

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний

(повне найменування інституту, назва факультету)

Деталей машин і підйомно-транспортних механізмів

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему: Аналіз та розробка обґрунтування переведення гакового мостового
крана в магнітний.

Виконав: студент VI курсу, групи М-313м
спеціальності (напряму підготовки)

133 Галузеве машинобудування

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Соболь П.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Клименко А.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Кариров М.М.

(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра Деталей машин і підйомно-транспортних механізмів

Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
 (код і назва)

Напрямок підготовки _____
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
Мартовицький Л.М.
 "11" 12 20 18 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Соболь Павлу Вікторовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Аналіз та розробка обґрунтування переведення гакового мостового крана в магнітний.

керівник проекту (роботи) ст.викл. Клименко А.В.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 07 » листопада 2018 р № 334

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.12.2018р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Дослідження мостового крана
Q = 20т.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Опис об'єкта (мостовий спеціальний кран Q = 20/12.5т); 2. Перевірні розрахунки механізмів крана; 3. Розрахунок металоконструкції; 4. Вибір електромагніту та встановлення його; 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; Висновок; Список посилань

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Лист 1 (Загальний вид мостового крану); Лист 2 (Встановлення магніту); Лист 3 (Складальне креслення кабельного поліспасти)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1 - 4	Клименко А.В. ст.викл		
5	Нестеров О.В. доц., к.т.н		

7. Дата видачі завдання 03.09.2018р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Видача завдання до магістерської роботи	03.09.18	03.09.18
2.	Розробка робочого плану магістерської роботи за узгодженням з науковим керівником	24.09.18 – 28.09.18	24.09.18 – 28.09.18
3.	Написання I, II, III, IV розділу та представлення його на кафедру в друкованому вигляді	01.10.18 – 30.11.18	01.10.18 – 30.11.18
4.	Написання V розділу та представлення його на кафедру в друкованому вигляді	03.12.18 – 07.12.18	03.12.18 – 07.12.18
5.	Подання роботи на кафедру в остаточному чистовому оформленні	10.12.2018	10.12.2018
6.	Захист магістерської роботи перед ДЕК	18.12.18	8

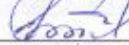
Студент


 (підпис)

Соболь П.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


 (підпис)

Клименко А.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота "Аналіз та розробка обґрунтування переведення гакового мостового крана в магнітний": 47с., 3рис., 1табл., 13 джерел.

Об'єктом дослідження є мостовий кран $Q = 20/5\text{т}$, який встановлений на відкритій естакаді електросталеплавильного цеху заводу «Дніпроспецсталь». Предметом дослідження є механізм головного підйому.

Мета роботи –дообладнання головного механізму підйому крана з'ємним електромагнітом та дослідження механізмів та металоконструкції головної балки мостового крану.

Методи дослідження: розрахунково-аналітичний, з використанням програмних продуктів MatCad, Word, Excel, КОМПАС.

Основні положення роботи. Проведено перевірні розрахунки механізму підйому, механізмів пересування візка та крану, а також прораховано металоконструкцію головної балки крану. Обрано електромагніт, встановлена випрямна установка та електроапаратура.

Значимість роботи і висновки. Модернізований мостовий кран передбачає продуктивність при перевантаженні вказаних матеріалів.

Ключові слова: МОСТОВИЙ КРАН, ВАНТАЖОПІДЙОМНІТЬ, МЕТАЛЕВА СТРУЖКА, ГАК, МІЦНІСТЬ, МАСА, ЕЛЕКТРОМАГНІТ, ВИПРЯМНА УСТАНОВКА, МЕХАНІЗМ ПІДЙОМУ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МОСТОВІ КРАНИ.....	7
2. ПЕРЕВІРНІ РОЗРАХУНКИ МЕХАНІЗМІВ КРАНА.....	12
2.1 Механізм підйому.....	12
2.2 Механізм пересування візка.....	14
2.3 Механізм пересування моста крана.....	17
3. РОЗРАХУНОК МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ.....	20
3.1 Визначення розрахункових навантажень на головну балку.....	21
3.2 Визначення моменту інерції і моменту опору балки відносно горизонтальної вісі «Х».....	22
3.3 Розрахунок на міцність.....	23
3.4 Перевірка на втомну міцність головної балки.....	24
4. ВИБІР ЕЛЕКТРОМАГНІТУ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ЙОГО.....	28
4.1 Випрямна установка.....	30
4.2 Гнучкий кабель.....	30
4.3 Конструкція струмопідводу.....	31
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	32
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	32
5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки	33
5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	41
5.4 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки.....	43
5.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	44
ВИСНОВОК	46
СПИСОК ПОСИЛАНЬ	47

ВСТУП

На відкритій естакаді електросталеплавильного цеху заводу «Дніпроспецсталь» встановлено гаковий мостовий кран загального призначення. В зоні праці цього крану складаються електроди – заготовки для електрошлакового переплаву, відходи електродів, металева стружка. Для підвищення продуктивності при перевантаженні вказаного матеріалу, виникла необхідність переобладнання гакового крану в магнітний шляхом навішування на гак знімного вантажного електромагніту. При необхідності кран буде використовуватися як гаковий.

Характеристика крану

Вантажопідйомність	$Q = 20/5\text{т}$
Проліт	$L = 16.5\text{м}$
Висота підйому	$H = 8\text{м}$
Режим роботи – середній	ПВ – 25%
Швидкість підйому	$v_{\text{під}} = 9,2\text{м/хв}$
Швидкість пересування візка	$v_{\text{пер.віз}} = 38,5\text{м/хв}$
Швидкість пересування мосту	$v_{\text{пер.мост}} = 80\text{м/хв}$
Рід току – змінний	380В

В ході модернізації треба обладнати механізм підйому знімним електромагнітом для підйому вантажів вагою до 12т. На кран буде використано електромагніт М22ВТ2, який має найбільшу паспортну вантажопідйомність 16т. Власна вага електромагніту 1,5т.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МОСТОВІ КРАНИ

Мостові крани застосовують у цехах ремонтних підприємств і виробничих цехів підприємств будівельної індустрії.

Конструкції спеціальних мостових кранів досить різноманітні. Ці крани можуть поступально переміщуватися по кранових рейках або обертатися навколо вертикальної осі. До обертових кранів ставляться хордові, радіальні й поворотні.

Поступально переміщуючі мостові крани мають однобалочні та двобалочні мости з нормальною довжиною прольоту або збільшеної до 40-60 м.

Вантажопідйомність цих машин становить 400-500т. і більше.

Мостові крани, що поступально переміщуються, частіше обладнуються гаками, скобами або спеціальними вантажзахоплюючими пристроями (магнітами, грейферами, механічними кліщами). Мостові крани обладнані візками, які призначені для підйому і переміщенню вантажу уздовж прольоту. Візки можуть переміщатися по рейках, закріплені на верхніх або нижніх поясах мостів. Візок, що пересувається по нижніх поясах мостів, можуть переміщатися по перехідних містках з одного прольоту цеху в інший, який поряд розташований. Перехідні містки з рейками для візків розташовані під підкрановими балками й мають тролі для живлення електродвигунів.

Візок, що переміщується по верхніх і нижніх поясах балок мостів, можуть бути обладнані поворотними стрілами, опорно-поворотними пристроями й поворотними частинами, що обертаються навколо вертикальних осей. На поворотних осях розташовані стріли, які обладнані вантажозахоплюючими пристроями.

Механізми мостового крана забезпечують три рухи: підйом вантажу, пересування візка й пересування мосту. Механізм підйому оснащений лебідкою, яка зв'язана з здвоєним поліспастом; при вантажопідйомності більше 10 т. крани оснащують двома самостійними механізмами підйому - головним і допоміжним, що має вантажопідйомність, рівну приблизно 0.25 від основного і використовується для підйому малих вантажів з великою швидкістю. Механізм підйому мостового крану, який обладнаний електромагнітом виконують с додатковим встановленням на візку приладом, який живить електромагніт. Механізм пересування візка має два неприводних і два приводних колеса, що обертаються електродвигуном через редуктор.

Класифікація мостових кранів

РАДІАЛЬНИЙ КРАН.

Радіальний кран, що обертається щодо однієї зі своїх опор, має довжину прольоту, рівну радіусу R кільцевої робочої площадки, що він обслуговує. Вісь обертання мосту закріплена на опорі, змонтованої в центральній частині робочої площадки й прикріпленої до стелі будинку. Візок призначений для обслуговування тієї площі кільця, що менше площі кільця радіусом R з урахуванням тих відстаней, на які візок не може підходити до ходового провідного візка, що переміщується по кільцевій рейці до опори.

ХОРДОВИЙ КРАН.

Хордовий кран так само, як і радіальний, переміщується по одній кільцевій рейці. Ходові колеса закріплені на ходових візках, несиметрично розташованих щодо балок мосту. Візок мосту призначений для обслуговування меншої площі кільця при тім же радіусі R , як у радіального крана.

ПОВОРОТНИЙ КРАН.

Поворотний мостовий кран має довжину мосту крана, рівну $2R$ – від діаметра кільцевої рейки. Візок, який переміщується по балках мосту, обслуговує більшу площу, чим радіальний кран, тому що може піднімати вантажі в центрі робочої площадки. У цьому крані ходові візки переміщуються в протилежні сторони при повороті мосту щодо центра окружності кільцевої рейки. Ходові колеса так само, як і в інших кранах, мають осі, орієнтовані по радіусу кільцевої робочої площадки.

