{эzi}} \quad (1.17)$$

де n - кількість вантажопотоків у ТГК.

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ ВАНТАЖОПІДЙМАЛЬНИХ КРАНІВ

Монтажом називається комплекс робіт на місці встановлення обладнання включають складання, встановлення на призначеному місці, пусканалагодження та налагодження. Для скорочення трудовитрат, термінів монтажу та підвищення якості робіт розробляються проекти організації робіт відповідно до сучасних принципів організації праці. Ці ППР розробляються підрядником або, за його дорученням, конструкторським відділом.

Календарний план проекту визначає послідовність, способи та терміни виконання робіт, а також способи та порядок забезпечення матеріально-технічними ресурсами.

Монтажні роботи великих та складних машин складаються з двох основних частин: загальних підготовчих робіт та технічних робіт.

Розділ загальної підготовки включає:

- обґрунтування, що включає техніко-економічні оцінки основних проектних рішень, що визначають терміни та трудомісткість монтажних робіт, ступінь механізації та способи збирання великих блоків;

- генеральний план ділянки із зазначенням розташування встановлюваної транспортної системи (залізничних та безрейкових колій), магістральних та розподільчих ліній електропостачання, водопостачання, опалення, стиснутого повітря, складських приміщень, технічних споруд та великих складальних майданчиків;

- завдання у будівельному секторі, включаючи створення планів майданчиків для фундаментів, анкерів та підкранових шляхів;

- докладні плани фундаментів, анкерів, залізничних колій, лісів, лісів;

- відомості про основний кран, вантажопідйомне обладнання та технічні засоби, що знаходяться на місці монтажу;

- Плани або графіки встановлення мережі;

- Кошториси витрат або розцінки на встановлення.

Технологічна складова включає:

- Схеми установки (схеми розташування) ПТМ та монтажного обладнання при монтажі;
- схеми підйому вантажопідіймального обладнання;
- Схеми підйому встановлюваного обладнання та його складових частин;
- схеми процесу монтажу;
- Правила охорони праці та техніки безпеки, а також заходи протипожежного захисту.

Залежно від складності монтажного проекту зміст специфікації може змінюватись. Вона може охоплювати як організаційно-технічну підготовку, так і монтаж підйомно-транспортного обладнання, а також складання та налагодження вузлів машин або роботи, пов'язані з підйомно-транспортним обладнанням, включаючи кріплення вантажів.

Проект технологічного регламенту підлягає розгляду та затвердженню технічною радою будівельно-монтажної організації, а також погодженням з керівництвом об'єкта, планово-монтажними відділами та заводами-виробниками машин та обладнання.

Після схвалення проект має бути доставлений на будівельний майданчик за два місяці до початку будівництва.

2.1 Методи та порядок виконання монтажних робіт

Для організації монтажних робіт можна виділити такі способи:

- окремо (послідовно) монтаж систем ПТМ та зв'язку, передбачених у повністю завершених роботах;
- сумісний з виробничим процесом, що полягає у ритмічному та безперервному виконанні будівельних робіт зі зведення будівельних конструкцій та монтажу ПТМ;

- комбінований метод, при якому монтаж в основному здійснюється за другим методом та згинальні верстати встановлюються на повністю готовому будівельному майданчику.

Це технічно та економічно складний процес, сумісний із існуючими. Розробка охоплює як великомасштабні установки, і повністю готові системи, де устаткування встановлюється у частково чи повністю попередньо зібраному вигляді.

Існує три різні способи встановлення:

Серійне складання (модульне складання). Цей процес здійснюється одночасно у кількох складальних центрах. З цих модулів потім збирається машина. Серійне складання може здійснюватися для однієї або кількох машин.

- Складання великогабаритних вузлів, що збираються послідовно;
- Послідовне складання елементів. Відносно невеликі елементи (кілька десятків) монтується один за одним на шасі машини.

Переваги першого та другого методів полягають у тому, що більш трудомісткий огляд здійснюється на землі (на складальних майданчиках), а складання компонентів – на висоті. Поетапне складання окремих компонентів менш ефективно, але дозволяє уникнути необхідності використання важкої та складної техніки для транспортування дрібних деталей на висоту та скоротити площу складання.

Монтажні роботи можуть бути виконані наступними способами (рис. 1).

На рисунку 1а показано послідовне складання деталей ПТМ, починаючи з першої (1, 2, 3). Вантажопідйомність складального інструменту залежить від ваги важкого блоку. Він широко застосовується при складанні різних об'єктів.

(Рис. 1, б). Як і надбудова, ця конструкція призначена для монтажу вузлів машини на різній висоті. Складання здійснюється шляхом підйому вже зібраних секцій. Кожен наступний блок розміщується горизонтально під зібраними. Такий спосіб дозволяє проводити складання практично на

постійній висоті, проте для підйому зібраних блоків (1 і 2) потрібен значний підйомний пристрій.

Установка на передбачуваній висоті (Рис. 1, в). Цей метод застосовується для монтажу важких надбудов. Підмостки (пілони, будівельні риштування) зводяться на необхідну висоту конструкції, і машина поелементно монтується на її платформи. Значні витрати часу та праці обмежують застосування цього методу.

Прикріплювати (Рис. 1, г). Компоненти (1, 2, 3) попередньо збираються на місці та вертикально кріпляться до металевої конструкції машини. Цей метод зазвичай застосовується у поєднанні з іншими методами.

Слай д (Рис. 1, г). Завдяки горизонтальному розміщенню модулів, система може бути розширена з кожним додаванням. Це дозволяє монтувати довгі мости без використання важкої підйомної техніки і одночасно мінімізувати площу, що займається.

Монтаж вертикально-похилих плит перекриття (Рис. 1, буд). Ця система застосовується переважно для монтажу мостових та складських кранів. Міст встановлюється на платформі і піднімається вертикально за допомогою різних елементів кріплення (з можливістю повороту в горизонтальне або похило положення).

Монтаж підлоги з відхиленням по висоті нижньої опори (Рис. 1, ж). Застосовується для монтажу високих веж, щоглів і навіть повністю зібраних кранів (козлових та баштових).

комбінована установка Сюди входять різні комбінації перерахованих методів залежно від обсягу та ваги металоконструкцій, складності самої машини та її місцезнаходження.

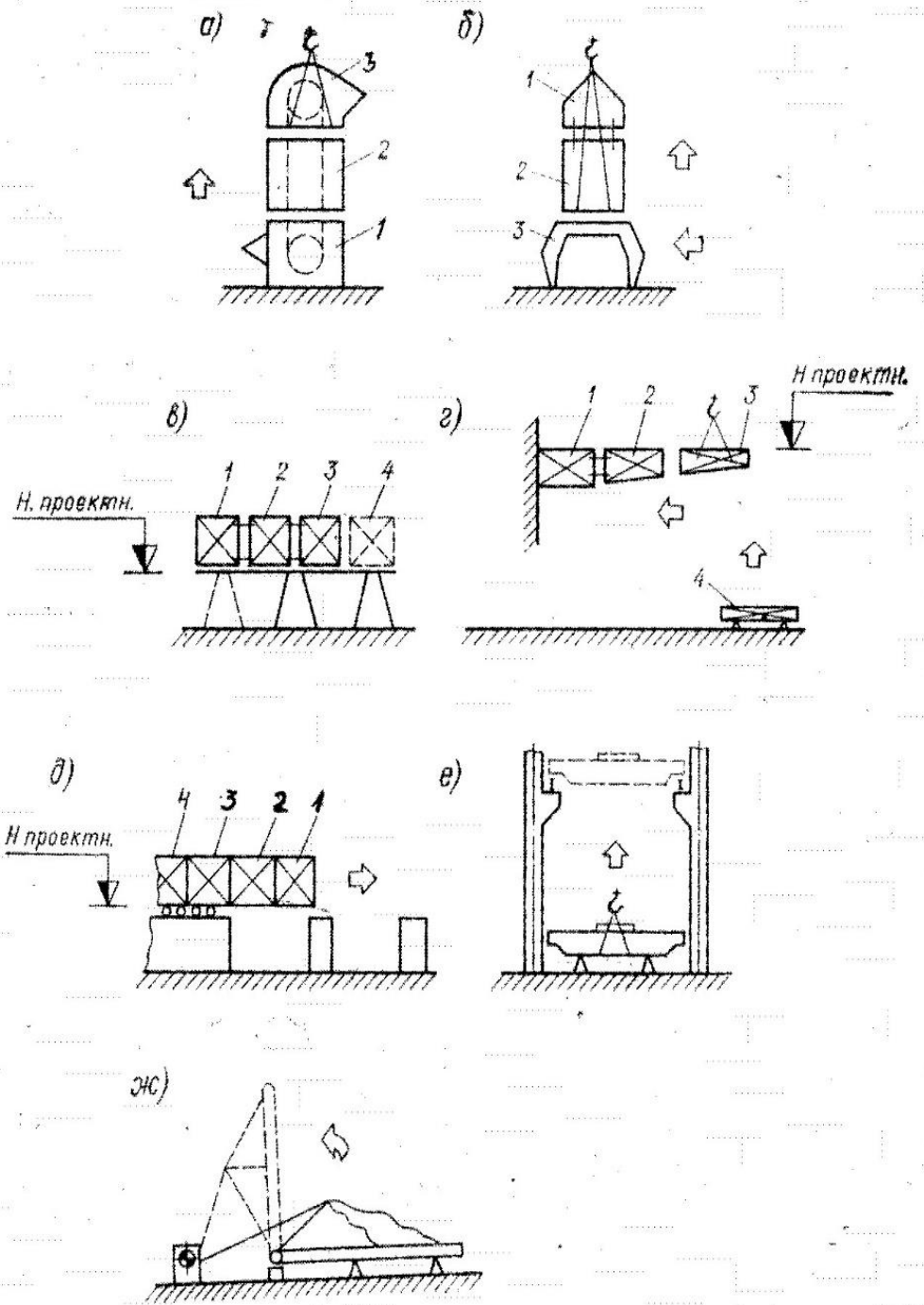


Рис. 1. Технологія виконання монтажних робіт

2.2. Зміст монтажних робіт

Розділивши весь процес монтажу на етапи підготовки та монтажу, можна значно скоротити загальний час монтажу.

Підготовчий етап, що становить більшу частину робіт, включає наступні етапи: - технічна підготовка процесу монтажу; підготовка майданчика, включаючи будівництво під'їзних шляхів, тимчасових споруд та ліній електропостачання; будівництво підкранових шляхів; підготовка фундаментів під встановлювану машину, пілонів та анкерів; вибір та підготовка майданчика для приймання та зберігання обладнання; транспортування, розвантаження, огляд та комплектація компонентів машини, що встановлюється.

Монтажний етап включає наступні етапи: складання металоконструкцій, вузлів, агрегатів та інших механізмів; підйом та встановлення обладнання на проектну висоту; монтаж електротехнічних пристроїв, допоміжного обладнання та його кріплень; налагодження, пусконаладження та випробування машин; фарбування та здавання замовнику.

Після завершення встановлення та перевірки ПТМ орган, що встановлює ТЗ, додає до паспорта транспортного засобу наступні пункти:

- Сертифікат відповідності виконаних робіт планам та правилам Національного органу з нагляду за гірничодобувною промисловістю;
- Сертифікат статичних та динамічних випробувань;
- Сертифікат відповідності вимогам стандартів захисту від перенапруг (з результатами вимірювання опору ізоляції електричних провідників).

При встановленні системи ПТМ у будівлі орган містобудування представляє плани та розрізи приміщень, в яких буде встановлена система ПТМ.

Експлуатація встановленої системи вимагає виконання різних завдань, включаючи підготовку майданчика, транспортування, навантаження-розвантаження та зберігання обладнання. Організація майданчика докладно описана у робочому плані. Вона включає вибір місця і розмірів відповідно до

плану установки, вибір і підготовку зон для приймання та зберігання обладнання, а також підготовку майданчика до встановлення.

Будівельний майданчик обладнаний відповідно до стандартів ППР і має монтажне оснащення та вантажопідйомне обладнання.

Більшість обладнання та персоналу (ОПТ) розміщується в існуючих будівлях (мостові крани, консольні крани, візки для піддонів, штабелери, ліфти, ескалатори тощо). Монтаж обладнання в існуючих промислових будинках вимагає особливо точної організації монтажних робіт, особливо з урахуванням тимчасових огорож.

У промислових будівлях та логістичних центрах складальні зони, як правило, розташовуються у приміщеннях з контрольованим кліматом, які використовуються виключно для зберігання обладнання. У великих будівлях з високими стелями, де стелажні системи утворюють конструкцію, що несе (стіни будівлі), створюються відкриті складальні зони.

Монтажні майданчики у кар'єрах використовуються для монтажу складів, гідроелектростанцій, теплоелектростанцій, атомних електростанцій, канатних доріг та конвеєрних стрічок у кар'єрах.

Вимоги до конструкції та оснащення складальних комплексів високі. Ефективність складальних процесів залежить від відповідності умов та оснащення різних видів застосовуваних обробних верстатів.

