

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний факультет

(повне найменування інституту, назва факультету)

Деталі машин та ПТМ

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Розробка засобів для визначення точності
установки ходових коліс крана

Виконав: студент 6 курсу, групи М-313_м
спеціальності (напряму підготовки)

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Михайлов В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Фролов Р.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Юликов М.Є.

(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 Деталі машин та ЧТМ
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність Машинобудування 133
 (код і назва)
 Напрямок підготовки Прийом транспортні 133/03
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

"14" 12 2018 року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Михайлову Владиславу Воронцову
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка пристроїв для визначення
можливості устаткування ходових коліс крани

керівник проекту (роботи) Грабов Р.О. ст. викладач
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "07" листопада 2018 року № 384

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10 грудня 2018

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Настовий кран з перекидом
ходових коліс вантажопідіймальної мари

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Літературний огляд. 2. Пристрої для перевірки можливості
устаткування коліс 3. Пристрої для усунення перекошу крана. 4. Визначення
можливості перекошу ходових коліс настовного крана. 5. Сторона крана
та будівельні внаслідок ситуацій.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

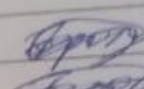
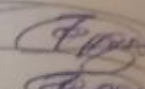
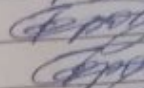
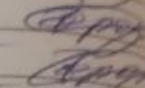
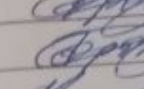
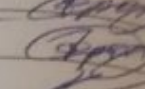
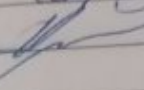
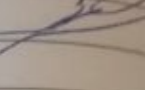
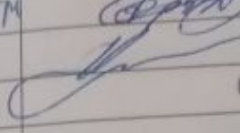
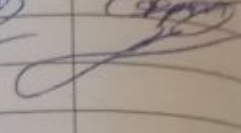
Пояснювальна записка формату А4 - 54см

Лист 1 формату А4 - Схема пристрою для визначення можливості устаткування коліс

Лист 2 формату А4 - Вантажовий штовхач

Лист 3 формату А3 - Крива скорості

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконання завдання
1.	Фрамов Р.О. ст. викладач каф. ДМ: ПТМ		
2.	Фрамов Р.О. ст. викладач каф. ДМ: ПТМ		
3.	Фрамов Р.О. ст. викладач каф. ДМ: ПТМ		
4.	Фрамов Р.О. ст. викладач каф. ДМ: ПТМ		
5.	Нестерів О.В. к.т.н. доцент		

7. Дата видачі завдання 03.09.2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

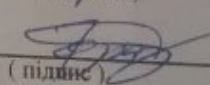
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням	11.09.18	
2.	Розгляд пристроїв для перевірки точності установки калі	02.10.18	
3.	Розгляд пристроїв для усування перекосу крапа	09.10.18	
4.	Вимірювання та усування нерівностей хвостик калі мостового крапа	17.10.18	
5.	Охорона праці та безпеки у надзвич. ситуаціях	03.11.18	
6.	Виготовлення графічної частини	06.11.18	
7.	Оформлення дипломної роботи	28.11.18	

Студент


(підпис)

Михайлов В.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Фрамов Р.О.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 54 с., 8 таблиць, 20 рисунків, 15 джерел.

Об'єкт дослідження – ходові колеса мостових електричних кранів.

Мета роботи – розробка простих пристроїв для визначення точності взаємного розміщення кранових коліс.

Метод дослідження – аналітичний, з використанням стандартних пакетів: Word, КОМПАС – 3DV16.

У проекті вирішені такі задачі:

1. Виконано аналіз потенційних недоліків конструкцій що призводять до передчасного виходу із ладу ходових коліс вантажопідйомних кранів.
2. Обґрунтована проста, що не потребує дорогого обладнання та досить точної методики оцінки правильності установки коліс кранів, яка знайде широке застосування та буде корисною для спеціалістів, що займаються виробництвом, ремонтом, обслуговуванням та технічною діагностикою вантажопідйомних кранів.
3. Спроековано пристрій для усунення перекосу кранових коліс;

Робота виконана на кафедрі ДМ і ПТМ Запорізького національного технічного університету.

Ключові слова: КРАНОВІ КОЛЕСА, ТОЧНІСТЬ УСТАНОВКИ, КОНТРОЛЬ, УСУНЕННЯ ПЕРЕКОСУ КРАНУ, КУЛЬКОВА ОПОРА, РЕБОРДА, ПРОМІНЬ ЛАЗЕРА, СТРУНА, БАЛАНСИР.