МАГНІТНІ КРАНИ.

Магнітні крани призначені для підйому й транспортування феромагнітних матеріалів (скрапу, стружки, листового й профільного прокату, изложниц для розливання стали й т.д.) Ці крани обладнані вантажними електромагнітами, що підвішуються на гакові підвісі або траверсі(на гнучкому або твердому підвісі), розташовані в поздовжньому або поперечному напрямку щодо мосту.

Вантажопідйомність магнітних кранів становить від 5 до 40 т, швидкість підйому 14-20 м/хв.

Найпоширенішими є металоконструкції з листового матеріалу для головної балки й допоміжні ферми, а також двобалкові коробчастої конструкції, що володіють високим опором втомі.

Магнітний кран складається з мосту з механізмом пересування, однієї або двох візків з механізмом підйому й пересування, піднімання магніту та кабіна, що підвішується до металоконструкції мосту.

Механізми пересування цих кранів і їхніх візків не мають відмінностей у порівнянні з механізмами мостових кранів загального призначення. Останнім часом все більше поширення одержують механізми пересування кранів з розділеним приводом кожної сторони мосту.

ОДНОБАЛКОВІ МОСТОВІ КРАНИ.

Залежно від типу приводу розрізняють однобалкові мостові крани з ручним і електричним приводом.

У ручних підвісних мостових кранах (ДЕРЖСТАНДАРТ 7075-80 і ГОСТ 7413-80) як механізми підйому застосовують підвісні ланцюгові талі. Однобалочний опорний мостовий кран складається з мосту, виконаного у вигляді двотаврової балки, що опирається на дві кінцеві балки, ручного механізму пересування, що приводиться в рух ланцюгом і ручним візком з ланцюговим приводом.

Однобалочні мостові крани з електричним приводом розділяються на опорні й підвісні. Крани вантажопідйомністю до 5т обладнаються електроталями, керованими з підлоги: на кранах більшої вантажопідйомності встановлюються звичайні механізми підйому мостових кранів опорної конструкції й управляються з нерухливої або рухливої кабіни. Швидкість пересування кранів, керованих з підлоги, не перевищує 0.53м/с: швидкість пересування кранів, керованих з кабіни, досягає 1м/с.

Як несуча балка однобалкових кранів підвісної конструкції застосовують, як правило, двотавр. У необхідних випадках несучу балку підсилюють вертикальною шпренгельною конструкцією й горизонтальною фермою. Балки підвішують до ходових кареток, які переміщаються по підкранових двотаврових напрямних. Половина опорних кареток - приводні. Стикування несучих балок сусідніх прольотів здійснюють за допомогою спеціальних замків, що запобігають перехід візка на сусідній політ при відкритому замку. Підвісні мостові крани істотно легше опорних мостових кранів тої ж вантажопідйомності. До того ж вони дозволяють використовувати практично всю корисну площу виробничого приміщення.

ДВОБАЛОЧНІ МОСТОВІ КРАНИ.

Залежно від типу приводу розрізняють двобалочні мостові крани з ручним і електричним приводом. Мостові крани бувають із коробчатими, сплошностінчатыми головними балками, із гратчастими головними й допоміжними балками. Найпоширеніші мостові крани з коробчатими головними балками. Такий кран являє собою конструкцію, що складається з балкового або ферменного мосту, який спирається на поперечні кінцеві балки, у яких закріплені ходові колеса, що приводяться в обертання механізмом пересування крана. Мост переміщується по підкранових коліях, покладеним на підкранові балки, що спираються на колони будинки. По мосту пересувається візок. Апаратура керування розміщується в кабіні. Живлення крана електроенергією здійснюється через головні тролі, які розташовані уздовж підкранової балки. Для обслуговування їх на мосту крана є площадка.

Кранові гратчасті мости виготовляють за допомогою ручного зварювання, а сплошностінчаті - автоматичного або напіваавтоматичного зварювання.

Візок являє собою конструкцію, що складається зі звареної рами, одного або двох механізмів підйому, механізму пересування. Візка мостових кранів з одним і двома механізмами підйому з'єднується з редуктором звичайно за допомогою проміжного валу. Це забезпечує більше рівномірний розподіл тисків на ходові колеса візка. Механізми пересування, як правило, виконуються за схемою з тихохідним валом. Живлення механізмів візка здійснюється за допомогою спеціальних струмоведучих шин троліїв або гнучкого кабелю.

Вантажопідйомність бруківок двобалочних кранів загального призначення - $Q=5\ldots 500$ т.

2 ПЕРЕВІРНІ РОЗРАХУНКИ МЕХАНІЗМІВ КРАНА

2.1 Механізм підйому

Встановлений на крані гак №20 при важкому режимі роботи має паспортну вантажопідйомність 20т., що вище ніж передбачувана.

Канат, барабан і блоки

В механізмі підйому передбачувана установка канату ЛК – 3 6х25/10с;
d = 17,5мм; R = 15550кг – розривне зусилля.

Зусилля в канаті при вантажопідйомності 12т:

$$S = \frac{Q + G_{\text{магн}} + G_{\text{підв}}}{2 * i_{\text{п}} * \eta_{\text{п}}} = \frac{12000 + 1500 + 640}{2 * 4 * 0,98} = 1810\text{кг}$$

Запас міцності канату:

$$n = \frac{15550}{1810} = 8,7 > [n] = 6 \text{ при ПВ } 40\%$$

Таким чином, встановлений канат дозволяє його експлуатувати при важкому режимі роботи при новій вантажопідйомності.

Діаметри барабану і блоків встановлені в механізмі підйому дорівнюють 500мм. Відношення діаметрів барабану і канату:

$$\frac{D_{\text{б}}}{d_{\text{к}}} = \frac{500}{17,5} = 29,5 \approx [n] = 30$$

Перевірка електродвигуна

Необхідна потужність:

$$N = \frac{(Q + G_{\text{п}}) * v}{6120 * \eta} = \frac{(12000 + 1500 + 640) * 9.2}{6120 * 0.88} = 24,2\text{кВт}$$

На кран встановлений електродвигун МТН 511 – 8У2: $N = 23\text{кВт}$;

$n = 730\text{об}^{-1}$; $G_1 D_p^2 = 4,3\text{кгм}^2$; $M_{\max} = 115\text{кгм}$ при ПВ-40%.

Час пуску механізму підйому:

$$t_{\text{п}} = \frac{n}{375 * (M_{\text{сп}} - M_{\text{ст}})} \left[C(G_1 D^2)_1 + \frac{Q D_6^2}{l_0^2 \eta} \right] =$$

$$= \frac{730}{375 * (49 - 32)} \left[1,15 * 5,3 + \frac{14140 * 0,5^2}{(4 * 31,5)^2 * 0,88} \right] = 0,72\text{сек}$$

$$M_{\text{сп}} = 1,6 M_{\text{н}} = 1,6 * 974 * \frac{23}{730} = 49\text{кгм}$$

$$M_{\text{ст}} = \frac{G_1 D_6}{2 * i_{\text{п}} * i_{\text{р}} * \eta} = \frac{14140 * 0,5}{2 * 4 * 31,5 * 0,88} = 32\text{кгм}$$

$$(G_1 D^2)_1 = G_1 D_p^2 + G_1 D_{\text{м}}^2 + G_1 D_{\text{тш}} = 4,3 + 1 = 5,3\text{кгм}^2$$

Встановлений на крані двигун МТН 511 – 8У2 придатний для експлуатації при ПВ – 40%.

Муфта МЗП – 3 швидкохідного валу

Максимальний момент, який передає муфта

$$M_{\text{м}} = 315\text{кгм}; \quad M_{\text{р}} = M_{\text{ст}} = 32\text{кгм};$$

$$\frac{M_{\text{м}}}{M_{\text{р}}} = \frac{315}{32} = 9,8 > K_1 * K_2 = 1,8 * 1,1 = 2$$

Гальма

Необхідний гальмівний момент:

$$M_T = M_{ст} * \eta^2 * K_T = 32 * 0,88^2 * 2 = 49,2 \text{ кгм}$$

K_T – коефіцієнт запасу гальмування при ПВ – 40%

В механізмі встановлено гальма ТКТГ – 300, з допустимим гальмівним моментом $80 \text{ кгм} > 49,2 \text{ кгм}$.

Редуктор

В механізмі підйому встановлений редуктор РМ 650 – 31,5 – 4М з передаточним числом $i = 31,5$, що допускає при ПВ = 40% та 750 об^{-1} швидкохідного валу, передачу потужності $24,5 \text{ кВт} > 24,2 \text{ кВт}$.

Отже, редуктор заміни не підлягає.