Найбільш важливими з цих умов є:

- суцільні та заливні покриття (асфальт, асфальтобетон), суцільні або у вигляді окремих смуг;
- Дороги (бетон або асфальт) та стежки;
- Житлові та комерційні приміщення;
- ЗМІ;
- Система електропостачання (електрика, вода, опалення та стиснене повітря);
- складські комплекси;

– райони з великими об'єктами зосередження та зони оперативного зосередження;

- економія на інструментах;
- Протипожежне обладнання;
- тимчасові споруди (фундаменти, ліси, майданчики, огорожі);
- Зони приймання та випробування обладнання.

Монтаж великогабаритних блоків (агрегатів та металоконструкцій) на монтажному майданчику (відкриті та напіввідкриті цехи) проводиться за певною послідовністю складання та окремо для кожного типу ПТМ.

Майданчики для встановлення обладнання перевіряються та затверджуються відповідно до чинних вимог. Конструктивні вимоги щодо встановлення кожного типу обладнання докладно описані у відповідних розділах. Фундаменти перевіряються та затверджуються перед визначенням осей установки та опорних точок висот, до яких згодом прив'язується обладнання та положення яких перевіряється.

До будівель прив'язані головні осі та висотні позначки. Прийомо-здавальним випробуванням піддаються фундаменти та основи стаціонарно встановлюваного обладнання, тимчасові фундаменти монтажних пристроїв та вантажопідйомних механізмів, підкранові шляхи на окремих ділянках монтажного майданчика та по всій довжині, а також тимчасові рейки монтажних пристроїв. Результати випробувань оформлюються актами. Відхилення від номінальних розмірів встановлених підкранових колій та їх кріплень повинні відповідати вимогам Держгіртехнагляду.

Підготовка обладнання до монтажу вимагає виконання різних транспортних, вантажно-розвантажувальних та складських операцій. Обладнання, крани та встановлені системи доставляють до місця встановлення залізничним, автомобільним, морським, повітряним транспортом або комбінованим способом. Залізничний транспорт є найбільш поширеним та економічним способом. Для коротких відстаней (до...)500 кілометрів

транспортування обладнання здійснюється автомобільним транспортом (вантажні автомобілі з причепами та без причепів із загальною масою елементів до 40 тонн, а також автопричепа: великовантажні причепа вантажопідйомністю від 40 до 600 тонн, що буксируються тягачами).

Габарити вантажу, а також правильність його розміщення та кріплення на вантажних рампах визначають не лише його безпеку, а й безпеку дорожнього руху. Порядок перевезення негабаритних вантажів, тобто вантажів, габарити яких перевищують допустимі для залізничного транспорту, регламентується нормативними актами Міністерства шляхів сполучення та правилами дорожнього руху.

Металоконструкції кранів (стріла, ґрати, шасі) поставляються на будівельний майданчик у зборі вагою від 5 до 10 тонн, з частково або повністю зібраною механічною частиною. Стріла, поворотне коло, шасі та лебідки, як правило, поставляються у зібраному вигляді. Редуктори та електродвигуни механізмів підйому та пересування поставляються окремо. Електричні системи, як правило, поставляються у зібраному вигляді в шафах керування чи кожухах.

Перед відправкою до місця встановлення відкриті поверхні машини та елементи установки покриваються захисними покриттями: атмосферостійкими та водостійкими лакофарбовими матеріалами (гліфосатними, фенольними, емалевими та епоксидними фарбами); пластичними мастилами; антикорозійними плівками типу «Ектіле».

Разом із встановлюваною машиною замовнику надається наступна технічна документація: паспорт машини, складальні креслення, маркування та схеми, інформація про комплектацію та пакування, інструкція з монтажу та експлуатації. Паспорт машини містить докладні технічні характеристики та підтверджує відповідність виготовлення вимогам Федеральної служби з екологічного, технологічного та атомного нагляду (Держміськтехнагляд) та

відповідних суднових та річкових реєстрів. У ньому також описано всі етапи технічного огляду та обслуговування машини.

Крім того, замовник отримує відповідну документацію: відвантажувальну специфікацію обладнання, пакувальний лист для кожного елемента в партії, а також список деталей для ряду виробів, які працюють разом, але надсилаються за окремими документами.

Після прибуття на завод пристрої упаковуються, перевіряється їх зовнішній стан та кількість на відповідність товаросупровідним документам.

Для зберігання устаткування біля підприємства передбачені такі типи складських приміщень: відкрите зберігання (майданчики, тераси); напіввідкрите зберігання (криті майданчики);

закритий, не ізольований; закритий, ізольований.

При транспортуванні обладнання до місця встановлення необхідно перевірити такі моменти:

Поважне ставлення з боку проектної групи до заводської документації та переліку компонентів;

Відсутність дефектів та пошкоджень;

Цілісність технічної документації;

Наявність інформації про терміни зберігання металевих поверхонь та тривалість їх захисту від корозії без подальшого зберігання.

Після перевірки пристрій піддається подальшим випробуванням обсяг яких визначається технічними умовами. Існує два види перевірки: повне розбирання та часткове розбирання (повна перевірка).

У процесі зняття лакофарбового покриття з внутрішніх та зовнішніх поверхонь деталей видаляються захисні, атмосферостійкі та водовідштовхувальні шари фарби, пластичні мастила та антикорозійні плівки.

Видалення фарби проводиться розчинниками і миючими засобами (соляною олією, гасом або бензином, ацетоном, скипидаром та ін.), сухою парою або гарячим повітрям, неабразивними механічними способами

(мідними і алюмінієвими скребками, м'якими шліфувальними машинками), а також 80–120 °С, з наступним промиванням бензином. Внутрішні поверхні без розбирання дезактивують промиванням водним розчином їдкого натру, технічного тринатрійфосфату або гідрату окису натрію (70 ± 5 °С, концентрація 15 ± 5 г/дм³).

При промиванні дизельного двигуна охолоджувальною рідиною в канали охолодження головки блоку циліндрів впорскується вода або пара температурою 90–95 °С. Це нагріває компоненти двигуна, і гаряче мастило надходить у картер. При цьому колінчастий вал повинен повернутися на два-три оберти. Промивання вважається завершеним, коли припиняється подача мастила.

Боротьба з бур'янами на відкритому повітрі включає видалення просочених олією шматків паперу, протирання поверхонь тканиною, змоченою в гасі або дизельному паливі, а потім витирання сухою сухою тканиною.

Для приладів, що зберігалися понад шість місяців (після закінчення гарантійного терміну), а також для негерметичних приладів, що вимагають монтажу, проводиться повна перевірка, що включає часткове розбирання. Вона включає мінімальне розбирання вузлів, огляд підшипників і ущільнень, а також стан ущільнювальних поверхонь, видалення антикорозійних і захисних покриттів, виявлення дефектів, заміну зношених ущільнень і деталей, мастило вузлів і агрегатів.

Якщо підшипники змащені високоякісним мастилом, просто замініть їх за необхідності. В іншому випадку промийте їх гарячою водою з індустриальним маслом при температурі 100°С, а потім заповніть свіжим мастилом згідно специфікації.

Рухливість вузлів перевіряється вручну: не повинно бути ривків, заїдання підшипників та блокування нерухомих елементів.

При випробуванні редуктора перевіряються герметичність корпусу та правильність зачеплення шестерень. Редуктори змащуються після зачеплення за позначеними мітками.

У ланцюгових передачах перевіряються паралельність валів, розташування дисків, що компенсують, і кріплення зірочок, а також справність натяжних пристроїв.

Муфти редуктора перевіряються на правильність кріплення напівмуфт, болтів та пружних демпфуючих елементів.

Ці випробування гарантують ідеальну роботу деталей та механізмів.

Попередньому огляду перед монтажем не підлягають: - технологічні металеві конструкції; герметичні пристрої; пристрої, що не потребують монтажу; пристрої, на які є інструкції виробника.

Враховуючи ці вимоги та фактори, а також специфічні характеристики системи та монтажу, можливе швидке та якісне введення в експлуатацію комплексних систем протипожежного захисту.

2.3. Технічне нормування та планування монтажних робіт

У вас є два варіанти встановлення: ви можете виконати її самостійно або скористатись послугами стороннього постачальника. У разі монтажем займеться спеціалізована незалежна компанія. Таке рішення дозволяє реалізовувати масштабні проекти, підвищує якість, скорочує час та вартість монтажу.

Галузева спеціалізація будівельних організацій дозволяє широко застосовувати сучасні методи технічного нормування та планування монтажних робіт.

Для встановлення технічних норм щодо встановлення засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) застосовуються уніфіковані норми та розцінки на виготовлення, встановлення та ремонт різних видів ЗІЗ. Зазначені норми та розцінки включають перелік основних робіт із встановлення, інформацію про

необхідну кваліфікацію та чисельність персоналу, а також кошториси на виконання робіт та їх вартість.

Крім того, монтажні організації у своїй практиці при монтажі використовують також укрупнені показники трудомісткості, які найкраще підходять для вирішення завдань оперативного управління виробництвом (залежно від типу крана, його вантажопідйомності та ваги: трудомісткість на тонну ваги в людино-днях; залежно від ширини конвеєрної стрічки).

Для комплексного планування матеріально-технічних ресурсів на монтажні роботи та будівельні об'єкти застосовуються галузеві нормативи витрати, виражені у мільйонах рублів. Матеріальні ресурси розподіляються за видами, марками, профілями та розмірами.

Існує три основні методи нормування витрати сировини: розрахунковий, дослідно-промисловий (статистичний) та експериментальний. Норматив витрати сировини враховує технічно обґрунтовану корисну витрату, відходи та втрати, зумовлені застосовуваною технологією виробництва, а також усі можливі технічні та організаційні втрати.

Розрахунок потреби у матеріалах ґрунтується на фізично запланованому робочому навантаженні з урахуванням поточних та резервних запасів для забезпечення безперебійного робочого процесу протягом одного місяця.

Планування монтажу ґрунтується на поєднанні графічних та комп'ютерних методів проектування, а також організаційних та контрольних методів, що забезпечує технічно та економічно обґрунтоване виконання робіт у заплановані терміни. Мережеве планування щодо цього особливо перспективно. При цьому враховуються такі умови: - необхідність виконання всіх підготовчих робіт перед монтажем; необхідність повної підготовки майданчика та дотримання чинних нормативів; постачання обладнання та матеріалів у узгоджені терміни; організація монтажу для оптимізації завантаження обладнання під час одно- або двозмінної роботи.

На відміну від лінійних схем мережеві схеми, що використовуються при монтажі обладнання, дозволяють не лише відображати технологічну послідовність процесів монтажу, а й проводити повний аналіз, обґрунтований прогноз та оптимізацію організаційно-технічних основ монтажу за вибраними критеріями.

2.4. Монтажна технологічність обладнання

Зниження витрат на монтаж та обладнання при одночасному підвищенні якості потребує не лише ретельної організації монтажних робіт, а й оптимізації технологій збирання. Ці технології визначають відповідність конструкції машини до вимог монтажу. Удосконалення технологій складання включає застосування принципів самостійного складання та інтеграцію в конструкцію фіксованих і знімних елементів (балок, кріпильних гвинтів і т.д.) для полегшення монтажу; підвищення стандартизації та модульності конструкцій; збільшення габаритів вузлів, що встановлюються; скорочення кількості з'єднань та використання високоміцних гвинтів; скорочення обсягу електромонтажних та монтажних робіт; створення баз даних для перевірки правильності складання вузлів та монтажу машини в цілому; побудова вагових кривих для встановлюваних вузлів із зазначенням їхнього центру ваги та точок кріплення; маркування вузлів.

Найважливішими показниками технології складання є: коефіцієнти стандартизації машин, коефіцієнти розширення блоків, питома трудомісткість та собівартість складання.

Коефіцієнт нормалізації машини $K_{ум} = 0,2-0,6$ для ПТМ

$$K_{ун} = \frac{H_{ук}}{H_{ок}}, \quad (2.1)$$

Тут $N_{ук}$ – кількість уніфікованих вузлів та комплексів (без урахування уніфікованих деталей); $N_{ок}$ - загальна кількість вузлів та комплексів. Коефіцієнт агрегації вузлів $K_{уб}$.

$$K_{y\bar{b}} = \frac{G_{\bar{b}}}{G_m}, \quad (2.2)$$

Тут $G_{\bar{b}}$ являє собою середню масу складальних одиниць, а G_m є загальною масою транспортного засобу.

Чим більший куб, тим більш просунута технологія збирання машини.

Для встановлення потрібна спеціальна робоча сила – Φ_m

$$\Phi_{.my} = \frac{\Phi_{.mo}}{G_m}, \quad (23)$$

де $\Phi_{.mo}$ є загальною інтенсивністю роботи підприємства.

Питома трудомісткість монтажу одну людину і тонну ваги машини становить: великих агрегатів 3,5 – 12, дрібних агрегатів 7 – 22.

питомі витрати на встановлення

$$C_{.my} = \frac{C_{.mo}}{G_m}, \quad (2.4)$$

де $C_{.mo}$ є загальною вартістю установки.