ЗМІСТ

Календарний план.....	2
Реферат.....	4
Зміст.....	5
Вступ.....	6
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	7
2 Пристрої для перевірки точності установки коліс.....	12
2.1 Механічний пристрій.....	12
2.2 Оптичний пристрій.....	14
3 Пристрої для усунення перекосу крана.....	21
3.1 Гвинтовий штовхач.....	21
3.2 Розрахунок гвинтового штовхача.....	22
3.3 Кулькова опора.....	22
3.4 Розрахунок гвинтового штовхача.....	23
3.5 Пристрій для заміру відстані між струною та рейкою.....	23
4 Вимірювання та усунення перекосів ходових коліс мостового крана....	26
5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	32
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	32
5.2 Заходи із забезпечення техніки безпеки.....	33
5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	39
5.4 Заходи з пожежної безпеки.....	45
5.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	47
Висновки.....	51
Перелік використаної літератури.....	52
Додаток А.....	54

ВСТУП

Збільшення міжремонтних термінів вузлів та обладнання крану є одним з головних резервів підвищення ефективності його роботи. Однією з причин, що часто викликає простої кранів являється передчасний вихід з ладу ходових коліс із-за зносу їх реборд [1], [2], [3].

При експлуатації кранів значне зниження зносу реборд коліс кранів досягається підвищенням точності їх установки[4].

Для нормальної роботи механізму пересування крану необхідно ходові колеса двох кінцевих балок встановити без перекосів в паралельних площинах. Згідно ГОСТ 7131-64 погрішність установки ходових коліс не повинна перевищувати 0,5мм на 1000 мм базової довжини. Ця погрішність повинна включати неточності виготовлення металоконструкції, товщини підбуксових платиків, відстані від осі отвору під підшипник в корпусі букси до опорної поверхні і інші погрішності, кожна з яких може викликати відхилення більше за регламентовані.

Найбільш прийнятним способом витримати вимоги ГОСТ являється монтажне регулювання взаємного розташування коліс за допомогою установки підкладок в пази букс, а також регулювання положення ходового колеса відносно букс в осьовому напрямі за допомогою регулювальних кілець кришок підшипників.

Контроль точності установки ходових коліс нині здійснюється, як правило, шляхом виміру лінійкою відстані від торців ходових коліс до струни, прийнятої за вимірювальну базу. Проте, цей спосіб не забезпечує необхідної точності, оскільки розмір доступного для вимірів торця колеса не перевищує 150...200мм, що вимагає відхилення не більше 0,1 мм, а це неможливо здійснити звичайною лінійкою.

Завданням цієї роботи була розробка пристосувань, а також методики вимірів, що дозволяють забезпечити необхідну точність по ГОСТ 7131-64.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Ходові колеса в механізмах пересування кранів виготовляють головним чином зі сталі марок 75 і 65Г з обов'язковим сорбітуванням поверхні кочення. Колеса бувають дворебордними, одноребордними і безребордними. Під ребордою ходового кранового колеса розуміють піднятий край обода, направляючий колесо при русі по рейці. Діаметри коліс в залежності від вантажопідйомності, швидкості руху і інших параметрів крана знаходяться в межах 160...1000 мм.

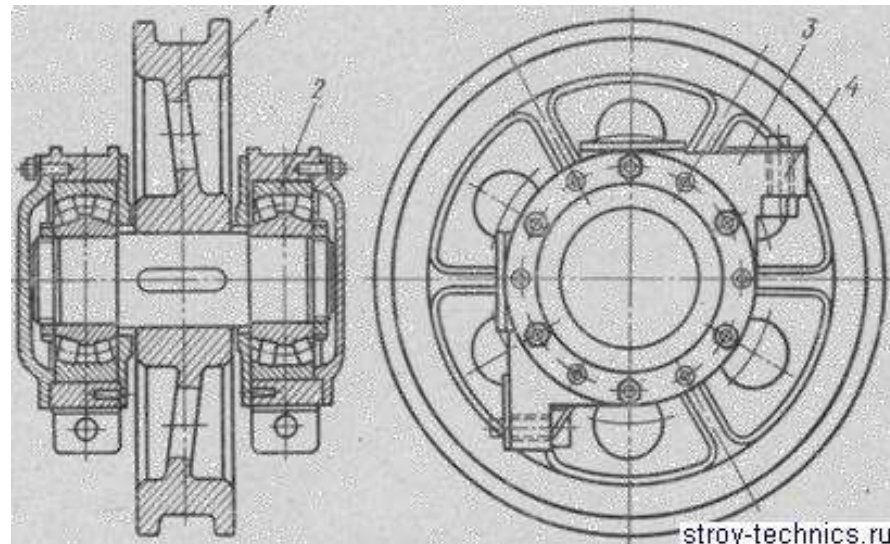


Рисунок 1.1 – дворебордне ходове колесо на кутовій буксі:

1- ходове колесо, 2 - підшипник кочення, 3 - букса, 4 - болти кріплення букси до металоконструкції моста.