2.2 Механізм пересування візка

Перевірка електродвигуна

На візку встановлений електродвигун МТФ – 112 – 6У2. $N = 5 \text{ кВт}$; при ПВ - 25%; $n = 920 \text{ об}^{-1}$; $N = 4,2 \text{ кВт}$; при ПВ-40%; $n = 985 \text{ об}^{-1}$; $G D_p^2 = 0,28 \text{ кгм}^2$; $M_{\max} = 12,5 \text{ кгм}$

Час пуску електродвигуна:

$$\begin{aligned} t_{\pi} &= \frac{n}{375 * (M_{сп} - M_{ст})} \left[C(G_1 D^2)_1 + \frac{(Q + G_T) D_{х.к}^2}{l^2 \eta} \right] = \\ &= \frac{935}{375 * (7 - 1,81)} \left[1,15 * 0,78 + \frac{(14140 + 6200) * 0,32^2}{28^2 * 0,9} \right] = \\ &= 2,02 \text{ сек} \end{aligned}$$

Середньопусковий момент двигуна:

$$M_{\text{сп}} = 1,6M_{\text{н}} = 1,6 * 974 * \frac{N}{n} = 1,6 * 974 * \frac{4,2}{935} = 7\text{кгм}$$

Статичний момент механізму:

$$M_{\text{ст}} = \frac{Q + G_{\text{Т}}}{i_{\text{р}} * \eta} \left(\mu + \frac{fd}{2} \right) K_p = \frac{14140 + 6200}{28 * 0,9} \left(0,04 + \frac{0,015 * 7}{2} \right) * 2,5 = 1,81\text{кгм}$$

Маховий момент швидкохідного валу:

$$(G_1 D^2)_1 = G_1 D_{\text{р}}^2 + G_1 D_{\text{м}}^2 = 0,28 + 0,5 = 0,78\text{кгм}^2$$

Перевірка електродвигуна по нагріву.

Опір пересуванню:

$$W = \frac{(Q + G_{\text{Т}})(r\mu + fd)K_p}{D_{\text{х.к}}} = \frac{20340(2 * 0,04 + 0,015 * 7) * 2,5}{32} = 294\text{кг}$$

Потужність при сталому русі:

$$N_{\text{ст}} = \frac{W * v}{6120 * \eta} = \frac{294 * 38,5}{6120 * 0,9} = 2,06\text{кВт}$$

Еквівалентна потужність:

$$N_{\text{екв}} = N_{\text{ст}} \gamma_K = 2,06 * 1,2 * 1 = 2,46\text{кВт} < 5\text{кВт при ПВ} - 25\%$$

Відповідно, електродвигун МТФ – 112 – 6У2 при ПВ – 40% може експлуатуватися при новій вантажопідйомності і важкому режимі роботи.

Гальма

Необхідний гальмівний момент:

$$\begin{aligned}
 M_T &= \frac{(Q + G_T) D_{x.k}^2 * n * \eta}{375 * i^2 * t_T} + \frac{C(G_1 D^2) * n}{375 * t_T} - \frac{W * D_{x.k}}{K_p * 2 * i * \eta} \\
 &= \frac{20340 * 0,32^2 * 935 * 0,9}{375 * 28^2 * 2,14} + \frac{1,15 * 0,78 * 935}{375 * 2,14} \\
 &\quad - \frac{294 * 0,32}{2,2 * 2 * 28 * 0,9} = 3,4 \text{ кгм}
 \end{aligned}$$

Час гальмування визначимо з допустимого уповільнення

$$[a] = 0,3 \text{ м/сек}^2 \quad t_T = \frac{v}{60[a]} = \frac{38,5}{60 * 0,3} = 2,14 \text{ сек}$$

В механізмі встановлені гальма ТКТГ – 200 з паспортом гальмівним моментом 30кгм. Гальма придатні для експлуатації при паспортному навантаженні.

В механізмі встановлений редуктор В – 400 – 28 з передаточним числом $i = 28$ і з максимальною допустимою потужністю $N = 7,86 \text{ кВт}$.

Ходові колеса $\varnothing 320$

Навантаження на одне колесо

$$P = \frac{Q + G_T}{4} = \frac{14140 + 6200}{4} = \frac{20340}{4} = 5110 \text{ кг}$$

Допустиме навантаження на колесо $\varnothing 320$ при швидкості 40м/хв при важкому режимі роботи $5,9 > 5,1 \text{ т}$. Відповідно ходові колеса $\varnothing 320 \text{ мм}$ кранового візка придатні до експлуатації при важкому режимі роботи і новій вантажопідйомності.

2.3 Механізм пересування моста крана

Перевірка електродвигуна та редуктора

В механізмі встановлено два електродвигуна МТФ 311 – 8У2. Потужність $N = 6,5 \text{ кВт}$; $n = 720 \text{ об}^{-1}$; при ПВ - 40%; $G_1 D_p^2 = 1,2 \text{ кгм}^2$; $M_{\text{мах}} = 26,5 \text{ кгм}$

Редуктор РПД 400 – 20 – 5; $i = 20$; потужність $N_{\text{дод}} = 8,6 \text{ кВт}$ при ПВ - 40%;

Ходові колеса $\varnothing 710 \text{ мм}$.

Час пуску електродвигунів:

$$\begin{aligned} t_{\text{п}} &= \frac{n}{375 * (M_{\text{сп}} - M_{\text{ст}})} \left[C(G_1 D^2)_1 + \frac{(Q + G_T) D_{\text{х.к}}^2}{l^2 \eta} \right] = \\ &= \frac{750}{375 * (27 - 6,25)} \left[1,15 * 3,4 + \frac{(14140 + 23500) * 0,71^2}{20^2 * 0,9} \right] = \\ &= 5,3 \text{ сек} \end{aligned}$$

Середньопусковий момент двох двигунів:

$$M_{\text{сп}} = 2 * 1,6 * M_{\text{н}} = 2 * 1,6 * 974 * \frac{N}{n} = 2 * 1,6 * 974 * \frac{6,5}{750} = 27 \text{ кгм}$$

Маховий момент двох швидкохідних валів:

$$2 * (G_1 D^2)_1 = 2 * (G_1 D_p^2 + G_1 D_m^2) = 2 * (1,2 + 0,5) = 3,4 \text{ кгм}$$

Статичний момент механізму:

$$\begin{aligned} M_{\text{ст}} &= \frac{Q + G_{1\text{кр}}}{i * \eta} \left(\mu + \frac{fd}{2} \right) K_p = \frac{14140 + 23500}{20 * 0,9} \left(0,06 + \frac{0,015 * 12}{2} \right) * 2 = \\ &= 6,25 \text{ кгм} \end{aligned}$$

Опір пересуванню:

$$W = \frac{(Q + G_{1T})(2\mu + fd)K_p}{D_{x.k}} =$$

$$= \frac{(14140 + 23500) * (2 * 0,06 + 0,015 * 12) * 2}{71} = 318 \text{ кг}$$

Потужність при сталому русі:

$$N_{ст} = \frac{W * v}{6120 * \eta} = \frac{318 * 80}{6120 * 0,9} = 4,65 \text{ кВт}$$

Еквівалентна потужність:

$$N_{екв} = N_{ст} \gamma_K = 4,65 * 1,25 * 1 = 5,8 \text{ кВт} < 2 * N_{25\%} = 15 \text{ кВт}$$

Відповідно, електродвигун МТФ 311 – 8У2 при ПВ – 40% може експлуатуватися при новій вантажопідйомності і важкому режимі роботи.

Гальма

Необхідний гальмівний момент:

$$M_T = \frac{(Q + G_{1T})D_{x.k}^2 * n * \eta}{375 * i^2 * t_T} + \frac{C(G_1 D^2) * n}{375 * t_T} - \frac{W * D_{x.k}}{K_p * 2 * i * \eta}$$

$$= \frac{(14140 + 23500) * 0,71^2 * 750 * 0,9}{375 * 20^2 * 4,4} + \frac{1,15 * 3,4 * 750}{375 * 4,4}$$

$$- \frac{318 * 0,71}{2 * 2 * 20 * 0,9} = 26,55 \text{ кгм}$$

Час гальмування визначимо з допустимого уповільнення

$$[a] = 0,3 \text{ м/сек}^2 \quad t_T = \frac{v}{60[a]} = \frac{80}{60 * 0,3} = 4,44 \text{ сек}$$

В механізмі пересування встановлені два гальма ТКГ – 200 з паспортним гальмівним моментом 25кГм. Встановлені гальма забезпечують нормальну роботу крана.

Ходові колеса

Навантаження на одне ходове колесо $\varnothing 710\text{мм}$

$$P = (0,5 * G_M + G_T + Q) * 0,5 = (0,5 * 10,23 + 20,34) * 0,5 = 12,75\text{т}$$

Допустиме навантаження колеса $\varnothing 710\text{мм}$ при ПВ – 40% і швидкості $v = 80\text{м/хв}$ дорівнює 29,5т. Відповідно ходові колеса $\varnothing 710\text{мм}$ встановлені на кран придатні до експлуатації при ПВ – 40% і заданому навантаженні.