Зниження трудомісткості та підвищення якості монтажних робіт може бути досягнуто за рахунок застосування прогресивних методів організації та планування монтажних робіт (комбіновані потокові методи, крупноблочне та комплектне складання, мережеве проектування), а також за рахунок конструктивного та технологічного вдосконалення обладнання, що монтується (удосконалення технології монтажу) та інструменту.

Характерною рисою сучасних технологій монтажу є широке застосування високошвидкісних методів монтажу, що ґрунтуються на наступних принципах:

Якісна організаційно-технічна підготовка монтажних робіт;

Індустріалізація будівельно-монтажних робіт шляхом масового виробництва машин та комплектуючих з більшою заводською готовністю та одночасною поставкою складального оснащення та обладнання;

Повна механізація всього процесу збирання та монтажу, від отримання будівельних матеріалів до здачі в експлуатацію;

Монтаж великих блоків з використанням маневрених та самохідних кранів та монтажних комплексів (безщоглове складання);

Паралельне виконання будівельно-монтажних робіт; паралельна підготовка механічного та електротехнічного обладнання, металоконструкцій та систем автоматизації;

Монтаж провадився монтажними організаціями.

РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТНІ РОЗРАХУНКИ СТРЕЛОВОГО КРАНУ

3.1 Вибір моделі та кількості ковзанів

При поперечному розташуванні електричної ланцюгової талі передатне відношення може бути збільшене лише вдвічі для забезпечення рівномірного натягу канату. Для крана вантажопідйомністю $Q=8$ т кратність поліспасти приймаємо $i_{\Pi}=2$.

Ми визначили ефективність системи шківів:

$$\eta_{\Pi} = \frac{1 + \eta + \eta^2 + \dots + \eta^{i_{\Pi}-1}}{i_{\Pi}} \quad (3.1)$$

де - ККД блоку, що враховує втрати потужності на тертя в підшипниках і жорсткість каната, $\eta=0,98$; i_{Π} – кратність поліспасти, $i_{\Pi}=2$;

$$\eta_{\Pi} = \frac{1 + 0,98}{2} = 0,99$$

3.2. Вибір підйомного троса

Відповідно до стандартів державної інспекції праці, мотузка вибирається за її міцністю на розрив.

Визначимо розривну міцність каната, Н:

$$F_{\text{розр}} = Z_p \cdot F_{\text{max}} \leq [F]_{\text{ГОСТ}} \quad (3.2)$$

де Z_p - коефіцієнт, що враховує використання каната, для середнього режиму роботи крана згідно з [6] $Z_p = 5,6$; F_{max} - максимальне зусилля на канаті, Н;

$$F_{\text{max}} = \frac{10^4 \cdot (Q + G_{\Pi})}{a \cdot i_{\Pi} \cdot \eta_{\Pi} \cdot \eta^m} \quad (3.3)$$

де Q - номінальна маса вантажу, $Q = 8$ т; a - число пасм каната, намотаних на барабан, $a = 2$; m - число прогинів, $m = 0$; G - маса гакової підвіски, т;

$$G = (0,02 \dots 0,025) \cdot Q \quad (3.4)$$

$$G = (0,02 \dots 0,025) \cdot 8 = 0,16 \dots 0,2 \text{ т}$$

Прийmemo, що маса підвіски гака становить $G_{\Pi}=0,2$ т.

$$F_{\max} = \frac{10^4 \cdot (8 + 0,2)}{2 \cdot 2 \cdot 0,99 \cdot 0,99^0} = 20700 \text{ Н}$$

$$F_{\text{розр}} = 5,6 \cdot 20700 = 115920 \text{ Н}$$

Відповідно до [10] нами обрано сталевий трос подвійної звивки типу ЛК-Р конструкції 6x19 (1+6+6+6) + 1 л.с. [Таблиця 1.2] з наступним умовним позначенням:

Канат 15 - Г - В - Про - Н - 1568 ГОСТ 2688-80

3.3. Розрахунок гвинтів для кріплення кабелю до барабана.

Для кріплення троса до барабана використовувалися стандартні планки з отворами [рис. 3.1] для гвинтів [7].

Визначимо силу N , що діє у точці кріплення троса:

$$F_{\text{кр}} = \frac{F_{\max}}{e^{f \cdot \alpha}} \quad (3.5)$$

де e - основа натурального логарифму, $e = 2,72$; f - коефіцієнт тертя між струною та барабаном, $f = 0,16$; α — кут охоплення барабана розмотаними струнами згідно з нормативними актами Державної інспекції праці $\alpha=3\pi$;

$$F_{\text{кр}} = \frac{20700}{2,72^{0,16 \cdot 3 \cdot \pi}} = 4580 \text{ Н}$$

Визначимо кількість гвинтів, необхідних для кріплення троса до барабана:

$$Z = \frac{3 \cdot F_{\text{кр}}}{d_1^2 \cdot [\sigma]_p} \quad (3.6)$$

де d_1 – внутрішній діаметр різьблення, $d_1 = 13,84$ мм;

$[\sigma]_p$ – напруга розтягування, що допускається, для 45 сталевих гвинтів $[\sigma]_p=60$ МПа;

$$Z = \frac{3 \cdot 4580}{(13,84 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 60 \cdot 10^6} = 1,195$$

Число кріплень каната до барабана має бути не менше двох, тому остаточно приймаємо $Z=2$.

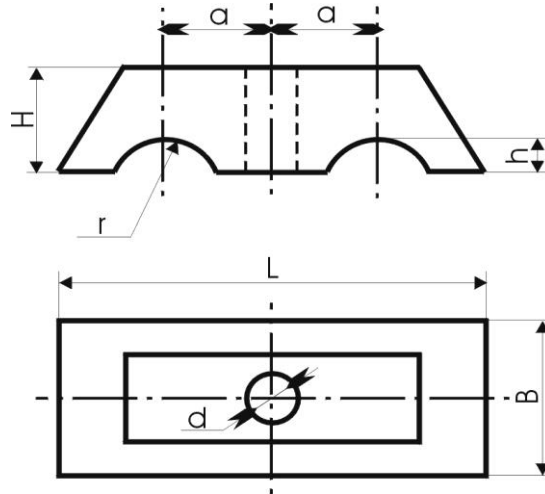


Рис. 3.1 – Стандартизовані смуги з отворами для гвинтів.

3.4.Розрахунок блоків та барабанів

Визначимо мінімально допустимий діаметр барабана по центральній осі кабелю, що намотується в мм:

$$D_{\text{бар min}} = h \cdot d_k \quad (3.7)$$

де d_k – діаметр каната, $d_k=15$ мм; h - коефіцієнт, який залежить від групи режимів роботи, для барабана $h=20$;

$$D_{\text{бар min}} = 20 \cdot 15 = 300 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_{\text{бар}}=300$ мм.

Визначаємо мінімально допустимий діаметр блоку по центральній осі намотаного кабелю в мм:

$$D_{\text{бл min}} = h \cdot d_k \quad (3.8)$$

де h - Коефіцієнт, що залежить від групи режимів роботи, для Блоку $h = 22,4$.

$$D_{\text{бл min}} = 22,4 \cdot 15 = 336 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_{\text{бл}} = 340$ мм.

Визначимо мінімально допустимий діаметр компенсаційного блоку по осі кабелю, що намотується в мм:

$$D_{\text{зр.бл min}} = h \cdot d_k \quad (3.9)$$

де h - Коефіцієнт, що залежить від групи режимів роботи; для балансувального блоку $h=16$.

$$D_{\text{зр.бл min}} = 16 \cdot 15 = 240 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_{\text{зр.бл}} = 240 \text{ мм}$.

3.5 Вибір гака, упорного підшипника та траверси

Крюк (рис. 3.2) був обраний з урахуванням його номінальної вантажопідйомності $Q = 8$ та «середнього» режиму роботи. Відповідно до [11] було обрано одноплечий кований гак № 15 типу Б з наступним умовним позначенням:

Гак глухий 15Б-1 ГОСТ 6627-74

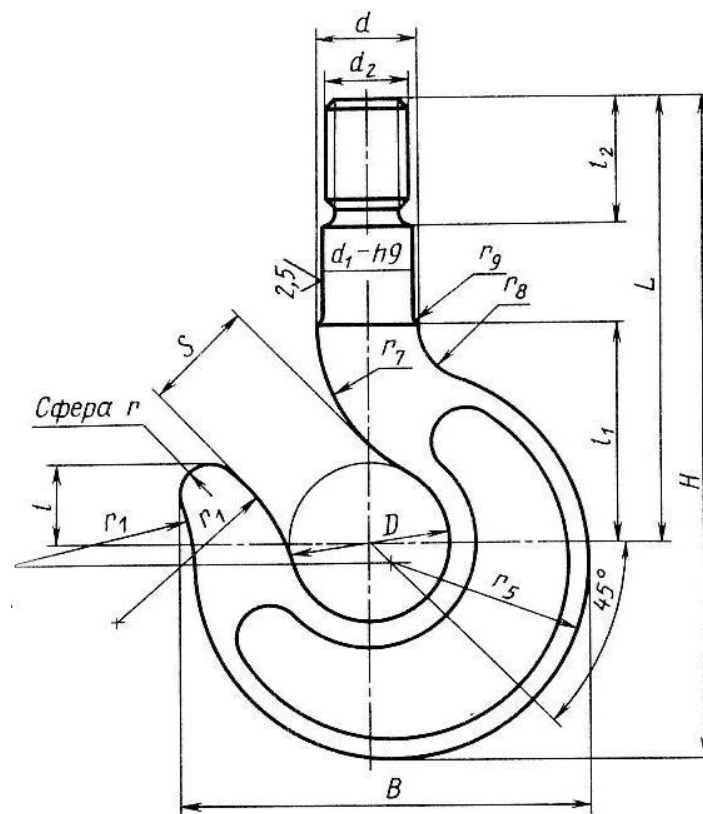


Рис. 3.2 Гачок

Висота гайки гачка повинна приблизно відповідати довжині різьблення стрижня гачка, та її зовнішній діаметр — діаметру упора. Остаточні розміри гайки будуть визначені після виготовлення підвіски гачка.

Зсувна опора гака вибирається виходячи з його статичної вантажопідйомності та діаметра шийки. Динамічна вантажопідйомність не перевіряється, оскільки гак схильний до невеликих вібрацій.

Визначимо статичну вантажопідйомність підшипника, Н:

$$C_0 = 1,2 \cdot 10^4 \cdot (Q + G_{\text{п}}) \quad (3.10)$$

$$C_0 = 1,2 \cdot 10^4 \cdot (8 + 0,2) = 98400 \text{ Н}$$

Відповідно до [12] обраний полегшений однорядний упорний кульковий підшипник № 8211 з такими технічними характеристиками:

Розрахунок балки підвіски

Розміри поперечної балки розраховані з урахуванням зосереджених згинальних сил. Крім того, передбачається, що поперечні сили зневажливо мають малий вплив на згинальний момент. Поперечна балка виготовлена із сталі марки 40 і має такі характеристики:

Межа міцності $B = 580$ МПа;

Межа пружності $\sigma_T = 410$ МПа;

Межа втомної міцності $\sigma_{-1} = 240$ МПа;

Визначимо розрахункову відстань у мм між опорами блоку та поперечиною:

$$A = B' + \sqrt{D_{\text{бл}}} \cdot a \cdot i_{\text{п}} \quad (3.11)$$

де B' - Довжина траверси з урахуванням варіантів монтажу, установки упорного підшипника № 8211 і затягування гайки-гачка, мм;

$$B' = (1,2 \dots 1,4) \cdot B \quad (3.12)$$

де B - ширина поперечки, мм, необхідна для монтажу шарикопідшипника завзятого однорядного легкої серії № 8211;

$$B = D + (10 \dots 20) \quad (3.13)$$

де D - зовнішній діаметр завзятого підшипника, згідно [табл. 1.6] $D = 90$ мм;

$$B = 90 + (10 \dots 20) = 100 \dots 110 \text{ мм}$$

Ширину поперечини ми встановили рівною $B = 110$ мм.

$$B' = (1,2 \dots 1,4) \cdot 110 = 132 \dots 154 \text{ мм}$$

Довжину поперечини ми встановили рівною $B' = 150$ мм.

$$A = 150 + \sqrt{340} \cdot 2 \cdot 2 = 223 \text{ мм}$$

Відстань між опорами блоку та поперечиною ми встановили рівним $A = 230$ мм.

Визначимо діаметр отвору в поперечині під шийку гайки в мм:

$$d_o = d_1 + (2 \dots 5) \quad (3.14)$$

де d_1 - ширина шийки гачка, $d_1 = 55$ мм [таблиця 1.5];

$$d_o = 55 + (2 \dots 5) = 57 \dots 60 \text{ мм}$$

Діаметр отвору в траверсі для проходу гайки втулки задаємо $d_0 = 58$ мм.