Як правило, ходові колеса кранів виготовляють дворебордними. Одноребордні ходові колеса застосовують в опорних і підвісних візках кранів мостового типу і підвісних візках, що пересуваються по однорейковому шляху (монорейці). Крім напрямку руху коліс і запобігання сходу їх з рейок реборди сприймають горизонтальні поперечні сили, що виникають при пересуванні крана.

Найбільшого поширення набула установка коліс на кутових буксах (рис. 1.1). Букси закріплюють болтами на рамі візка, кінцевій балці або балансірі. Від зсуву при роботі крана букси утримують платики, приварені до металоконструкції або балансира і взаємодіючі з пазами в буксах. Така фіксація установки забезпечує взаємозамінність букс і скорочує трудомісткість при заміні коліс за рахунок виключення часу на вивірку їх положення. При використанні безребордних коліс (головним чином в мостових і пересувних консольних кранах) функції реборд виконують додаткові горизонтально розташовані ролики (рис.1.2).

Знос кранових коліс найчастіше проходить від тертя реборд об головки рейок під час руху крана з перекосом, при порушенні точності розташування коліс в плані (перекіс), взаємодії зі зношеними деформованими рейками та ін. Істотно впливає на інтенсивність зносу колеса профіль його обода. При наявності радіусних переходів від бігової доріжки до реборди знос значно зменшується.

Приводні ходові колеса закріплюють на валах за допомогою шпонок, холості ходові колеса - на обертаючихся осях без шпонок, а горизонтальні ролики - на нерухомих осях в підшипниках. Для забезпечення вірного монтажу та зручності заміни при експлуатації колеса, закріплені на валах, монтують на сферичних підшипниках в буксах.

З ростом вантажопідйомності крана збільшується число ходових коліс, яке призначається на підставі розрахунку. Крани вантажопідйомністю до 50 т мають чотири ходових колеса. Крани вантажопідйомністю 80-125 т при будь-яких прольотах і вантажопідйомністю 150 т з прольотом 18 м мають вісім ходових коліс, а крани вантажопідйомністю 150 т з прольотом більше 18 м і вантажопідйомністю 200 і 250 т мають по 16 коліс.

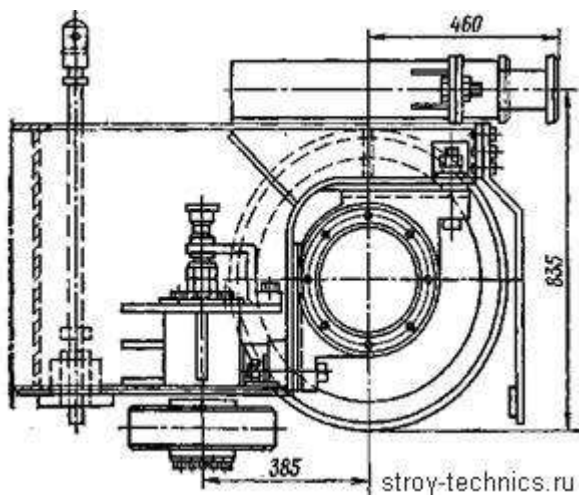


Рисунок 1.2 – Установка горизонтальних роликів

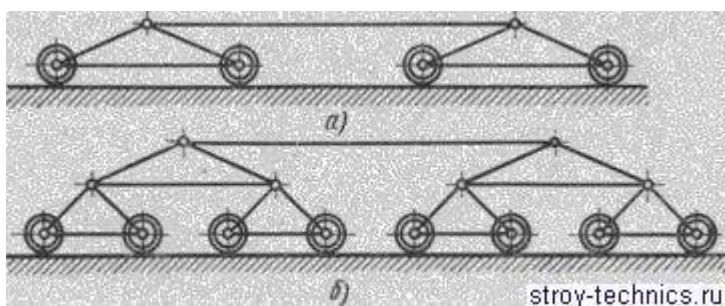


Рисунок 1.3 – Схема балансного кріплення коліс:

а - вісім коліс крана, б - шістнадцять коліс крана

Жорстке кріплення ходових коліс до мосту крана завжди обумовлює нерівномірний розподіл навантаження між ними, викликане нерівністю кранових шляхів або деформацією моста крана. Очевидно, що зі збільшенням числа коліс зростає нерівномірність розподілу навантаження між ними. Тому в кранах великої вантажопідйомності (при установці восьми або шістнадцяти ходових коліс) для рівномірного розподілу навантаження ходових коліс на рейки застосовують врівноважуючі балансири.