3. РОЗРАХУНОК МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ

Вихідні данні:

1. Вага крана $G_{кр} = 23,5т$
2. Вага моста $G_m = 10,23т$ (без ваги кабіни, механізмів, електрообладнання).
3. Вага візка $G_{віз} = 6,26т$
4. ПВ % = 40%
5. $Q = 12т$
6. Вага магніту = 1,5т
7. Вага підвіски = 640кг

3.1 Визначення розрахункових навантажень на головну балку

1. Визначимо вагу головної балки, виходячи з погонної ваги. Вага моста 10,23т. Сумарна довжина всіх балок:

$$L_0 = L_{гл.б} + L_{гл.б} + L_{п.б} + L_{п.б} = 16,5 + 16,5 + 4,5 + 4,5 = 42м$$

Вага одного погонного метру моста:

$$g = \frac{10.23}{42} = 0,244т/м$$

Вага головної балки:

$$G'_{гл.б} = L_{гл.б} * g = 16,5 * 0,244 = 4т$$

З урахуванням всіх механізмів і кабіни:

$$G_{гл.б} = G'_{гл.б} + \frac{G_{мех} + G_k}{2} = 4 + \frac{7}{2} = 7,5т$$

$$\text{де } G_{мех} + G_k = G_{кр} - G_m - G_{віз} = 23,5 - 10,23 - 6,26 = 7т$$

2. Постійне розподілене навантаження для головної балки

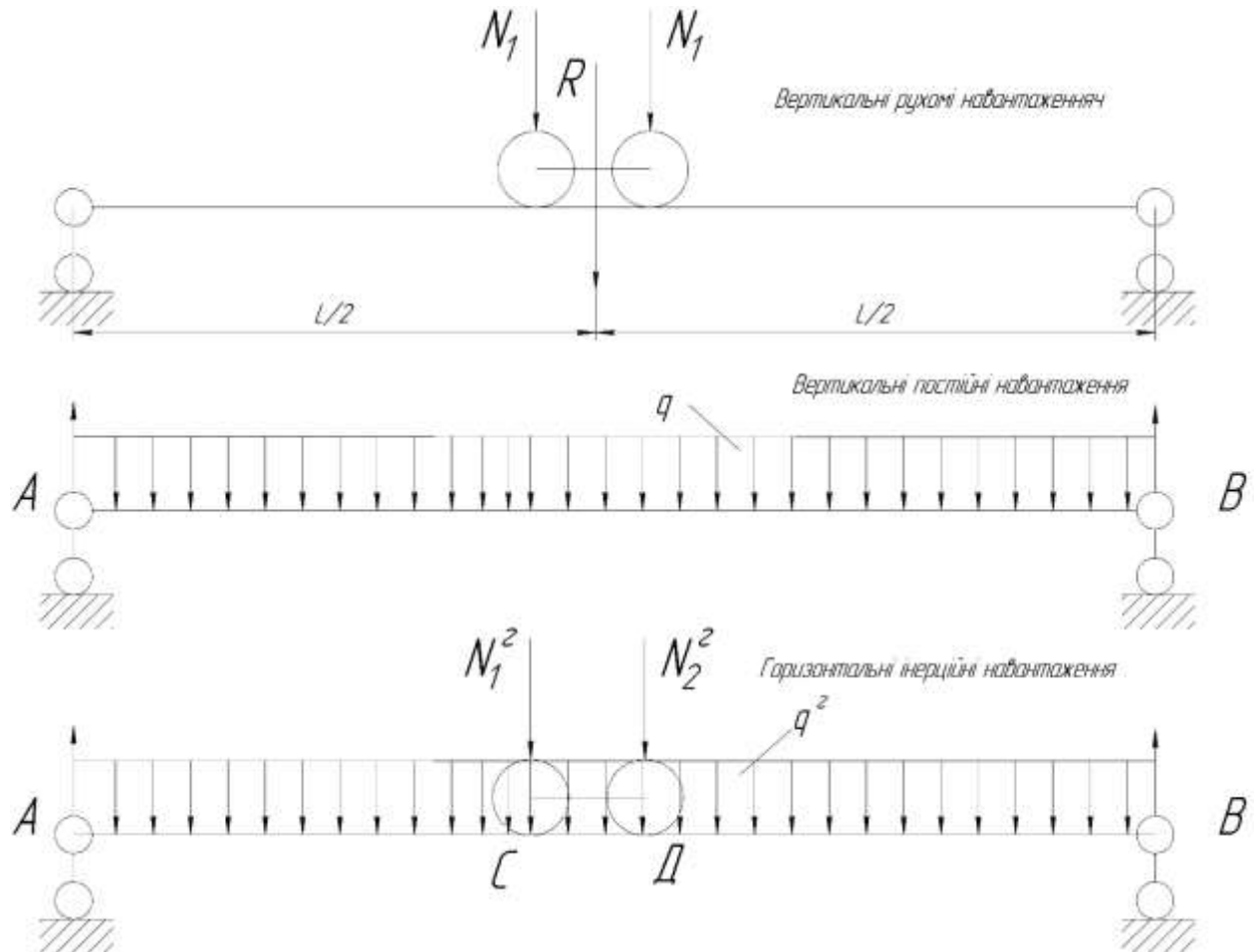


Рисунок 3.1 – Постійний розподіл навантаження для головної балки

$$g = \frac{G_{\text{гл.б}}}{L_{\text{гл.б}}} = \frac{7,5}{16,5} = 0,455 \text{ т/м}$$

3. Рівнодіюча від ваги візка і вантажу (з урахуванням перевантаження на 25%). Приймаємо: $N_1 = N_2$

$$R = N_1 + N_2 = 5,85 + 5,85 = 11,7 \text{ т}$$

$$N_1 = N_2 = \frac{G_{\text{віз}} + G_{\text{ван}} + G_{\text{магн}} + G_{\text{підв}}}{4} = \frac{6,26 + 15 + 1,5 + 0,64}{4} = 5,85 \text{ т}$$

4. Максимальний момент в центрі балки

$$M_{\text{max}} = \frac{R * L}{4} + \frac{g * L^2}{8} = \frac{11,7 * 16,5}{4} + \frac{0,455 * 16,5^2}{8} = 62,1 \text{ тм}$$

3.2 Визначення моменту інерції і моменту опору балки відносно горизонтальної вісі «X»

$$h_6 = H_6 - 2 * \delta_{\Pi} = 100 - 2 * 1,2 = 97,6 \text{ см}$$

$$h = H_6 - \delta_{\Pi} = 100 - 1,2 = 98,8 \text{ см}$$

(відстань між осями поясів).

Перетин балки відносно вісі «X» і вісі «Y» симетрично, відповідно центр тяжіння на перетині вісі «X» і «Y».

Момент інерції відносно вісі «X»

$$\begin{aligned} I_{x-x} &= 2 * \left[\frac{B * \delta_{\Pi}^3}{12} + B \delta_{\Pi} \left(\frac{h}{r} \right)^2 \right] + \frac{\delta_c h_6^3}{12} * 2 = \\ &= 2 * \left[\frac{44 * 1,2^3}{12} + 44 * 1,2 \left(\frac{98,8}{2} \right)^2 \right] + 2 * \frac{0,8 * 97,6}{12} = 387500 \text{ см}^2 \end{aligned}$$

Момент опору:

$$W_x = I_x / H_6 / 2 = \frac{387500}{100 / 2} = 7750 \text{ см}^3$$

Визначення моменту інерції і моменту опору балки відносно вісі «Y»

$$\begin{aligned} I_{y-y} &= 2 * \frac{\delta_{\Pi} B^3}{12} + 2 * \delta_c * h * x^2 = 2 * \frac{1,2 * 44^3}{12} + 2 * 0,8 * 98,8 * 19,2 \\ &= 76500 \text{ см}^4 \end{aligned}$$

Момент опору:

$$W_y = I_y / B / 2 = \frac{76500}{44 / 2} = 3477 \text{ см}^3$$

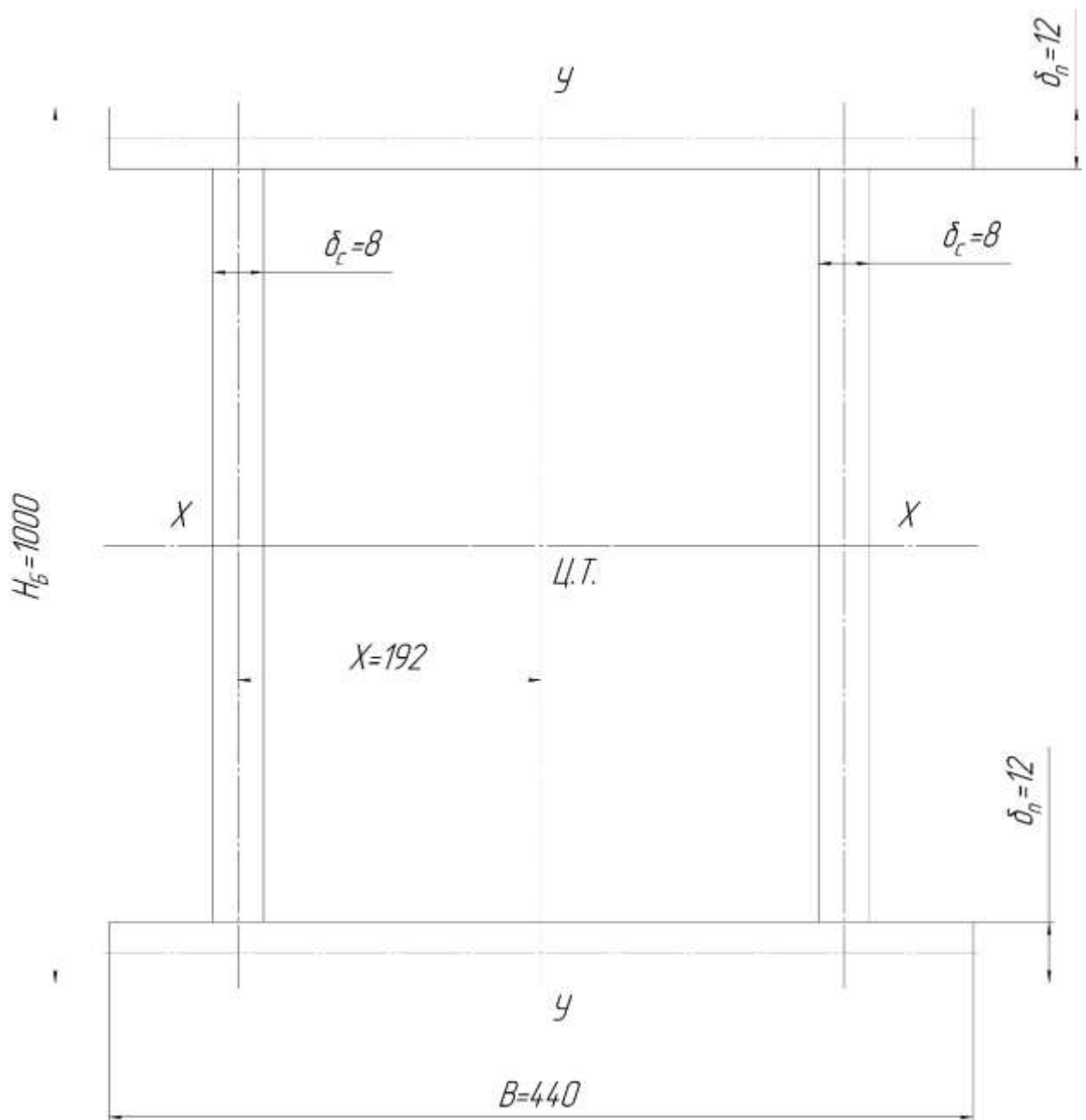


Рисунок 3.2 – Поперечний перетин головної балки

3.3 Розрахунок на міцність

Напруження від вертикальних сил:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{6210000}{7750} = 800 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Визначаємо горизонтальні інерційні сили від постійних навантажень:

$$g^r = 0,1 * g = 0,455 * 0,1 = 0,0455 \text{ т/м}$$

$$P_c^r = P_d^r = 0,1 * P_{c(d)} = 0,1 * 3,535 = 0,3535 \text{ т}$$

$$G_m^r = 0,1 * \frac{G_m}{2} = 0,1 * \frac{6,26}{2} = 0,312 \text{ т}$$

$$N_1^r = N_2^r = P_c^r + \frac{G_m^r}{2} = 0,3535 + \frac{0,312}{2} = 0,5095 \text{ т}$$

Реакція опори

$$A = \frac{g^r * L}{2} + \frac{N_1^r * \frac{L}{2}}{L} * 2 = \frac{0,0455 * 16,5}{2} + 0,5095 = 0,884 \text{ т}$$

Найбільший момент від горизонтальних інерційних сил:

$$M_{max} = A \frac{L}{2} - \frac{g * (L/2)^2}{2} = 0,884 * \frac{16,5}{2} - \frac{0,0455 * (16,5/2)^2}{2} = 5,75 \text{ тм}$$

Напруження від горизонтальних сил інерції:

$$\sigma_{max}^r = \frac{M_{max}}{W_y} = \frac{575000}{3477} = 165,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Сумарне напруження:

$$\sigma_c = \sigma_{max} + \sigma_{max}^r = 800 + 165,5 = 965,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} < [\sigma] = 1800 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

для Ст3.

3.4 Перевірка на втомну міцність головної балки

Еквівалентне навантаження визначається за формулою:

$$Q_{екв} = \psi_{екв} * Q = 0,9 * 14,14 = 12,7 \text{ т}$$

де $\psi_{екв} = 0,9$ для важкого режиму роботи для зварних балок

Коефіцієнт асиметрії циклу r визначається:

$$r = \frac{11 * G'_m + 10gL}{16(G'_m + \psi_T G'_{\text{екв}}) + 10gL}$$

де G'_m - половина ваги візка (тиск на одну балку);

$$G'_m = \frac{G_m}{2} = \frac{6,26}{2} = 3,13\text{т}$$

$$G'_{\text{екв}} = \frac{G_{\text{екв}}}{2} = \frac{12,7}{2} = 6,35\text{т}$$

Вага моста $g = \frac{G_m}{2L}$

$$10gL = 10 * \frac{G_m}{2 * L} L = 5G_m = 5 * 10.23 = 51.2\text{т}$$

Підставив числові значення в формулу, ми отримуємо:

$$r = \frac{11 * 6,26 + 51,2}{16 * (6,26 + 1,71 * 6,35) + 51,2} = 0,4$$

Визначимо межу витривалості за рахунок коефіцієнта асиметрії циклу (r), ефективного коефіцієнта концентрації напруження (K):

$$\sigma_{r.k} = \frac{2 * \sigma_{-1}}{(1 - r)K + (1 + r)\eta}$$

де $\eta = \frac{2 * \sigma_{-1} - \sigma_0}{\sigma_0} \approx 0,2$ – для вуглецевих сталей;

$\sigma_{-1} = 12,6\text{кг/мм}^2$ – границя витривалості при симетричному циклі
для Ст.3

$$\sigma_{r.k} = \frac{2 * 12,6}{(1 - 0,4) * 1,8 + (1 + 0,4) * 0,2} = 21,4\text{кг/мм}^2$$

Допускне напруження на витривалість:

$$[\sigma_{r.k}] = \frac{\sigma_{r.k}}{n} = \frac{21,4}{1,4} = 1,53\text{кг/мм}^2$$

Розрахунок на втомну міцність ведеться по комбінації навантажень Ів.
Коефіцієнт поштовхів, який враховує швидкість переміщення крану

$$v_{кр} = 80 \text{ м/хв}$$

$$v_{кр} = \frac{80}{60} = 1,3 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт поштовхів при розрахунку на витривалість

$$K_m' = 1 + 0.5(K_m - 1) = 1 + 0.5(1.1 - 1) = 1.05$$

Підрахунок навантажень:

Вага візка з урахуванням поштовхів:

$$G_m' = K_m' * G_m = 1.05 * 3.13 = 3.285 \text{ т}$$

Тиск ходових коліс візка

$$P_{с}^{\text{екв}} = P_{д}^{\text{екв}} = \psi_{\text{екв}} * P_{с(д)} = 0,9 * 3,535 = 3,18 \text{ т}$$

$$R = N_{1\text{екв}} + N_{2\text{екв}} = 4,9 + 4,9 = 9,8 \text{ т}$$

$$N_{1\text{екв}} = N_{2\text{екв}} = P_{с(д)} * K_m + G_m' * \frac{1}{2} = 3,18 * 1,05 + 1,565 = 4,9 \text{ т}$$

Найбільший момент від рухомих навантажень:

$$M'_{\text{max}} = \frac{R}{L} * \frac{L}{2} * \left(\frac{L}{2}\right) = \frac{RL}{2} = \frac{9,8 * 16,5}{4} = 40,5 \text{ тм}$$

Визначимо момент в небезпечному перетині від вертикальних сил:

$$A = \frac{g * L}{2} = \frac{0.4555 * 16.5}{2} = 3.76 \text{ т}$$

$$g = \frac{7,5}{16,5} = 0,455 \text{ т/м}$$

де 7,5 – вага головної балки;

$$M''_{max} = A * \frac{L}{2} - \frac{g(L/2)^2}{2} = 3,76 * \frac{16,5}{2} - \frac{0,455 * 68}{2} = 15,5 \text{ тм}$$

Сумарний згинаючий момент від вертикальних еквівалентних навантажень:

$$M_{max} = M'_{max} + M''_{max} = 40,5 + 15,5 = 56 \text{ тм}$$

Максимальні напруження від вертикальних навантажень:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{5600000}{7650} = 732 \text{ кг/см}^2$$

Визначаємо горизонтальні інерційні сили від постійних навантажень:

$$g^r = 0,1 * g = 0,455 * 0,1 = 0,0455 \text{ т/м}$$

$$P_c^r = P_d^r = 0,1 * P_{c(d)} = 0,1 * 3,535 = 0,3535 \text{ т}$$

$$G_m^r = 0,1 * \frac{G_m}{2} = 0,1 * \frac{6,26}{2} = 0,312 \text{ т}$$

$$N_1^r = N_2^r = P_c^r + \frac{G_m^r}{2} = 0,3535 + \frac{0,312}{2} = 0,5095 \text{ т}$$

Реакція опори

$$A = \frac{g^r * L}{2} + \frac{N_1^r * L}{L} * 2 = \frac{0,0455 * 16,5}{2} + 0,5095 = 0,884 \text{ т}$$

Найбільший момент від горизонтальних інерційних сил:

$$M_{max}^r = A \frac{L}{2} - \frac{g * (L/2)^2}{2} = 0,884 * \frac{16,5}{2} - \frac{0,0455 * (16,5/2)^2}{2} = 5,75 \text{ тм}$$

Напруження від горизонтальних сил інерції:

$$\sigma_{max}^r = \frac{M_{max}^r}{W_y} = \frac{575000}{3477} = 165,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Сумарне напруження:

$$\sigma_c = \sigma_{max} + \sigma_{max}^r = 732 + 165,5 = 897,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} < [\sigma] = 1530 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Фактичне напруження менше допускового.

4. ВИБІР ЕЛЕКТРОМАГНІТУ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ЙОГО

Для підйому і переміщення сортового прокату чорних металів, чавунних чушок, сталевго скрапу, стружки і металобрухту в промисловості ефективно застосування отримали підйомні електромагніти. Вітчизняна промисловість випускає два види підйомних магнітів: круглі типів М22ВТ2 М42ВТ2 і М62ВТ2 а також прямокутні типів ПМ15ВТ2 і ПМ25ВТ2 в нормальному і тропічному виконанні.

Круглі електромагніти призначені для переміщення плит, болванок, чушок, рулонів, скрапу, стружки. За допомогою прямокутних магнітів транспортують довгомірні вантажі: сортовий прокат, балки, труби та ін. Залежно від розмірів вантажу і його маси застосовують кілька електромагнітів, що одночасно працюють на загальній траверсі.