Визначимо згинальний момент у центрі поперечної балки, Нм:

$$M = \frac{10^4 \cdot (Q + G_{II}) \cdot A}{4} \quad (3.15)$$

$$M = \frac{10^4 \cdot (8 + 0,2) \cdot 0,23}{4} = 4715 \text{ Нм}$$

Визначимо мінімальну висоту поперечини в мм:

$$H = \sqrt{\frac{6 \cdot M \cdot 10^3}{(B - d_o) \cdot [\sigma]_{zg}}} \quad (3.16)$$

де $[\sigma]_{zg}$ – напруга вигину, що допускається, для 40 сталевих болтів $[\sigma]_{zg} = 100$ МПа;

$$H = \sqrt{\frac{6 \cdot 4715 \cdot 10^3}{(110 - 58) \cdot 100}} = 73,75 \text{ мм}$$

Приймаємо $H = 75$ мм, $H_0 = 80$ мм.

Визначимо діаметр цапфи підшипника в мм:

$$d_{ц} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{ц}}{0,1 \cdot [\sigma]_{БГ}}} \quad (3.17)$$

де $M_{ц}$ - згинальний момент болта в Нм;

$$M_{ц} = \frac{(A - B') \cdot 10^4 \cdot (Q + G_{п})}{4} \quad (3.18)$$

$$M_{ц} = \frac{(0,230 - 0,150) \cdot 10^4 \cdot (8 + 0,2)}{4} = 1640 \text{ Нм}$$

$$d_{ц} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{1640}{0,1 \cdot 100}} = 54,7 \text{ мм}$$

Округлюємо діаметр шпинделя до кратного 5 потім підбираємо підшипники з $dt=55$ мм.

На рисунку 3.3 показаний профіль поперечної балки з усіма вказаними розмірами.

3.6 Вибір блочного сховища

Підшипники ковзання (по два в кожному блоці) вибираються залежно від діаметра цапфи та динамічної вантажопідйомності C , H :

$$C = P_E \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot L_{10H} \cdot n_{бл}}{10^6}} \quad (3.19)$$

де P_E - еквівалентне навантаження кочення в Н;

$$P_E = 0,6 \cdot 2 \cdot F_{\max} \cdot K_Q \cdot K_v \cdot K_d \quad (3.20)$$

де K_Q - Коефіцієнт перевантаження, для середнього режиму роботи $K_Q = 0,55$ [4]; K_v - кільцевий коефіцієнт, при обертанні зовнішнього кільця $K_v = 1,35$; K_d - динамічний коефіцієнт підйомного механізму $K_d = 1,2$ [4];

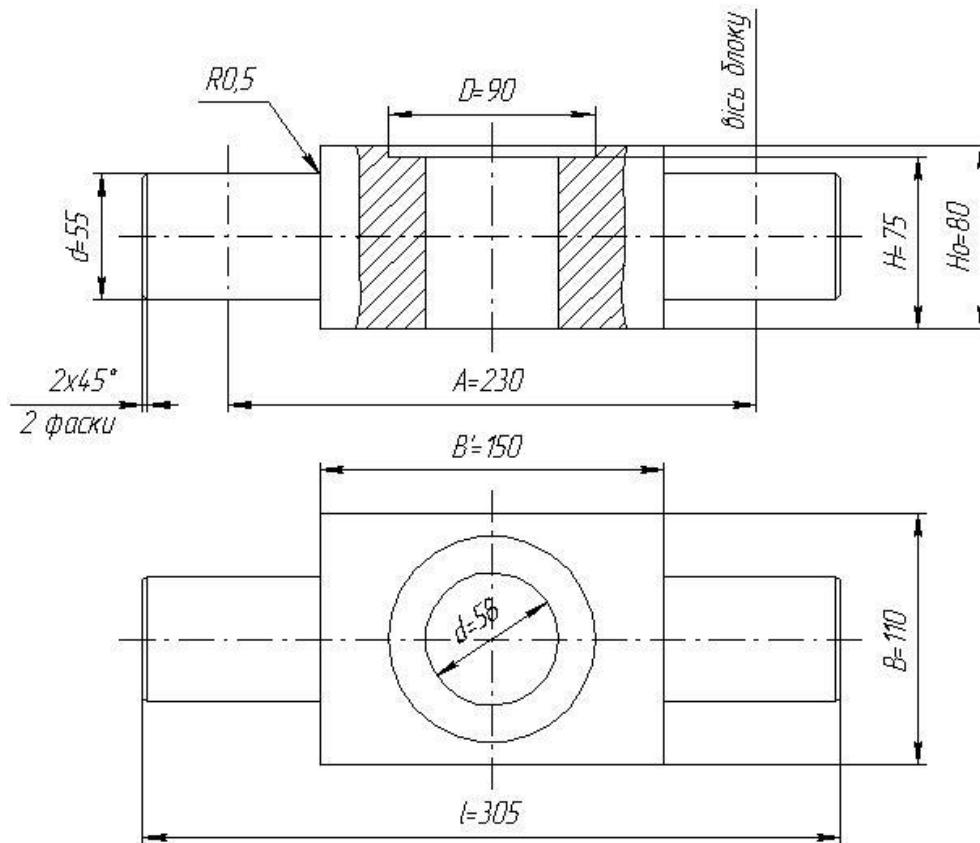


Рис. 3.3 - Підвісна траверса з гаком

$$P_E = 0,6 \cdot 2 \cdot 20700 \cdot 0,55 \cdot 1,35 \cdot 1,2 = 22132 \text{ Н}$$

де L_{10H} - термін служби підшипника; у середніх умовах експлуатації
 $L_{10H} = 3500$ годин.

$n_{\text{бл}}$ - число оборотів блоку, хв $^{-1}$;

$$n_{\text{бл}} = \frac{60 \cdot V_{\text{п}} \cdot (i_{\text{п}} - 1)}{\pi \cdot D_{\text{бл}}} \quad (3.21)$$

де $V_{\text{р}}$ — швидкість підйому вантажу, $V_{\text{р}} = 0,166$ м/с;

$$n_{\text{бл}} = \frac{60 \cdot 0,166 \cdot (2 - 1)}{\pi \cdot 0,34} = 9,32 \text{ хв}^{-1}$$

$$C = 22132 \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 3500 \cdot 9,32}{10^6}} = 27684 \text{ Н}$$

Відповідно до [13] нами було обрано однорядні радіальні кулькові підшипники № 111.

3.7 Розрахунок потужності двигуна, його вибір та перевірка попереднього прогріву

Визначимо статичну потужність електродвигуна у кВт:

$$P_{ст} = \frac{10 \cdot (Q + G_{п}) \cdot V_{п}}{\eta_{з}} \quad (3.22)$$

де $\eta_{з}$ являє собою загальну ефективність механізму;

$$\eta_{з} = \eta_{п} \cdot \eta_{б} \cdot \eta_{р} \cdot \eta_{м} \quad (3.23)$$

де $\eta_{п}$ - ККД шківної системи, $\eta_{п} = 0,99$;

$\eta_{б}$ - ККД барабана, $\eta_{б} = 0,96$;

$\eta_{р}$ - ККД редуктора, $\eta_{р} = 0,96$;

$\eta_{м}$ - ефективність зв'язку, $\eta_{м} = 0,99$;

$$\eta_{з} = 0,99 \cdot 0,96 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 0,9$$

$$P_{ст} = \frac{10 \cdot (8 + 0,2) \cdot 0,166}{0,9} = 15,12 \text{ кВт}$$

Відповідно до [8] було обрано моноблочний двигун АБ2-71-8 з такими технічними характеристиками:

Потужність ППД, кВт	13
Швидкість обертання n_d , хв ⁻¹	725
Момент інерції ротора I_r , кг·м ²	0,4
Максимальний коефіцієнт крутного моменту $T_{max}/T_{ном}$	1.7
Зовнішній діаметр статора D_1 , мм	342

Перевіримо, чи не перегрівається електродвигун.

Визначимо еквівалентну потужність електродвигуна в кВт, при якій не відбувається перегрівання обмоток:

$$P_e = K_{25} \cdot \gamma \cdot P_{ст} \leq P_{кат} \quad (3.24)$$

де K_{25} - коефіцієнт перетворення потужності для середнього режиму роботи $K_{25} = 0,75$; γ – коефіцієнт, що визначає еквівалентну потужність нагріву вантажопідйомного механізму $\gamma=0,85$ [4];

$$P_e = 0,75 \cdot 0,85 \cdot 15,12 = 9,63 \text{ кВт}$$

$$9,63 \text{ кВт} \leq 13 \text{ кВт}$$

Як тільки ця умова буде виконана, обмотки двигуна більше не перегріватимуться.

3.8 Вибір розміру барабана

$$D_{\sigma} = D_1 + 2 \cdot \delta + d_k \quad (3.25)$$

де D_1 - Зовнішній діаметр статора електродвигуна, $D_1 = 342$ мм; δ - товщина стінки барабана, мм;

$$\delta = 1,2 \cdot d_k \quad (3.26)$$

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

$$D_{\sigma} = 342 + 2 \cdot 18 + 15 = 393 \text{ мм}$$

Приймається діаметр барабана $D_b = 400$ мм.

Визначимо загальну довжину барабана в мм:

$$L_{\sigma} = l_1 + 2 \cdot (l + l_2) \quad (3.27)$$

де l_1 - Довжина перерізу барабана між пазами в мм;

$$l_1 = A - 0,2 \cdot H_{\min} \quad (3.28)$$

де H_{\min} - мінімальна відстань мм між осями барабана і блоками підвіски;

$$H_{\min} = (2,5 \dots 5) \cdot D_{\sigma} \quad (3.29)$$

$$H_{\min} = (2,5 \dots 5) \cdot 400 = 1000 \dots 2000 \text{ мм}$$

Приймаємо $H_{\min} = 1000$ мм.

$$l_1 = 230 - 0,2 \cdot 1000 = 30 \text{ мм}$$

де l - Довжина вирізаної частини барабана в мм;

$$l = \left(\frac{H \cdot i_{\Pi}}{\pi \cdot D_{\delta}} + 4,5 \right) \cdot p \quad (3.30)$$

де p - крок різання в мм.

3.9. Вибір редуктора для підйомного механізму

Визначимо поступальне співвідношення підйомного механізму:

$$U' = \frac{n_{\text{д}}}{n_{\delta}} \quad (3.33)$$

де n_{δ} - Число оборотів барабана в хвилину;

$$n_{\delta} = \frac{60 \cdot V_{\Pi} \cdot i_{\Pi}}{\pi \cdot D_{\delta}} \quad (3.34)$$

$$n_{\delta} = \frac{60 \cdot 0,166 \cdot 2}{\pi \cdot 0,4} = 15,86 \text{ хв}^{-1}$$

$$U' = \frac{725}{15,86} = 45,7$$

Визначимо момент, що крутить, на валу барабана від номінального навантаження, Нм:

$$T_{\delta} = \frac{10^4 \cdot (Q + G_{\Pi}) \cdot D_{\delta}}{2 \cdot i_{\Pi} \cdot \eta_{\Pi} \cdot \eta_{\delta}} \quad (3.35)$$

$$T_{\delta} = \frac{10^4 \cdot (8 + 0,2) \cdot 0,4}{2 \cdot 2 \cdot 0,99 \cdot 0,96} = 8628 \text{ Нм}$$

Вибраний редуктор, вбудований в електротельфер з відстанню між валами $a=300$ мм, передатним відношенням $U_p=44,1$ і допустимим крутним моментом на валу, що повільно обертається $[T]t=12000$ Нм.

Визначимо фактичну швидкість підйому вантажу в м/с:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\delta} \cdot n_{\text{д}}}{60 \cdot i_{\Pi} \cdot U_p} \quad (3.36)$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 0,4 \cdot 725}{60 \cdot 2 \cdot 44,1} = 0,172 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Перевіримо відхилення від заданої швидкості підйому:

$$\Delta V = \left| \frac{V_{\Pi} - V_{\Phi}}{V_{\Pi}} \right| \cdot 100\% \leq 5\% \quad (3.37)$$

$$\Delta V = \left| \frac{0,166 - 0,172}{0,166} \right| \cdot 100\% = 3,6\% \leq 5\%$$

Оскільки умова виконана, розрахунок вважатимуться правильним.

3.10 Вибір стопорного гальма

Визначимо гальмівний момент гальмівного супорта в Нм:

$$T_{\Gamma} = \frac{10^4 \cdot (Q + G_{\Pi}) \cdot D_{\delta} \cdot \eta_3 \cdot K_{\Gamma}}{2 \cdot i_{\Pi} \cdot U_p} \quad (3.38)$$

де K_{Γ} - коефіцієнт запасу міцності на гальмування гальмом стоянки за наявності в механізмі вантажовідбійного гальма, $K_{\Gamma} = 1,25$ [7];

$$T_{\Gamma} = \frac{10^4 \cdot (8 + 0,2) \cdot 0,4 \cdot 0,9 \cdot 1,25}{2 \cdot 2 \cdot 44,1} = 209 \text{ Нм}$$

Визначимо діаметр гальмівного диска в мм:

$$D_{\Gamma} = 15 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_{\Gamma}}{[p] \cdot f}} \quad (4.39)$$

де $[p]$ - допустимий питомий тиск між гальмівною стрічкою та гальмівним диском, $[p] = 0,25$ МПа; f - коефіцієнт тертя між гальмівною стрічкою та гальмівним диском, для ламінованої стрічки $f = 0,42$ [4];

$$D_{\Gamma} = 15 \cdot \sqrt[3]{\frac{209}{0,25 \cdot 0,42}} \approx 200 \text{ мм}$$

В якості гальма стоянки електроталі використано кулачкове клинове гальмо. Розрахунок гальма стоянки механізму підйому наведено в Додатку А.

3.11 Перевірка двигуном за часом запуску

Перевіримо час розгону електродвигуна при підйомі вантажу:

$$t_{\Pi} = \frac{I_{зв} \cdot \omega_{д}}{T_{\Pi}^{ср} - T_{ст}} \leq [t] = 1 \dots 2 \text{ с} \quad (3.40)$$

де $I_{зв}$ - момент інерції мас деталей, що обертаються, приведений до валу трансмісії, без урахування валу трансмісії і зчеплення, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$$I_{зв} = \delta \cdot (I_p + I_m) + m \cdot \frac{D_6^2}{4 \cdot i_{\Pi}^2 \cdot U_p^2 \cdot \eta_3} \quad (3.41)$$

де δ - коефіцієнт, що враховує момент інерції обертових мас деталей, крім валу двигуна і муфти, $= 1,2$ [4]; I_r - момент інерції ротора двигуна, $I_r = 0,4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; I_m — момент інерції зубчастої муфти при максимальному моменті двигуна, що крутить, $I_m = 0,4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ [4];

$$T_{\max} = 1,7 \cdot T_{\text{ном}} \quad (3.42)$$

$$T_{\max} = 1,7 \cdot \frac{10^3 \cdot P_{д}}{\omega_{д}} \quad (3.43)$$

де $\omega_{д}$ - Кутова швидкість двигуна в с^{-1} ;

$$\omega_{д} = \frac{\pi \cdot n_{д}}{30} \quad (3.44)$$

$$\omega_{д} = \frac{\pi \cdot 725}{30} = 76 \text{ с}^{-1}$$

$$T_{\max} = 1,7 \cdot \frac{10^3 \cdot 13}{76} = 290 \text{ Нм}$$

де m - маса вантажу, що піднімається в кг ;

$$m = 10^3 \cdot (Q + G_{\Pi}) \quad (3.45)$$

$$m = 10^3 \cdot (8 + 0,2) = 8200 \text{ кг}$$

$$I_{зв} = 1,2 \cdot (0,4 + 0,05) + 8200 \cdot \frac{0,4^2}{4 \cdot 2^2 \cdot 44,1^2 \cdot 0,9} = 0,59 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

де $T_{\Pi}^{ср}$ – середньопусковий момент електродвигуна, Нм ;

$$T_{\Pi}^{\text{cp}} = \psi \cdot \frac{10^3 \cdot P_{\text{д}}}{\omega_{\text{д}}} \quad (3.46)$$

де - середній пусковий момент двигунів з короткозамкненим ротором;

$$\psi = (0,7 \dots 0,8) \cdot \frac{T_{\text{max}}}{T_{\text{НОМ}}} \quad (3.47)$$

$$\psi = (0,7 \dots 0,8) \cdot 1,7 = 1,19 \dots 1,36$$

Приймаємо $\psi = 1,35$.

$$T_{\Pi}^{\text{cp}} = 1,35 \cdot \frac{10^3 \cdot 13}{76} = 231 \text{ Нм}$$

де $T_{\text{ст}}$ - крутний момент маси навантаження на валу двигуна в Нм;

$$T_{\text{ст}} = \frac{10^4 \cdot (Q + G_{\Pi}) \cdot D_{\text{б}}}{2 \cdot i_{\Pi} \cdot U_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{з}}} \quad (3.48)$$

$$T_{\text{ст}} = \frac{10^4 \cdot (8 + 0,2) \cdot 0,4}{2 \cdot 2 \cdot 44,1 \cdot 0,9} = 206 \text{ Нм}$$

$$t_{\Pi} = \frac{0,59 \cdot 76}{231 - 206} = 1,8 \text{ с} \leq [t] = 1 \dots 2 \text{ с}$$

Таким чином, умова щодо часу запуску електродвигуна виконується.

3.12 Розрахунок вантажоупорного гальма

Визначимо розрахунковий гальмівний момент у Нм:

$$T_{\Gamma} = \frac{10^4 \cdot (Q + G_{\Pi}) \cdot D_{\text{б}} \cdot \eta_{\Pi} \cdot \eta_{\text{б}} \cdot \eta_{\text{II}} \cdot K_{\Gamma}}{2 \cdot i_{\Pi} \cdot U_{\text{II}}} \quad (3.49)$$

де η_{II} - ККД другого ступеня редуктора, $\eta_{\text{II}} = 0,98$;

де K_{Γ} - коефіцієнт запасу міцності вантажного гальма, $K_{\Gamma} = 1,25$ [7];

U_{II} - передатне відношення другого ступеня редуктора, $U_{\text{II}} = 4,9$ [9];

$$T_{\Gamma} = \frac{10^4 \cdot (8 + 0,2) \cdot 0,4 \cdot 0,99 \cdot 0,96 \cdot 0,98 \cdot 1,1}{2 \cdot 2 \cdot 4,9} = 1715 \text{ Нм}$$

Визначимо зовнішній діаметр фрикційних дисків у мм:

$$D_3 = 0,8 \cdot d_{II} \quad (3.50)$$

d_{II} – діаметр кола колеса, $d_{II}=540$ мм [таблиця 1.9];

$$D_3 = 0,8 \cdot 540 = 432 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_3 = 430$ мм.

Визначимо внутрішній діаметр фрикційних дисків у мм:

$$D_B = 0,5 \cdot D_3 \quad (3.51)$$

$$D_B = 0,5 \cdot 430 = 215 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_B = 210$ мм.

Визначимо середній радіус фрикційних дисків у мм:

$$R_{cp} = \frac{D_3 + D_B}{4} \quad (3.52)$$

$$R_{cp} = \frac{430 + 210}{4} = 160 \text{ мм}$$

Визначимо середній радіус різьблення в мм:

$$r_{cp} = \frac{d_{cp}}{2} \approx \frac{d_{II}}{2} \quad (3.53)$$

d_{II} – діаметр кола шестерні, $d_{II}=102$ мм [таблиця 1.9];

$$r_{cp} = \frac{102}{2} = 51 \text{ мм}$$

Приймаємо $r_{cp} = 52$ мм.

Визначимо кут відхилення дроту β в момент, коли опущений заряд зупиняється в точці 0:

$$\text{tg}(\beta + \rho) \leq \frac{R_{cp} \cdot f}{K_r \cdot r_{cp}} \quad (3.54)$$

де ρ - Кут тертя в дроті, $\rho = 60$ [4];

f - коефіцієнт тертя ременя, намотаного в мастило, $f = 0,15$ [4];

$$\text{tg}(\beta + \rho) \leq \frac{0,16 \cdot 0,15}{1,1 \cdot 0,052} = 0,42$$

$$\beta + \rho = 22,8^\circ$$

$$\beta = 16,8^{\circ}$$

Приймаємо $\beta = 16,8^{\circ}$.

Визначимо осьову силу N :

$$N = \frac{T_r}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\beta + \rho) + R_{cp} \cdot f} \quad (3.55)$$

$$N = \frac{1715}{0,052 \cdot \operatorname{tg}(16 + 6) + 0,16 \cdot 0,15} = 39600 \text{ Н}$$

Визначимо тиск, що діє на фрикційні диски МПа:

$$p = \frac{N}{F} = \frac{4 \cdot N}{\pi \cdot (D_3^2 - D_B^2)} \leq [p] \quad (3.56)$$

де $[p]$ - допустимий тиск поверхонь тертя роlikової стрічки при роботі її в мастилі, $[p] = 1,2 \text{ МПа}$ [4];

$$p = \frac{4 \cdot 39600}{\pi \cdot (0,43^2 - 0,21^2)} = 0,36 \text{ МПа} \leq 1,2 \text{ МПа}$$

Умова виконується, якщо тиск не перевищує допустимого тиску поверхонь тертя.

3.13 Вибір схеми механізму переміщення електричного талія

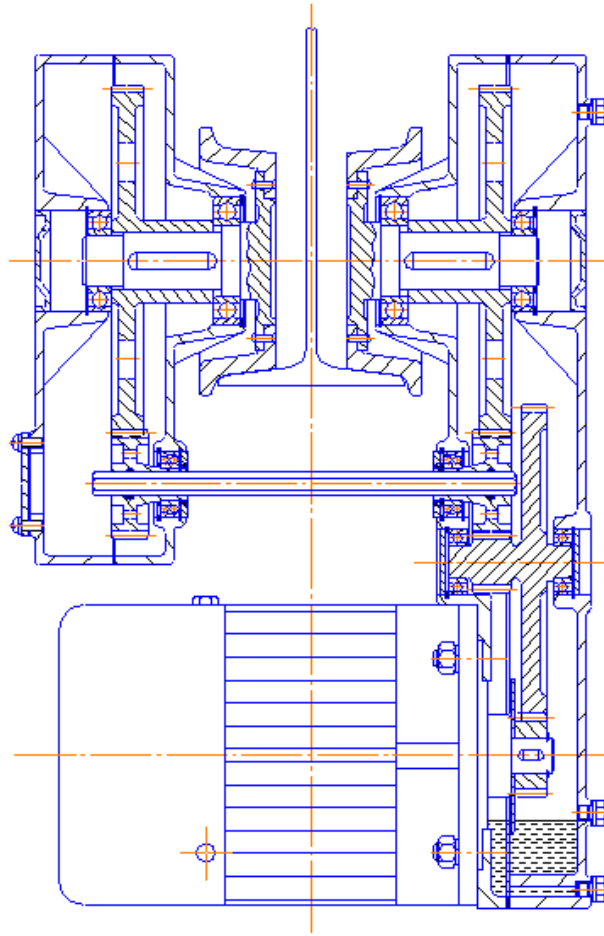


Рис. 3.4. Механізм пересування електроталі.

3.14. Визначте максимальний тиск на колеса.

Вважатимемо, що маса електроталі аналогічна масі, $G_t = 1/t$ [4]. Визначимо максимальне навантаження на колеса електроталі при рівномірному навантаженні.

$$R = \frac{10^4 \cdot (Q + G_{\text{п}} + G_{\text{т}})}{8} \quad (3.57)$$

$$R = \frac{10^4 \cdot (8 + 0,2 + 1)}{8} = 11500 \text{ Н}$$

Враховуючи максимальне навантаження, швидкість руху та режими роботи механізму, були обрані колеса діаметром 30 м/хв для середньої швидкості руху та середнього режиму роботи. 175 міліметрів із допустимим навантаженням 42,5 кН [7]

Визначимо діаметр шийок валу в мм:

$$d_o = (0,2...0,3) \cdot D_k \quad (3.58)$$

$$d_o = (0,2...0,3) \cdot 175 = 35...52,5 \text{ мм}$$

Ми визначили $d=45$ мм.

Колеса електроталей виготовлені зі сталі марки 35. Їхня поверхня загартована струмами високої частоти на глибину 2–3 мм, що дозволяє досягти твердості 35–45 HRC.

3.15. Вибір підшипників ступиць ходових коліс

Підшипники маточок (по два на колесо) вибираються в залежності від діаметра цапфи та динамічної вантажопідйомності C , H :

$$C = P_E \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot L_{10H} \cdot n_k}{10^6}} \quad (3.59)$$

де P_E - еквівалентне навантаження кочення в Н;

$$P_E = 0,6 \cdot 2 \cdot R \cdot K_Q \cdot K_v \cdot K_d \quad (3.60)$$

де K_Q - Коефіцієнт перевантаження, для середнього режиму роботи $K_Q = 0,55$ [4]; K_v - кільцевий коефіцієнт, при обертанні зовнішнього кільця $K_v = 1,35$; K_d - динамічний коефіцієнт підйомного механізму $K_d = 1,2$ [4];

$$P_E = 0,6 \cdot 2 \cdot 11500 \cdot 0,55 \cdot 1,35 \cdot 1,2 = 14345 \text{ Н}$$

де L_{10H} - ресурс підшипника, за середніх умов експлуатації $L_{10H} = 3500$ год;

n_k - число обертів блоку хв-1;

$$n_k = \frac{60 \cdot V_{\text{пер}}}{\pi \cdot D_k} \quad (3.61)$$

де V_p — швидкість підйому вантажу, $V_p = 0,166$ м/с;

$$n_k = \frac{60 \cdot 0,5}{\pi \cdot 0,175} = 54,6 \text{ хв}^{-1}$$

$$C = 14345 \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 3500 \cdot 54,6}{10^6}} = 32348 \text{ Н}$$

Відповідно до [12] було обрано однорядні радіальні кулькові підшипники № 209.