Круглий підіймальний електромагніт складається з двох полюсів: зовнішнього 1 і внутрішнього 9 а також котушки 2 електромагніту з секціями 10 розміщеної в герметичній оболонці в сталевому корпусі 3 (рис. 3.1). Корпус відлитий з маловуглецевої сталі марки 25Л-1 що володіє високою магнітною проникністю. Зверху корпус закритий металевою шайбою 4 з пробкою 5 а знизу - листом 11 з латуні, що володіє незначною магнітною проникністю. Струм до електромагніту підводять за гнучким кабелю, який підключають до затискачів 7 в коробці 6. На трьох ланцюгах 8 електромагніт підвішують до рим-кільцю, яке навішують на гак крана.

Котушка електромагніта працює від постійного струму напругою 220 В, для отримання якого на вантажопідіймальному крані встановлюють спеціальний перетворювач змінного струму в постійний. Для підтримки живлячої електрокабеля постійно в натягу на вантажному візку крана встановлюють кабельний барабан (пружинний або з приводом від механізму підйому вантажу). Аналогічним чином виконаний прямокутний електромагніт.

Вантажопідйомність електромагніта залежить від характеру вантажу. Якщо вантажопідйомність магніту при роботі зі сталевими болванками прийняти за 100%, то при перевантаженні сталевих скрапу вона складе 3 - 10%, а при роботі зі струшкою - всього 1,5 - 2%. Нагрівання електромагніту до температури $+200^{\circ}\text{C}$ веде до різкого зменшення його вантажопідйомності, а при температурі 720°C вантажопідйомність стає рівною нулю.

До недоліків підйомних електромагнітів слід віднести непостійну за величиною вантажопідйомність, недостатню надійність з'єднання з вантажем, значне нагрівання магніту при роботі, необхідність оснащення крана кабельним барабаном і виникнення при роботі шкідливих сильних магнітних полів.

В даний час проходять випробування розроблені ВНІПТМашем вантажопідйомні постійні магніти, позбавлені ряду зазначених вище недоліків. Для відриву вантажу короткочасно включають допоміжний електромагніт, що нейтралізує магнітне поле постійного магніту.

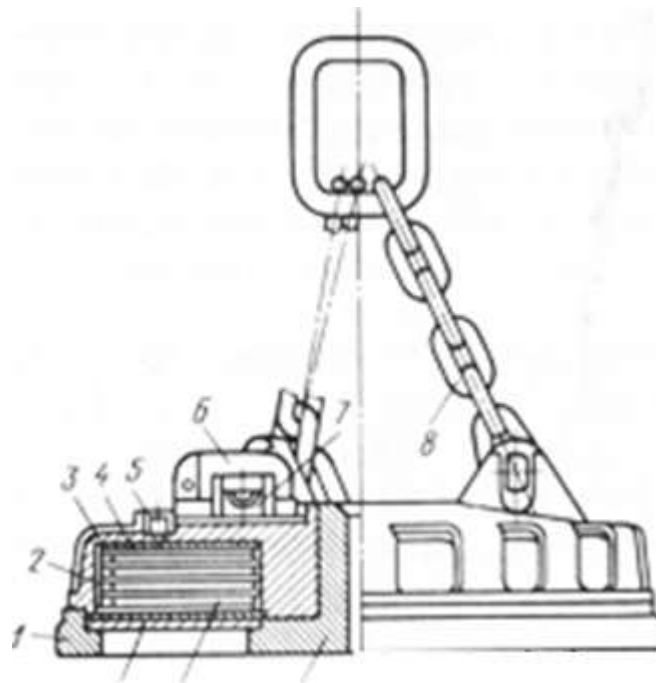


Рисунок 4.1 - Підйомний електромагніт M22BT2

Характеристика вантажного магніту M22BT2:

Підйомна сила в т при захваті:

сталевих болванок, плит	16т
сталевого скрапу	0,6т
сталевої стружки	0,2т
власна вага	1,5т
максимальна потужність, визначена електромагнітом і розрядним опором	12,2кВт
струм гарячої котушки	31А

4.1 Випрямна установка

Для живлення електромагніту постійного струму рекомендується випрямна установка УВК – 3 – 50/220П. Допустима потужність $N = 11\text{кВт}$, вага $G = 280\text{кг}$, габаритні розміри 1450х920х425.

4.2 Гнучкий кабель

Живлення електромагніту M22BT2 рекомендується здійснювати гнучким кабелем з резиноюю ізоляцією КРПГ 3х4+1х2,5 з мінімальним радіусом згину $R_{min} > 5d_{\text{каб}}$. Можлива заміна кабелем КРПТ 3х4+1х2,5 з $R_{min} > 5d_{\text{каб}}$. Зовнішній діаметр кабелю $\varnothing = 15,5\text{мм}$. Перетин жили 4мм^2 .

4.3 Конструкція струмопідводу

Враховуючи невелику висоту підйому електромагніту – 6,6м, ми пропонуємо змотування гнучкого кабелю при підйомі магніту здійснювати за допомогою кабельного поліспаду з кратністю 4. При цьому хід підвісних блоків з натяжним вантажем не перевищує 1650мм. Вісь верхніх нерухомих блоків поліспада закріплені в направляючому кожусі, який зварений з листової сталі. Кожух є направляючою для рухомих блоків і одночасно попереджує випадання кабелю з рівчаків блоків. Сам кожух кріпиться на рамі візка поблизу з барабаном механізму підйому. Верхній кінець кожуху не виходить за межі габаритів перил візка, нижній кінець не виходить за габарити моста крана.

Гнучкий кабель, який закріплений до кожуху в верхній його частині притискною планкою послідовно огинає блоки поліспаду, опускається і фіксується на кронштейні, який приварений до гакової підвіски. На кожусі гакової підвіски закріплений штепсельний роз'єм, який забезпечує надійне підключення гнучкого кабелю до з'ємного вантажозахватного органу (електромагніту). Кабельний поліспаст буже простий за конструкцією, виключає застосування кільцевих струмоз'ємників і додаткових передач, які необхідні на випадок використання кабельного барабану. Блоки кабельного поліспаду, які виготовленні із капрону є хорошим ізолятором, що підвищує безпеку експлуатації гнучкого кабелю. Капронові блоки не потребують змазки і їх можливо встановлювати без підшипників кочення.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці при модернізації мостового крана, а саме переобладнання гакового крану в магнітний, шляхом навішування на гак зйомного вантажного електромагніту.

5.1 Аналіз потенційних небезпек

- а) Недоліки конструктивних рішень у проекті модернізації, які можуть призвести до механічних травм;
- б) Порушення правил устрою зони обслуговування мостового крана;
- в) Можливість ураження електричним струмом при порушенні правил з електробезпеки;
- г) Незадовільна професійна підготовка персоналу, що при хибних діях може призвести до аварійної ситуації;
- д) Відсутність технічних засобів сигналізації про аварійну ситуацію;
- е) Підвищений рівень шуму та вібрації в зоні управління мостовим краном;
- ж) Незадовільний стан повітря середовища в зоні управління краном;
- з) Незадовільний рівень освітлення в зоні управління краном;
- і) Можливість загорання, внаслідок порушення правил з пожежної безпеки, що може призвести до пожежі або відсутність первинних засобів пожежогасіння;
- к) Небезпеки, які пов'язані з постачанням матеріальних ресурсів підприємства під час надзвичайних ситуацій.

5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) Загальні вимоги безпеки при проведенні навантажувально-розвантажувальних робіт.

При переміщенні вантажу підйомно-транспортним обладнанням персоналу забороняється знаходитись на вантажі, чи в зоні його можливого падіння. Переміщення вантажу над приміщеннями чи транспортними засобами, де знаходяться люди, забороняється.

Персонал задіяний на проведенні навантажувально-розвантажувальних робіт, забезпечений санітарно побутовими приміщеннями і якісною питною водою.

Підйомно-транспортне обладнання відповідає вимогам ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное».

б) Вимоги щодо оснащення крана.

Для забезпечення безпеки та комфорту кабіни крану обладнана суцільним огороженням з усіх боків і суцільним верхнім перекриттям, а внутрішні розміри кабіни не менш як: висота-2м, ширина-0.9м, довжина-1.3м, об'єм-не менш 3м².

У кабіні забезпечений вільний доступ до всього розташованого в ній обладнання.

Двері для входу до кабіни обладнуються засовом з внутрішнього боку. А також двері замикаються з середини, для запобігання випадання машиніста з кабіни.

Кабіна обладнана стаціонарним сидінням для машиніста, що встановлені так, щоб була можливість сидючи керувати краном та вести спостереження за вантажем. Забезпечена можливість регулювання положення сидіння за висотою, та в горизонтальній площині, згідно антропометричних даних машиніста, для створення сприятливих з точки зору ергономіки умов праці.

Мостовий кран, який забезпечується магнітом вантажопідйомністю 12,5т., призначений для роботи від 3-х фазного змінного струму напругою 380 В. та частотою 50 Гц. Попадання людини під напругу може відбутися при обриві проводу, порушенні ізоляції, оголенні ізоляції та пуску регулювальної апаратури. При огляді та обслуговуванні крана рубильник повинен бути відключений.

Рівні напруженості електромагнітного поля в кабіні машиніста не перевищують гранично допустимих рівнів згідно ДСН 476-2002 «Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів», що затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18.12.2002 №476.