3.16. Розрахунок потужності двигуна, вибір двигуна

Визначимо статичну потужність електродвигуна у кВт:

$$P_{ст} = \frac{W \cdot V_{пер}}{10^3 \cdot \eta_3 \cdot \psi} \quad (3.62)$$

де W – максимальний опір руху електроталі, $W = Н$; $V_{пер}$ – швидкість руху електроталі, $V_{пер} = 0,5$ м/с; η_3 – загальний ККД приводу, $\eta_3 = 0,8$; ψ – середній множник пускового моменту, $\psi = 1,6$;

$$P_{ст} = \frac{7320 \cdot 0,5}{10^3 \cdot 0,8 \cdot 1,6} = 2,86 \text{ кВт}$$

Відповідно до [8] нами обраний моноблочний двигун АОЛ2-32-4:

Давайте перевіримо, чи не перегрівається електродвигун.

Визначимо еквівалентну потужність електродвигуна в кВт, при якій не відбувається перегрівання обмоток:

$$P_e = K_{25} \cdot \gamma \cdot P_{ст} \leq P_{кат} \quad (3.63)$$

де K_{25} - коефіцієнт перетворення потужності для середнього режиму роботи $K_{25} = 0,75$; γ – коефіцієнт, що визначає еквівалентну потужність нагріву для механізму пересування електроталі, $\gamma = 1,12$ [4];

$$P_e = 0,75 \cdot 1,12 \cdot 2,86 = 2,4 \text{ кВт}$$

$$2,4 \text{ кВт} \leq 3 \text{ кВт}$$

Як тільки ця умова буде виконана, обмотки двигуна більше не перегріватимуться.

3.17. Вибір редуктора для механізму пересування

Визначимо загальне поступальне співвідношення механізму руху [рис. 3.5]:

$$U = \frac{n_d}{n_k} \quad (3.64)$$

де n_k - частота обертання турбіни, $n_k = 54,6$ хв-1;

$$U = \frac{1430}{54,6} = 26,2$$

Для визначення матеріалу зубчастих передач та коліс задаються число зубів, модуль та коефіцієнт ширини зубчастого колеса. Розрахунок проводиться за контактною напругою, що допускається.

Давайте визначимо реальний курс перекладу:

$$U_\phi = \frac{Z_5}{Z_3} \cdot \frac{Z_2}{Z_1} \quad (3.65)$$

$$U_\phi = \frac{108}{17} \cdot \frac{81}{20} = 25,73$$

Ми вибрали матеріали для шестерні та першого ступеня шестерні [4]:

- Шестерня – сталь 40Х; Стандартизація, вдосконалення, НВ=269...302;
- Колесо – сталь 40Х; стандартизація, вдосконалення, НВ=235...262.

Ми вибрали матеріали для шестерні та шестерні другого ступеня [4]:

- Шестерня - сталь 40Х, стандартна, покращена, HRC = 45 ... 50;
- Колесо – сталь 40Х; стандартизація, вдосконалення, НВ=269...302.

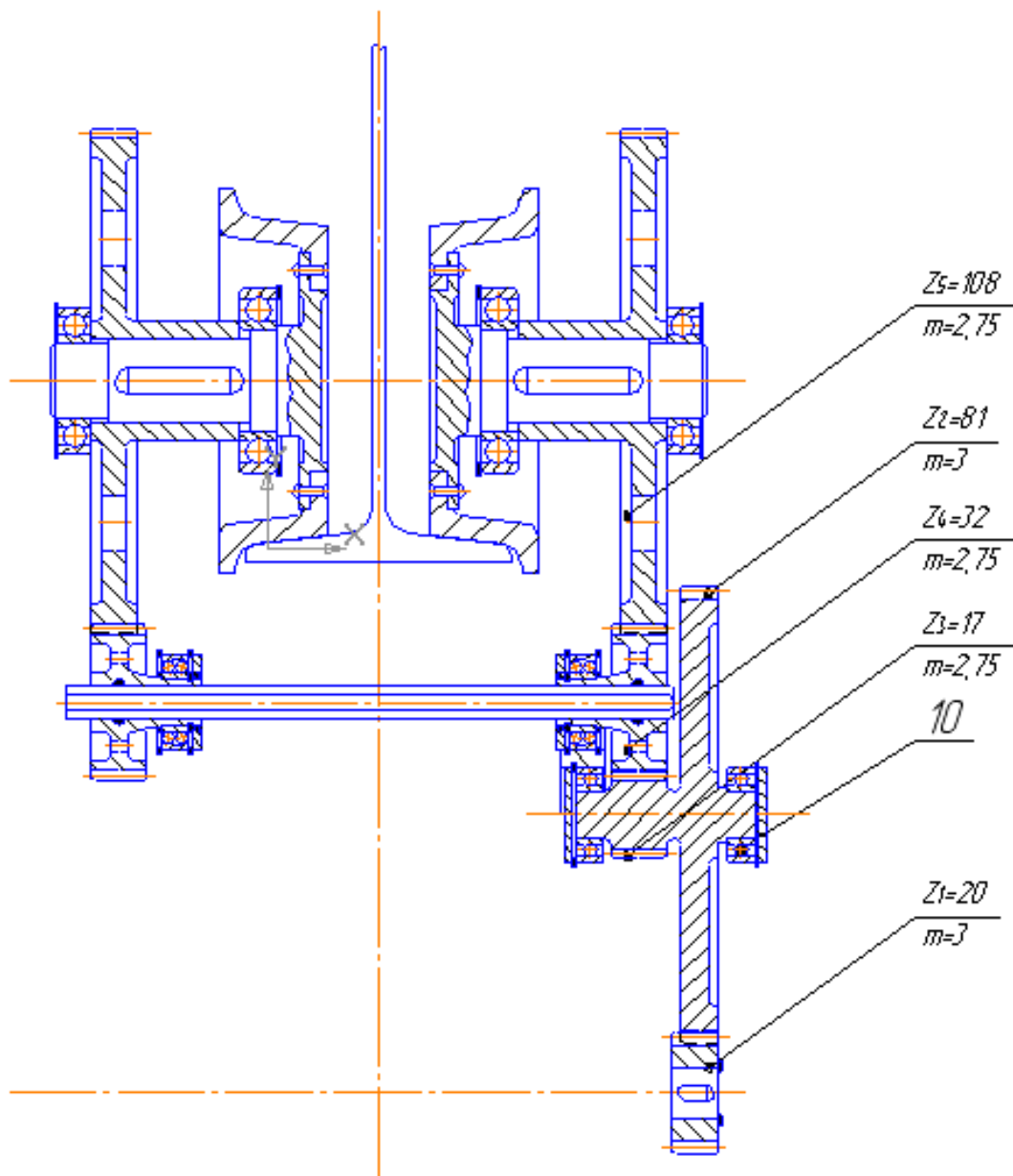


Рис. 3.5 - Розрахункова схема зубчастих передач.

Визначимо фактичну швидкість руху електроталі в м/с:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\kappa} \cdot n_{\text{д}}}{60 \cdot U_{\phi}} \quad (3.66)$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 0,175 \cdot 1430}{60 \cdot 25,73} = 0,51 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3.18 Вибір схеми опорно-поворотного пристрою

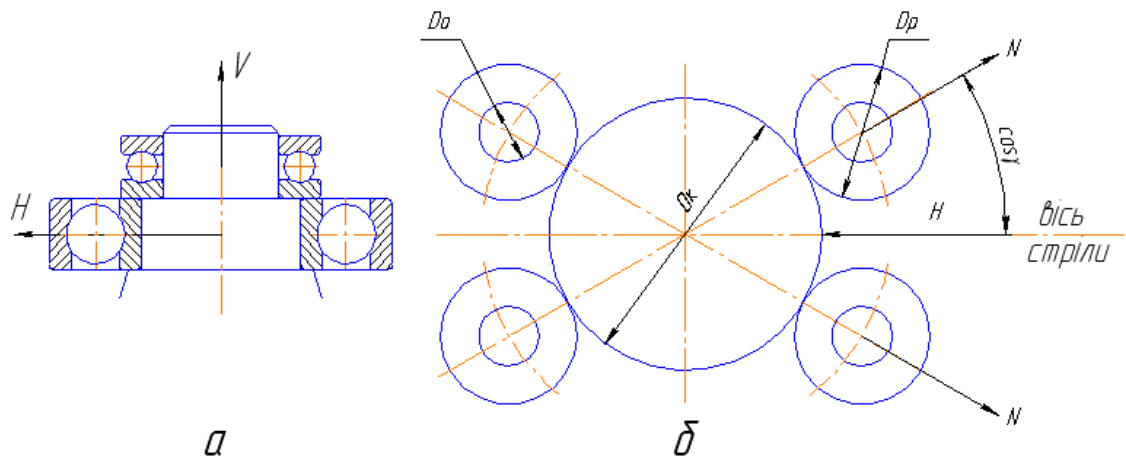


Рис. 3.6 – Схема опори крана.

а – верхній опорний вузол; б – нижній опорний вузол.

Як опорно-поворотні пристрої ми використовуємо наступні підшипники: радіальні шарикопідшипники у верхньому і нижньому підшипниках крана, що сприймають горизонтальне навантаження, і завзятий шарикопідшипник у верхньому підшипнику крана [рис. 3.6]. Нижній опорно-поворотний вузол [Рис. 3.2] сприймає виключно горизонтальне навантаження опорно-поворотного пристрою та поворотного кола.

3.19. Визначення маси частини крана, що обертається.

Передбачається, що маса частини металоконструкції крана, що обертається, аналогічна масі існуючих конструкцій: $Q_{мк}=6,5т$.

Визначимо відстань між центром мас частини крана, що обертається, і віссю обертання [рис. 3.3], м:

$$C = (0,25...0,3) \cdot L \quad (3.67)$$

$$C = (0,25...0,3) \cdot 5 = 1,25...1,5 \text{ м}$$

Приймаємо $C = 1,25 \text{ м}$.

Визначимо відстань у метрах між верхньою та нижньою опорами крана:

$$h = (0,5...0,7) \cdot L \quad (3.68)$$

$$h = (0,5 \dots 0,7) \cdot 5 = 2,5 \dots 3,5 \text{ м}$$

Задаємо $h = 3,5 \text{ м}$.

Визначимо вертикальну силу реакції N верхньому підшипнику крана [рис. 3.3]:

$$V = 10^4 \cdot (Q + G_T + G_{II} + Q_{МК}) \quad (3.69)$$

де Q - маса вантажу, $Q = 8 \text{ т}$; G_T - маса електричної талі, $G_T = 1 \text{ т}$; G_{II} - маса підвіски, $G_{II} = 0,2 \text{ т}$; $Q_{МК}$ - маса металоконструкції поворотної частини крана, $Q_{МК} = 6,5 \text{ т}$;

$$V = 10^4 \cdot (8 + 1 + 0,2 + 6,5) = 157000 \text{ Н}$$

Визначимо горизонтальну силу реакції N на верхній та нижній опорах:

$$N = 10^4 \cdot \frac{(Q + G_T + G_{II}) \cdot L + Q_{МК} \cdot C}{h} \quad (3.70)$$

$$N = 10^4 \cdot \frac{(8 + 1 + 0,2) \cdot 5 + 6,5 \cdot 1,25}{3,5} = 154650 \text{ Н}$$

Нижній опорний пристрій піддається впливу горизонтальної сили реакції $N = 154650 \text{ Н}$, що діє на два ролики, розташовані під кутом $\beta = 60^\circ$ один до одного.

Визначимо силу, що діє кожен блок [рис. 3.2], N :

$$N_p = \frac{N}{2 \cdot \cos \frac{\beta}{2}} \quad (3.71)$$

$$N_p = \frac{154650}{2 \cdot \cos 30^\circ} = 89290 \text{ Н}$$

Опорні підшипники вибираються залежно від статичного навантаження, оскільки кран повертається на максимальний кут 180° малої швидкості.

Для сприйняття вертикальної реакції на верхній опорі згідно з [12] вибрано полегшений однорядний упорний кульковий підшипник серії № 8216 ГОСТ 7872-89.

Для сприйняття горизонтальної реакції на верхній опорі згідно з [12] обраний підшипник кульковий однорядний радіальний № 322 ГОСТ 8338-75 з міцної серії.

Для вимірювання сили, що діє на нижній опорний пристрій згідно з [12], було вибрано серію міцних однорядних радіальних кулькових підшипників № 317 ГОСТ 8338-75.

3.20 Визначення моменту сил тертя у підшипниках та сили інерції

Визначимо момент сил тертя на опорах нерухомого крана, Нм:

$$T_c = T_{\text{тр1}} + T_{\text{тр2}} + T_{\text{тр3}} \quad (3.72)$$

де $T_{\text{тр1}}$ - момент сил тертя на рівні радіальної опори верхньої опори, Нм;

$$T_{\text{тр1}} = H \cdot f \cdot \frac{d_1}{2} \quad (3.73)$$

де f - Коефіцієнт тертя в підшипниках, $f = 0,015$;

d_1 – середній діаметр радіального підшипника, м;

$$d_1 = \frac{d_B + d_3}{2} \quad (3.74)$$

$$d_1 = \frac{0,110 + 0,280}{2} = 0,175 \text{ м}$$

$$T_{\text{тр1}} = 154650 \cdot 0,015 \cdot \frac{0,175}{2} = 203 \text{ Нм}$$

де $T_{\text{тр2}}$ - момент тертя зсуву на верхній опорі Нм;

$$T_{\text{тр2}} = V \cdot f \cdot \frac{d_2}{2} \quad (3.75)$$

де d_2 - середній діаметр опори завзятого підшипника в метрах;

$$d_2 = \frac{d_B + d_3}{2} \quad (3.76)$$

$$d_2 = \frac{0,08 + 0,115}{2} = 0,0975 \text{ м}$$

$$T_{\text{тр2}} = 157000 \cdot 0,015 \cdot \frac{0,0975}{2} = 115 \text{ Нм}$$

де $T_{\text{тр3}}$ - момент тертя на нижньому опорному пристрої Нм;

$$T_{\text{тр3}} = \frac{H}{\cos \gamma} \cdot \left(\frac{D_k}{d_p} + 1 \right) \cdot \left(\mu + \frac{f \cdot d_0}{2} \right) \quad (3.77)$$

де f - Коефіцієнт тертя в підшипниках, $f = 0,015$; D_k - діаметр колони, $D_k = 0,38$ м [7]; d_r - діаметр опорних роликів, м;

$$d_p = (0,4 \dots 0,5) \cdot D_k \quad (3.78)$$

$$d_p = (0,4 \dots 0,5) \cdot 0,380 = 0,152 \dots 0,19 \text{ м}$$

Приймаємо $d_p = 0,19$ м.

де d_0 - Діаметр валів роликів в метрах;

$$d_0 = (0,3 \dots 0,5) \cdot d_p \quad (3.79)$$

$$d_0 = (0,3 \dots 0,5) \cdot 0,19 = 0,057 \dots 0,095 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_0 = 0,085$ м.

де μ - коефіцієнт тертя ковзання ролика по колоні, $\mu = 0,0008$ м;

$$T_{\text{тр3}} = \frac{154650}{\cos 30^\circ} \cdot \left(\frac{0,38}{0,19} + 1 \right) \cdot \left(0,0008 + \frac{0,015 \cdot 0,085}{2} \right) = 770 \text{ Нм}$$

$$T_c = 203 + 115 + 770 = 1088 \text{ Нм}$$

Визначаємо момент, що крутить, необхідний для розгону завантаженого крана при допустимому прискоренні стріли в Нм:

$$T_i = 10^3 \cdot \left[(Q + G_T + G_{II}) \cdot L^2 + Q_{\text{МК}} \cdot C^2 \right] \cdot \frac{[a]}{L} \quad (3.80)$$

$$T_i = 10^3 \cdot \left[(8 + 1 + 0,2) \cdot 5^2 + 6,5 \cdot 1,25^2 \right] \cdot \frac{0,3}{5} = 14410 \text{ Нм}$$

3.21 Вибір електродвигуна механізму повороту

Визначимо статичну потужність електродвигуна у кВт:

$$P_{ст} = \frac{(T_c + 1,1 \cdot T_i) \cdot \omega_{кр}}{10^3 \cdot \eta_3 \cdot \psi} \quad (3:81)$$

де $\omega_{кр}$ – кутова швидкість обертання крана в c^{-1} ;

$$\omega_{кр} = \frac{\pi \cdot n_{кр}}{30} \quad (3:82)$$

$$\omega_{кр} = \frac{\pi \cdot 2,8}{30} = 0,3 \text{ c}^{-1}$$

де η_z - загальний ККД роторного механізму, $\eta_z=0,7$; - середнє кратне пускового моменту, $=1,6$;

$$P_{ст} = \frac{(1088 + 1,1 \cdot 14410) \cdot 0,3}{10^3 \cdot 0,7 \cdot 1,6} = 4,53 \text{ кВт}$$

Відповідно до [8], ми вибрали двигун МТФ 111-6.

3.22 Визначення загального передаточного числа, вибір редуктора механізму повороту крана

Визначимо загальну швидкість переміщення механізму:

$$U_3 = \frac{n_d}{n_{кр}} \quad (3:83)$$

$$U_3 = \frac{895}{2,8} = 320$$

При такому передатному відношенні механізм може складатися з косозубого колеса та відкритого колеса.

В якості редуктора був обраний одноступінчастий циліндричний кульковий редуктор ЧГ-160 з передатним відношенням $U_p=40$ і крутним моментом на валу, що повільно обертається $T_2=1492,8$ Нм [13].

Визначимо передатне відношення відкритого редуктора:

$$U_B = \frac{U_3}{U_p} \quad (3:84)$$

$$U_B = \frac{320}{40} = 8$$

3.22. Розрахунок передачі

Як відкритий редуктор використовуємо зубчасту передачу, яка дешевше зубчастої і менш чутлива до неточностей складання [рис. 3.5].

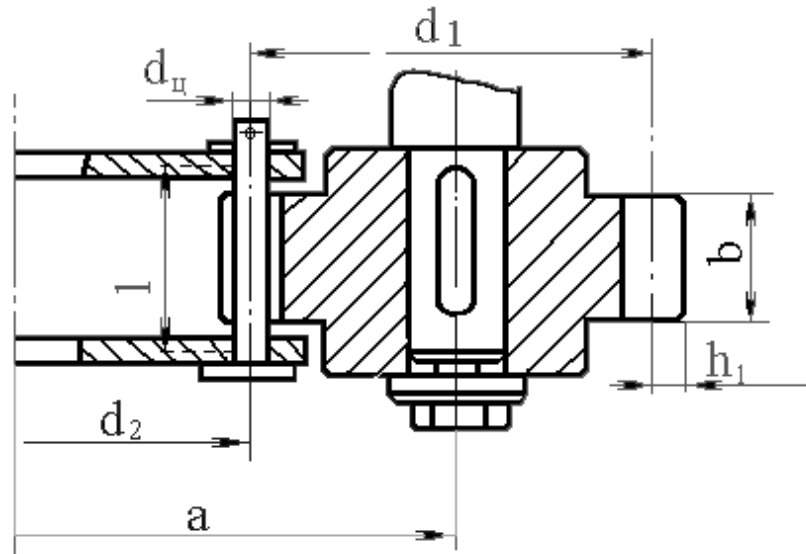


Рис. 3.7 Цівкова передача поворотного механізму.

Визначимо відстань m між центрами за умови контактних обмежень:

$$a' = \frac{U_B + 1}{4,45} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{z_1}{[\sigma]_H}\right)^2 \cdot \left(\frac{T_1}{\Psi_{bd}}\right)} \quad (3:85)$$

де z_1 - Число зубів шестерні, $z_1 = 10$ [4]; $[\sigma]_H$ – допустима контактна напруга, $[\sigma]_H = 1180$ МПа; bd - відносна ширина головки шестерні, $bd = 2$ [4]; T_1 – розрахунковий момент, що крутить, на валу шестерні, Н·м;

$$T_1 = \frac{T_c + T_i}{U_B \cdot \eta_{ц}} \quad (3:86)$$

де η_t - ККД шестерні, $\eta_t = 0,95$ [4];

$$T_1 = \frac{1088 + 14410}{8 \cdot 0,95} = 2039 \text{ Нм}$$

$$a' = \frac{8+1}{4,45} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{10}{1180}\right)^2 \cdot \left(\frac{2039}{2}\right)} = 0,846 \text{ м}$$

Визначимо діаметр водотоку в метрах:

$$d_{\text{ц}} = \frac{3 \cdot a'}{(U_{\text{в}} + 1) \cdot z_1} \quad (3:87)$$

$$d_{\text{ц}} = \frac{3 \cdot 0,846}{(8+1) \cdot 10} = 0,0282 \text{ м}$$

Приймаємо $DC=0,03\text{м}$.

Визначимо початковий діаметр кола променя, м:

$$d_1 = \frac{d_{\text{ц}} \cdot z_1}{0,475 \cdot \pi} \quad (3:88)$$

$$d_1 = \frac{0,03 \cdot 10}{0,475 \cdot \pi} = 0,201 \text{ м}$$

Визначимо дискурс зобов'язання, м:

$$t = \frac{\pi \cdot d_1}{z_1} \quad (3:89)$$

$$t = \frac{\pi \cdot 0,201}{10} = 0,063 \text{ м}$$

Визначимо початковий діаметр ланцюга суцільного колеса, м:

$$d_2 = \frac{t \cdot z_2}{\pi} \quad (3:90)$$

де z_2 - Число зубців на насадках коліс;

$$z_2 = U_{\text{в}} \cdot z_1$$

$$z_2 = 8 \cdot 10 = 80$$

$$d_2 = \frac{0,063 \cdot 80}{\pi} = 1,605 \text{ м}$$

3.23 Вибір гальм механізму повороту

Визначимо необхідний гальмівний момент у Нм:

$$T_{\Gamma} = \frac{1,1 \cdot T_i \cdot \eta_3}{U_3} - \frac{T_c}{U_3 \cdot \eta_3} \quad (3,91)$$

$$T_{\Gamma} = \frac{1,1 \cdot 14410 \cdot 0,7}{320} - \frac{1088}{320 \cdot 0,7} = 29,8 \text{ Нм}$$

Було обрано електромагнітне колодкове гальмо типу ТКТ-200/100 і встановлено на розрахунковий гальмівний момент $T_{\Gamma} = 29,8$ Нм.

3.24. Вибір муфт

Для запобігання пошкодженню обертових частин механізму крана у разі випадкового защемлення стріли перешкодою в редуктор вбудований запобіжний пристрій, виконаний у вигляді фрикційної муфти, що обмежує момент, що крутить. Оптимальне розташування - на валу з найменшим моментом, що крутить, тобто між електродвигуном і редуктором.

Визначимо крутний момент зчеплення в Нм:

$$T_M = \frac{(T_c + T_i) \cdot K_1 \cdot K_2}{U_3 \cdot \eta_3} \quad (3,92)$$

де K_1 - коефіцієнт, що враховує ступінь відповідальності механізму, для механізму повороту крана $K_1 = 1,4$ [2]; K_2 - коефіцієнт, що враховує режим роботи механізму, для середнього режиму роботи $K_2 = 1,25$ [2];

$$T_M = \frac{(1088 + 14410) \cdot 1,4 \cdot 1,2}{320 \cdot 0,7} = 116,2 \text{ Нм}$$

Ми зупинили свій вибір на фрикційній запобіжній муфті зі змінною кількістю фрикційних поверхонь.

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ АВТОМАТИЧНИХ ВАНТАЖОЗАХВАТІВ ТА КОНСТРУКТИВНА РОЗРОБКА

4.1. Аналіз конструкцій вантажозахватних пристроїв

Вантажозахватний пристрій - спеціалізований пристрій для кріплення, підйому та переміщення вантажів різної маси, форми та габаритів. Воно використовується на складах металопродукату для навантаження та розвантаження листів, прокату та профілів, а також незамінне на будь-якому будівельному майданчику.

Аналіз конструкції вантажопідйомного пристрою включає його класифікацію за типом (гак, спредер, грейфер), оцінку його придатності до відповідного виду вантажу, аналіз вантажопідйомності, міцності, надійності та безпеки, а також дослідження характеристик механізму керування. При виборі вантажопідйомного пристрою враховуються вантажопідйомність крана, форма та габарити вантажу, умови експлуатації та специфіка задачі, що вирішується.

Основні типи гаків-кішок:

Гак: Найбільш поширений тип використовується для підйому вантажів за допомогою строп. Аналізуються його форма, матеріал, міцність та довговічність.

Траверси:: Вони використовуються для підйому вантажів, які неможливо підвісити, наприклад, довгомірних або великогабаритних. Аналізуються їх вантажопідйомність, габарити та системи кріплення.

Грейфери: Вони використовуються для підйому сипких матеріалів, таких як пісок або вугілля. Аналізується конструкція їхнього бункера та механізму управління.

4.2. Основні параметри класифікації вантажопідіймальних машин.

Вантажопідйомність: Максимальний вантаж, який може підняти пристрій.

Міцність: Міцність матеріалу, з якого виготовлений затискач, а також міцність всіх компонентів та з'єднань.

Надійність: Надійність механізму керування та всіх компонентів, що забезпечують безпеку.

Безпека: Конструкція відповідає всім вимогам безпеки, включаючи відсутність гострих кутів, наявність замикаючих механізмів і т.д.

Дотримання правил щодо типу вантажу коли підйомне обладнання підходить для роботи з певним типом вантажу (наприклад, для підйому сипких вантажів, труб, листів тощо).

Особливості механізму управління: Простота використання захватного пристрою, точність позиціонування та безпека.

Умови експлуатації: якщо конструкція підйомного пристрою дозволяє експлуатувати його за певних умов експлуатації (наприклад, підвищена вологість, запиленість, вібрації тощо).

Підйомні захоплення можуть бути фіксованими або знімними кінцями канатних або ланцюгових строп, замінюючи традиційні гаки, скоби та ланки. Їх також можна використовувати з вантажопідйомними траверсами для підйому важких вантажів.