Рівні напруженості електростатичного поля на поверхні матеріалів, котрими оброблена кабіна, та рівні напруженості електростатичного поля у кабіні відповідають «Санитарным правилам и нормам по применению полимерных материалов в строительстве. Гигиенические требования» що затверджені міністерством охорони здоров'я України від 12.08.91, та діючими НД.

Матеріали, які використовуються для обробки кабіни, мають дозвіл на використання Міністерства охорони здоров'я України.

Опалювальні прилади в кабіні встановлюються виробником.

Для уникнення поразки струмом працівника від тролей, які живлять механізми крану двері входу на галерею та двері входу в кабіну керування обладнані пристроєм (кінцевим вимикачем) для автоматичного зняття напруги з електродвигунів механізмів і струмовідводів до них під час виходу на галерею.

У проєктованому мостовому крані передбачене захисне заземлення, яке представляє собою навмисне з'єднання із землею металевих частин обладнання, що знаходяться під напругою в звичайних умовах, але які можуть опинитися під ним в результаті порушення електроізоляції установки. Захист головних електричних ланцюгів крана здійснюється захисними пристроями з

використанням автоматичних включень з високою комутаційною захисною здатністю.

Для уникнення падіння вантажу внаслідок обриву вантажного канату, використовуємо канат за режимом роботи М5 з фактичним коефіцієнтом використання 5,39.

Для уникнення руйнування крану в наслідок перевищення номінальної вантажопідйомності при зчепленні вантажу, механізм підйому обладнаний обмежувачем вантажопідйомності.

Відсутність огорож та струмопровідних шинопроводів і тролей, а також несправність сигнальних електроламп вказуючи на наявність напруги, може привести до електротравми. У випадку проходження електричного струму через організм людини, він надає термічну, електролітичну дію, викликаючи місцеві та загальні електротравми.

в) Вимоги до персоналу при навантажувально-розвантажувальних роботах.

До керування вантажопідіймальними кранами і машинами, що керуються з підлоги чи зі стаціонарного поста, можуть допускатися працівники, які користуються цими вантажопідіймальними кранами і машинами на своїх робочих місцях, після навчання в установленому порядку і атестації відповідно до Положення про порядок кваліфікаційної атестації та присвоєння кваліфікації особам, які здобувають професійно-технічну освіту, затвердженого спільним наказом Міністерства праці та соціальної політики України та Міністерства освіти України від 31.12.98 № 201/469, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 01.03.99 за № 124/3417, а також попереднього спеціального навчання та перевірки знань з питань охорони праці відповідно до Положення про навчання, що діє в межах підприємства.

Керування по радіо чи зі стаціонарного поста вантажопідіймальними кранами і машинами, що переміщують небезпечні вантажі (отруйні, вибухові,

радіоактивні тощо), мають здійснювати машиністи кранів після навчання відповідно до вимог цього пункту.

Згідно вимогам ДНАОП 0.03-4.02-94 «Положення про медичний огляд працівників певних категорій» до керування підйомно-транспортним обладнанням допускаються особи не молодші 18 років, що пройшли медогляд та мають дозвіл на проведення даного виду робіт.

Машиністи кранів, їх помічники, слюсарі-електрики, монтажники, налагоджувальники та працівники, які керують кранами з підлоги або зі стаціонарного пульта, перед призначенням на роботу повинні пройти медичний огляд відповідно до вимог Положення про медичний огляд працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністерством охорони здоров'я України від 31.03.94 № 45, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 21.06.94 за № 136/345 (зі змінами).

Машиністи вантажопідіймальних кранів і машин, їх помічники, допоміжний і ремонтний персонал повинні мати групи з електробезпеки відповідно до вимог ПБЕЕС.

Під час роботи кранівник повинен мати при собі посвідчення на право керування краном.

г) Звукові сигнали небезпеки.

Загальні вимоги до сигналів небезпеки встановлює ДСТУ EN 457-2001 «Звукові сигнали небезпеки. Загальні вимоги, проектування та випробування»

Сфера застосування:

- Цей стандарт установлює вимоги безпеки та ергономіки і відповідні методи випробувань сигналів небезпеки, дає рекомендації для розрахунку сигналу, що повинен сприйматися і розрізнятися відповідно до 5.3 EN 292-2.

Визначення

- звуковий сигнал небезпеки

Звуковий сигнал, що визначає початок і, у разі потреби, продовження і кінець небезпечної ситуації. Залежно від ступеня невідкладності та можливого

впливу небезпеки на людей розрізняють два види звукових сигналів небезпеки: попереджувальний звуковий сигнал і звуковий сигнал аварійної евакуації.

- попереджувальний звуковий сигнал

Сигнал, що визначає можливість або наявність небезпечної ситуації і вимагає відповідних заходів для її усунення чи контролю і вказівки щодо поведінки і заходів, які повинні бути вжиті.

- звуковий сигнал аварійної евакуації

Сигнал, що означає початок чи фактичне створення аварійної ситуації з можливістю завдання збитку і такий, що сповіщає людей про евакуацію з небезпечної зони певним способом.

- зона приймання сигналу

Зона, у якій люди можуть розпізнавати сигнал і реагувати на нього.

- навколишній шум

Будь який звук у зоні приймання сигналу, не створюваний передавачем сигналу небезпеки.

- схований поріг

Рівень звуку, при якому звуковий сигнал небезпеки є чутним у навколишньому шумі, беручи до уваги недоліки слуху людей, а також ослаблення звуку засобами захисту органів слуху.

Вимоги безпеки

- загальні вимоги

Природа звукового сигналу небезпеки повинна бути такою, щоб будь-яка людина в зоні приймання сигналу була в змозі розпізнати і прореагувати на нього правильно.

Звуковим сигналам небезпеки повинен надаватися пріоритет у розпізнаванні щодо інших сигналів.

Звуковим сигналам аварійної евакуації повинен надаватися пріоритет у розпізнаванні щодо всіх попереджувальних звукових сигналів.

- розпізнавання

Достовірне розпізнавання звукового сигналу небезпеки вимагає, щоб сигнал був ясно чутний, чітко відрізнявся від інших звуків у навколишнім середовищі і мав однозначний зміст.

- чутність

Звуковий сигнал має бути ясно чутним. Схований поріг повинен бути перевищений. Звичайно це може бути досягнуто, якщо А-зважений рівень звуку сигналу небезпеки перевищує рівень навколишнього шуму на 15 дБ або більше. Точніші відомості можна отримати за допомогою аналізу в октавній смузі.

При використанні аналізу в октавній смузі рівень звукового тиску повинен перевищувати схований поріг, принаймні, на 10 дБ в одній чи більше октавних смугах у діапазоні частот, наведеному вище.

При використанні аналізу в третино октавній смузі рівень звукового тиску повинен перевищувати схований поріг, на 13 дБ щонайменше в одній третино октавній смузі в діапазоні частот наведеному вище.

- розрізнення

З акустичних параметрів сигналів небезпеки (рівень звукового тиску, розподіл за часом, комбінація частот), що впливають на розпізнавання сигналів, принаймні два повинні бути домінуючими для відрізнєння від інших сигналів у зоні приймання сигналу і від навколишнього шуму.

- однозначність

Зміст звукового сигналу небезпеки повинний бути однозначним. Звукові сигнали небезпеки рухомих джерел небезпеки повинні бути генеровані так, щоб їх можна було почути і розпізнати незалежно від швидкості чи числа обертів джерела.

Методи вимірювання.

- акустичні вимірювання

Відповідність вимогам згаданим вище може бути перевірена за допомогою вимірювальної апаратури.

Для цього необхідно провести:

а) вимірювання А-зважених рівнів звуку навколишнього шуму і сигналів (цього може бути достатньо, якщо різниця між рівнями звуку більша ніж 15 дБ)

б) частотний аналіз, якщо за допомогою вимірювань А-зважених рівнів звуку неможливо зробити надійні висновки;

с) вимірювання розподілу за часом А-зважених рівнів звуку звукових сигналів небезпеки.

Вимірювання проводять устаткуванням, що відповідає ISO 266, IEC60225 і IEC 60651 (вимірники рівня звуку класу 2 чи вище).

Для вимірювання навколишнього шуму перевагу слід віддавати зважуванню за часовою характеристикою «Повільно». У випадках коливання шуму повинно бути враховане максимальне значення.

- контроль чуткості

Для проведення контролю чуткості, наприклад, на робочому місці можна використовувати таку процедуру:

Обирається група, принаймні, з 10 осіб, які перебувають у зоні приймання сигналу та які, наскільки можливо, представляють усі вікові групи.

Без повідомлення цій групі подається звуковий сигнал небезпеки в найнесприятливішій ситуації в зоні приймання сигналу (тобто за найвищого рівня навколишнього шуму і, можливо, під час приймання інших сигналів). Випробування повинно бути повторене п'ять разів.

Рівень звукового тиску

Звукові сигнали небезпеки звичайно ясно чутні, якщо їхні А-зважені рівні звуку перевищують рівень навколишнього шуму на 15 дБ та більше і

А-зважений рівень сигналу дорівнює більше 65 дБ. Ця умова звичайно є достатньою, але не завжди необхідною для точного розпізнавання. Якщо частота і/чи час розподілу звукового сигналу небезпеки чітко відрізняється від відповідних характеристик навколишнього шуму, тоді більш низький рівень

звукового тиску сигналу може бути достатній. Цей рівень, однак, не повинен бути меншим, ніж зазначено вище.

Рівень звуку звукового сигналу небезпеки повинен бути відрегульований так, щоб сигнал був ясно розпізнаваний, але реакція страху на звуковий сигнал була невеликою. Реакція страху може очікуватися кожного разу, коли відбувається непередбачуване різке збільшення рівня звуку (наприклад, більше ніж на 30 дБ за 0,4 с).

Якщо А-зважений рівень звуку навколишнього шуму в зоні приймання сигналу перевищує 110 дБ, рекомендується, крім звукових, використання додаткових сигналів небезпеки (наприклад, візуальних).

Частоти

Звуковий сигнал небезпеки повинен бути в діапазоні частот від 300 до 3000 Гц. Центральна частота октавної смуги, де сигнал небезпеки найвищий, повинна значно відрізнятися від центральної частоти октавної смуги, де найвищим є навколишній шум, - це дозволить легко розпізнавати сигнал небезпеки. Звуковий сигнал небезпеки повинен мати достатню енергію в діапазоні частот нижче 1500 Гц, з огляду на особливості людей із втратою слуху чи людей, що користуються засобами захисту органів слуху.

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Шумове забруднення та вібрація.

Допускний рівень шуму та вібрації в кабіні не повинен перевищувати умовно допустимих рівнів згідно з ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 №37 та ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації», затвердженого постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 №39 і діючим НД.

Оздоровлення повітряного середовища.

У кабіні машиніста крану забезпечена чистота повітря, що відповідає ГОСТ 12.1.005-88 “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”.

Для забезпечення цих параметрів використані наступні технічні рішення:

а) Герметизування приміщення кабіни шляхом встановлення ущільнень з резини на роз'ємні елементи кабіни.

б) Встановлення фільтро-ветиляційної установки, що забезпечує ефективне очищення повітря, яке подається в кабіну, згідно вимогам ДБН Д.2.6-3-2000 Сбірник №3 «Системы вентиляции и кондиционирования воздуха».

Вміст хімічних речовин в повітрі кабіни не перевищує гранично допустимих концентрацій згідно з вимогами діючих НД.

в) Встановлено у кабіні кондиціонеру, згідно вимогам ДБН Д.2.6-3-2000 Сбірник №3 «Системы вентиляции и кондиционирования воздуха».

Параметри мікроклімату в кабіні відповідають вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», що затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 №42.

Виробниче освітлення

Місця проведення навантажувально-розвантажувальних робіт включаючи проходи та проїзди забезпечуються достатнім природним, або штучним освітленням. Освітленість є рівномірною без засліплюючої дії на персонал.

Для забезпечення виробничого освітлення майданчика на котрому проводиться розвантаження рухомого складу, виконані наступні заходи:

а) Встановлено на рамі вантажного візка прожектор, який забезпечує достатнє освітлення місця опускання вантажозахоплюючого органу.

б) Природне освітлення кабіни забезпечується використанням вікон в 50% площі корпусу кабіни навпроти оператора. Робоче штучне освітлення

кабіни забезпечується однією люмінесцентною лампою за ГОСТ 6825-91 «Лампы люминесцентные трубчатые для общего освещения», яка розташована на протилежній від оператора стінці kabini. Враховуючи, що kabina ізольована від зовнішнього втручання, а також застосування сучасного конструкторського рішення сприяло тому, що рівень шуму та вібрації не перевищує нормативні норми.

в) Встановлено по периметру майданчика на висоті 10 м, лампи прожекторного типу у кількості 24 штуки для рівномірного освітлення майданчика.

Таблиця 5.1- Норми освітлюваності робочих місць ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення»

Характеристика роботи	Розміри об'єкту розрізнення, мм	Розряд зорових робіт	Освітлення загальне
Груба	>5	6	200 Лк

5.4 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки

Згідно з ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» приміщення цеху відноситься до категорії Д, так як на ділянці використовуються не горючі речовини в холодному стані.

Майданчики проведення навантажувально-розвантажувальних робіт відповідають вимогам пожежної безпеки за ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Згідно з ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» по категорії виробництва ступінь вогнестійкості прийнята II (основні елементи виконані з негорючих матеріалів), і так як будинок, в якому розміщено ділянку, одноповерховий площа поверху між протипожежними стінами будівлі приймається 1500 м².

Для забезпечення швидкої евакуації передбачено:

а) ширина проходу – 1 м;

б) ширина дверей – 1 м;

в) ширина коридору – 1,5 м.

В якості первинних засобів пожежогасіння передбачено використання 4 переносних вогнегасників порошкових ОП-5, відстань між вогнегасником та місцем можливого загоряння не більше 70м.

На кожні 600 м² цеху прийнято:

- вогнегасник ОХП-10 – 1 шт.;
- вогнегасник ОУ-5 – 1 шт.;
- ящик з піском 0,5 м – 1 шт.;
- лопати залізні – 2 шт.

Вуглекислотні вогнегасники призначені для гасіння тільки електроустановок. В електроустановках передбачені такі заходи пожежної безпеки:

- силова розводка виконана скритою в трубах;
- силова апаратура забезпечена захистом від коротких замикань.

У складських приміщеннях передбачені наступні заходи з пожежної безпеки:

- Чітка організація зберігання матеріальних цінностей, що забезпечує вільний доступ до всіх стелажів;
- Суворе дотримання правил сумісного зберігання матеріалів, хімікатів;
- Оснащення складів пожежною сигналізацією та засобами пожежогасіння;
- Поділ складів на відсіки протипожежними стінками за ознаками однорідності засобів пожежогасіння та можливості спільного зберігання матеріалів.

Для захисту від блискавок передбачено пристрій магнітопроводів. З метою захисту від статичної електрики передбачається заземлення неструмоведучих частин обладнання. Металеві магнітопроводи ставляться

через кожні 40 - 50 м. Зволоження повітря до 65 - 70% дозволяє зменшити електризацію матеріалу.

5.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

«Інженерно-технічні заходи по забезпеченню стійкості матеріально-технічного постачання від наслідків надзвичайних ситуацій природнього характеру».

Забезпечення стійкого постачання досягається проведенням заходів щодо захисту персоналу, комунально-енергетичних мереж, транспортних комунікацій і джерел постачання, надійне забезпечення об'єктів джерелами електро-, газо- і водопостачання, технологічним обладнанням, матеріально-технічними і транспортними засобами а також створенням необхідних запасів палива і комплектуючих виробів, організація рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт.

Повинен бути наперед розроблений план функціонування підприємства під час можливого землетрусу чи затоплення.

Підготовка до відновлення порушеного виробництва здійснюється своєчасно. Вона передбачає планування відповідних робіт за різними варіантами, підготовку ремонтних бригад, створення необхідного запасу матеріалів, обладнання і направлена на поновлення випуску необхідної продукції в мінімальні строки.

Підвищення стійкості електропостачання здійснюється за двома напрямками: електромережі повинні бути такими, щоб їх можна було поділити на окремі ділянки, що одержують енергію самостійно, що дозволяє перерозподіляти навантаження найбільш важливим споживачам. Електричні трансформаторні підстанції за кільцюють, лінії електропередач замінюються кабельною сіткою. На об'єкті створюють резерв автономних джерел електропостачання.

З метою попередження аварій на електричних мережах необхідно встановити автоматичну систему відключення перенапруги. Повітряні лінії електропостачання слід замінити на підземно-кабельні.

Для безперебійного забезпечення газом, газові мережі необхідно підводити до об'єкта з двох напрямків, які мають бути з'єднані в єдине кільце з обладнанням для можливого дистанційного автоматичного управління й у разі необхідності відключення пошкоджених ділянок.

ВИСНОВКИ

Мостовий кран, який обладнаний вантажозахоплюючим органом – гаком і встановлений на відкритій естакаді електросталеплавильного цеху заводу «Дніпрспецталь» може бути обладнаний з'ємним електромагнітом М22ВТ2. При цьому на мосту крана необхідно розташувати випрямну установку УВК – 3 – 50/220П, в кабіні кранового машиніста панель управління магнітом. Переобладнання механізму головного підйому та механізму пересування візка та крану, а також підсилення металоконструкції головної балки мостового крану не потребує.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- 1 ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Госгортехнадзор России. М., ПИО ОБТ. 2001.
- 2 ВНИИПТМАШ. Расчеты крановых механизмов и их деталей. М., Машиностроение, М., 1971.
- 3 Под ред. М.М.Гохберга. Справочник по кранам. т.1, Л., Машиностроение, 1988.
- 4 Под ред. М.М.Гохберга. Справочник по кранам. т.2, Л., Машиностроение, 1988.
- 5 М.П. Александров. Подъемно-транспортные машины. М., Высшая школа, 1985.
- 6 РТМ 24.090.14-76. Краны грузоподъемные мостовые. Эквивалентные нагрузки. Методы расчета. ВНИИПТМАШ, 21с.
- 7 К.С. Богинский, Ф.С. Зотов, Г.М. Николаевский. Мостовые и металлургические краны. «Машиностроение», 1970.
- 8 Минский подшипниковый завод. Каталог подшипников, Минск, 2004
- 9 РТМ 24.090.28-77. Краны грузоподъемные. Механизм передвижения. Метод расчета.
- 10 ОСТ 24.090.72-83. Нормы расчета стальных конструкций мостовых и козловых кранов.
- 11 А.Г. Ланг, И.С. Мазовер, В.С. Майзель. Портальные краны. Расчет и конструирование. МАШГИЗ, М., 1962.
- 12 М. Гохберг. «Металлические конструкции подъемно-транспортных машин». Л., «Машиностроение», 1976.
- 13 СНиП II-23-81. Нормы проектирования. Стальные конструкции. М., 1991.