Тип захвату залежить від фізико-механічних властивостей вантажу. Багато пристроїв проектується і виготовляються за індивідуальним замовленням для особливих, нестандартних вантажів. Однак існують стандартні рішення для захоплення вантажів без точок кріплення (кілець, вушок). Додаткову інформацію див. у нашій документації.

Сталевий лист (рис. 4.1). Залежно від бажаного положення підйому сталевих листів можна використовувати вантажне або вертикальне захоплення. Для горизонтального підйому аркушів підходить магніт. Щоб

запобігти падінню аркуша під власною вагою, а також згинанням або зісковзуванням магніту, використовуйте парні магнітні захоплення.



Рис. 4.1. Затискач для сталевих листів

Профільний прокат. До профільних виробів відносяться рейки, швелери, двотаври, балки, круглі прутки і т. д. Захоплення використовуються для підйому та переміщення рейок та ґратчастого настилу. Зазвичай вони використовуються в парі з розпіркою (лінійна розпірка і два захвати дозволяють піднімати рейки окремо, а рамна розпірка — ґратчастий настил).



Рис. 4.2. Профільна ручка

Труби. Для підйому трубопроводів при новому будівництві або заміні зношених ділянок водо-, газо- і нафтопроводів кінцеві затискачі зі змінними поліуретановими накладками є простим і безпечним рішенням. Ці затискачі піднімають трубопровід горизонтально і використовуються парами,

починаючи з кінців. М'які накладки запобігають пошкодженню кромки труб, а їхнє широке розкриття дозволяє піднімати навіть теплоізовані труби.



Рис. 4.3. Хомут для шлангу

Бочки. Ці контейнери широко використовуються. Вони служать для зберігання та транспортування меду, бензину, палива та іншої сировини. Характерною особливістю цих бочок є їхній обідок, до якого прикріплені спеціальні ручки. Залежно від вибраного способу транспортування використовують різні типи ручок.



Рис. 4.4. Насолода від бочки

Кабельні барабани та канатні барабани. Кожен кабельний барабан має фланцеве отвір на осі. Для завантаження та розвантаження барабанів використовуються спеціальні затискачі – ножичні або поворотні. На кінці цих затискачів є сталеві пластини, що нагадують важіль. Ця пластина вставляється вертикально в отвір і переміщується горизонтально під час підняття затискача.

Щоб зняти затискач після використання, просто потягніть за кабель. Деякі затискачі оснащені поворотним з'єднанням для полегшення розмотування кабелю під час монтажу або укладання кабельних лотків. Ножичі затискачі працюють за принципом ножиць: після підняття вони утримуються в отворі ексцентриковими силами, забезпечуючи надійну фіксацію.



Рис. 4.5. Затискач для троса чи барабана

Вантажопідйомні пристрої (захоплення) різняться залежно від типу вантажу, що переміщується. Вибір залежить від ваги, форми та конструктивних особливостей вантажу.

У будівництві використовуються залізобетонні елементи різних розмірів та конструкцій. Для кожної залізобетонної колони, кільця та плити українські інженери розробили індивідуальне, вузькоспеціалізоване рішення: фундаменти, адаптовані під необхідні розміри та здатність, що несе.

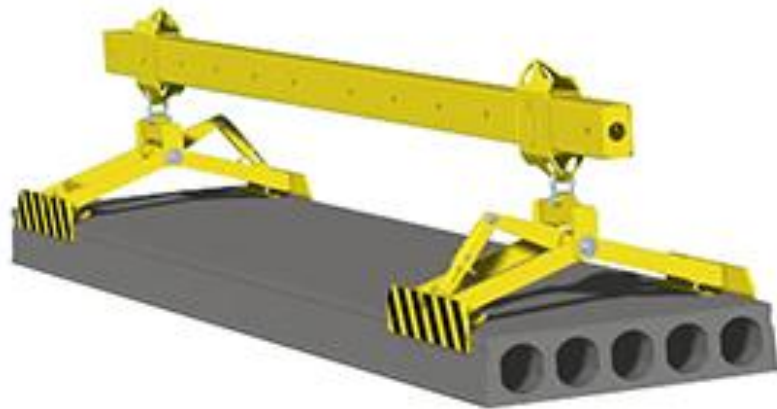


Рис. 4.6 Кріплення пластини

Круглий ліс (необроблені круглі шматки заліза). Подвійні ножичні захвати використовуються для утримання та підйому круглих вантажів діаметром від 50 до 480 мм. Вони також підходять для роботи з довгомірними циліндричними вантажами. Ці захоплення застосовуються для позиціонування сталевих циліндричних деталей на верстатах, як при механічній обробці, так і при виготовленні різних деталей. Затискні важелі оснащені поліуретановими накладками для кращого зчеплення із поверхнею заготовки. Ці захоплення також підходять для підйому труб і широко використовуються в лісовій та деревообробній промисловості. Для більш зручного та надійного захоплення при підйомі зрубаних колод рекомендується використовувати змінні металеві зубці.



Рис. 4.7 Подвійна ручка для круглих виробів

Мармурові та гранітні плити. Бережна обробка мармурових та гранітних плит – складний та відповідальний процес. Тому використовуються спеціальні захвати для мармуру та граніту зі сталі марки 09Г2С із порошковим покриттям. Захоплення оснащені поліуретановими підшипниками ковзання А90. Захоплення доступні у вертикальному та горизонтальному виконанні та витримують навантаження від 0,2 до 3 тонн.



Рис. 4.8 Кліщі для гранітних плит та плиток

Будівельна опалубка. При монтажі та демонтажі елементів монолітної опалубки на будівельних майданчиках використовуються спеціальні опалубні затискачі, що встановлюються парами. Вони кріпляться до опалубного профілю за допомогою системи кріплення, яка стискає профіль або елементи опалубки під дією власної ваги. Вони працюють за принципом ексцентричного механізму. Затискачі виготовлені з низьколегованої сталі марки 09Г2С та розраховані на навантаження до однієї тонни.



Рис. 4.9. Опалубне захоплення $Q=1$ т.

Піддони та полиці. Для оптимізації логістики транспортування палетованих, упакованих та коробкових вантажів на складах, у супермаркетах, на заводах та в цехах, де є підйомне обладнання, але немає вилкових навантажувачів, рекомендується придбати вилковий навантажувач. Його ширина регулюється, що дозволяє працювати з різними типами палет, включаючи європіддони. Вила тримаються на постійній висоті. Навантажувачем може керувати одна людина, чия задача обмежується висуванням та складанням вил. Вила вибираються з урахуванням вантажопідйомності (від 0,8 до 3 тонн) та максимальної висоти підйому.



Рис. 4.10. Укладач піддонів

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕНТАБЕЛЬНОСТІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

5.1. Економічна оцінка рентабельності проекту.

Розрахунок інвестиційних витрат.

Інвестиційні витрати включають витрати на підготовку виробництва, будівництво, монтаж та транспортування.

$$K = C_{\text{предпр}} + C_{\text{констр}} + C_{\text{установка}} + C_{\text{транспр}}$$

1. Витрати на підготовку виробництва включають створення конструкторської документації, витрачене на це завдання час і витрати праці.

$$C_{\text{пред}} = 1,35 \cdot 110 \cdot 9,6 = 1426 \text{ грн.}$$

2. Визначте ціну нової моделі.

$$C_{\text{констр}} = \left[M + 3_{\text{осн}} + 3_{\text{пр}} \frac{(H_{\text{цех}} + H_{\text{озр}} + H_{\text{тл}} + H_{\text{изм}} + H_{\text{пр}})}{100} \right] \cdot \left(1 + \frac{Q}{100} \right) \cdot \left(1 - \frac{S}{100} \right)$$

а) М – Матеріали та його вартість. Включає вартість сировини та покупних матеріалів.

Вартість основних матеріалів:

Витрата 3,5 т.

Ціна за 1 тонну: 27 000 грн.

Монсеньйор = 9450 грам.

Вартість закуплених матеріалів:

Електродвигун за 35 000 грн.

ТКГ-160 7300 грн гальмо.

Мотузка 1200 р.

Електроустаткування та інші матеріали 60 000 грн.

Разом: М = 193000 грн.

Загальні матеріальні витрати:

$$M = M_{\text{осн}} + M_{\text{кауф}} = 94500 + 193000 = 287500 \text{ грн.}$$

б) Розрахунок базової заробітної плати:

Пряма заробітна плата $Z_p = P_v \cdot$

Назва операцій	Круглий	ЗАРАЗ	Навантаження, час.	Кількість (г)
зварювання	3	8.4	112	2822.4
складання	6	7.8	165	7722

$$Z_{pr} = 2822,4 + 7722 = 100\,544,4 \text{ гривні.}$$

Вартість установки складає 5% вартості автомобіля.

$$V_{становлення} = 0,0560 \cdot 170,6 = 3008,53 \text{ грн.}$$

Інвестиційні витрати включають:

$$K = 1426 + 28750 + 3008 + 10544 = 43728 \text{ грн.}$$

Вартість крана аналогічної конструкції у готовому вигляді становить 680 425 грн., економічний ефект від самостійної розробки та впровадження у виробництво складає 246 907 грн. без урахування транспортування та монтажу обладнання зовнішнім підрядником.

5.2. Охорона праці під час роботи з вантажопідійомними механізмами.

Безпека праці під час підйому та переміщення вантажів істотно залежить від конструктивних особливостей вантажопідіймального обладнання та його відповідності нормам безпеки.

Під час роботи крана трос може обірватися, кран може зійти з рейок або вийти з ладу через сильний вітер, що може мати серйозні наслідки.

Для запобігання обриву троса при підйомі вантажів, що перевищують номінальну більш ніж на 10%, встановлюється обмежувач вантажопідійомності. Цей пристрій спрацьовує за перевищення номіналу, збільшуючи натяг троса. Обмежувач висоти підйому запобігає надто великому опусканню вантажу.

Запобіжні заходи, яких повинен дотримуватися оператор

Для попередження обслуговуючого персоналу, що знаходиться поряд із краном, автоматично вмикається звуковий сигнал, як тільки кран починає рух. Сигналізація також активується, якщо вантажівка перебуває в русі.

Ризик знаходження людей у дверях виключається за рахунок автоматичного блокування дверей під час роботи крана.

Для забезпечення безпечного доступу до механізмів, запобіжних пристроїв та електроустановок платформи, сходи та огороження повинні відповідати специфікаціям та розмірам державного регулюючого органу для шахт та галузей промисловості.

Для запобігання несанкціонованому доступу до робочої зони механізмів усі висувні частини механізмів та електрообладнання надійно закріплені та закриті захисними пристроями.

Забезпечити пожежну безпеку під час експлуатації крана.

Небезпека виникнення пожежі для людей становить відкритий вогонь, іскри, висока температура навколишнього середовища, предмети і т. д., токсичні продукти горіння, дим, знижена концентрація кисню та частинки від будівельних конструкцій, споруд та обладнання.

Для забезпечення пожежної безпеки на крані вжито наступних заходів: Усі блоки керування розміщені в герметичному корпусі, а електродвигуни всіх пристроїв певною мірою захищені від зовнішніх впливів.

При цьому робоча температура обмоток становить менше 140 ° C (температура поверхні менше 100 ° C), що забезпечує запас енергії 10%: електроживлення крана і шасі.

Електроприводи крана оснащені найсучаснішою системою регулювання швидкості. Ця система мінімізує навантаження на гальма та запобігає перевищенню допустимих значень температури гальмівних колодок у процесі експлуатації. Резистори підібрані із стандартних комплектуючих, що

забезпечує підтримання температури поверхні електродів у межах допустимих значень 185°C.

Для забезпечення пожежної безпеки є вуглекислотний вогнегасник для гасіння загоряння електропроводки та обладнання.

Оцінка електробезпеки кранів

Під час огляду та обслуговування крана вимикач повинен перебувати в положенні «Вимк.».

Відсутність захисних ґрат на шинах, а також несправність контрольних ламп, що вказують на наявність напруги, можуть призвести до ураження електричним струмом під час перевезення.

Проходження електричного струму через тіло людини створює теплові та електролітичні ефекти і може призвести до місцевих та загальних електричних ушкоджень.

Кран обладнаний захисним заземленням, яке є точкою заземлення металевих частин, що знаходяться під напругою, але можуть опинитися під напругою у разі пошкодження електроізоляції системи. Головні електричні кола крана захищені пристроями захисту з високовольтними автоматичними вимикачами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Григорій О.В., Петренко Н.О. Підйомні машини. Навчальний посібник – Харків. НТУ "ХПІ", 2005 - 304 с.
2. Скойбідо А.Т. Деталі машин. Дизайн Мн.: 2001.-290 с.
3. С.А. Козак, В.Є. Дусьє та ін. Практикум з конструювання підйомних споруд. - Вища школа, 1989. - 319 с.
4. Кузьмін А. В., Морон Ф. Л. Довідник з розрахунку підйомно-транспортних машин. - 1983. - 350 с.
5. Правила влаштування та безпечної експлуатації мостових кранів. - К.: 2007.-123с.
6. Розрахунок, проектування та виготовлення зварних конструкцій. Коротков А.А. - Миколаїв: Університет, 1971.

ДОДАТКИ