Ходові колеса в балансирах встановлюють попарно. Кожен з чотирьох балансирів восьми колісного крана шарнірно з'єднаний з мостом горизонтальною віссю (рис. 1.3, а). У шістнадцяти колісних кранах ходові колеса кріплять за допомогою головних і малих балансирів (рис. 1.3, б).

Головні балансири шарнірно кріплять до моста крана горизонтальними

нерухомими осями, а малі балансири шарнірно з'єднують з кінцями головних. На малих балансирах попарно встановлені ходові колеса крана. Шарнірно встановлені балансири мають можливість повертатися! (гойдатися) на осях, забезпечуючи при пересуванні моста крана його спирання на всі ходові колеса і їх рівномірний навантаження незалежно від стану кранового шляху.

Ходові колеса в механізмах пересування кранів виготовляють головним чином зі сталі марок 75 і 65Г по ГОСТ 4543-71. Конструкція ходових коліс кранів і вантажних візків повинна виключати можливість сходу коліс з рейок. Для цього ходові колеса забезпечують одним або двома бічними фланцями - ребордами, які служать для напрямку руху колеса по рейці. Як правило, ходові колеса кранів виготовляють дворебордними. Одноребордні ходові колеса застосовують в опорних і підвісних візках кранів мостового типу і підвісних візках, що пересуваються по монорейці. При використанні безребордних коліс функції реборд виконують горизонтальні напрямні ролики 2 з вертикальною віссю обертання (рис. 1.4, а). Ці ролики можуть котитися як по бокових поверхнях кранових рейок, так і по спеціальних напрямних, закріплених на верхньому поясі підкранової балки.

Найбільший діаметр поверхні доріжки катання ходового колеса по ГОСТу не повинен перевищувати 1000 мм. Від розмірів ходових коліс залежить несуча здатність і найбільша допустиме навантаження, яку вони можуть передати на рейки. Жорстке кріплення ходових коліс до мосту крана завжди обумовлює нерівномірний розподіл навантаження між ними, викликане нерівністю кранових шляхів або деформацією моста крана.

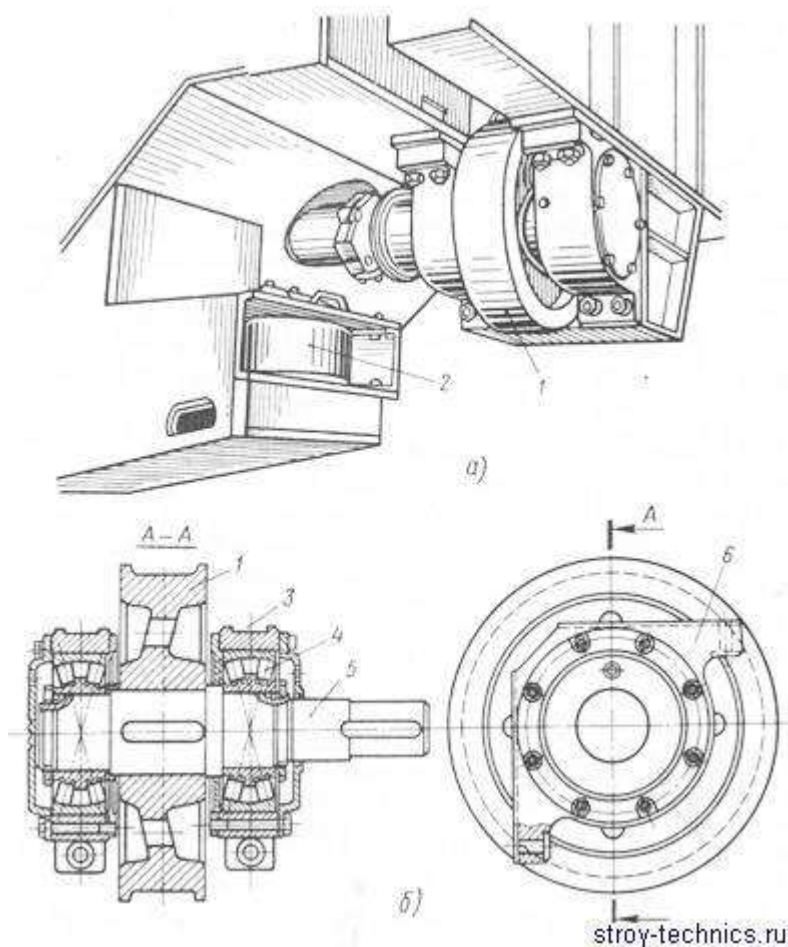


Рисунок 1.4 – Ходові колеса:

а - безребордні з напрямним горизонтальним роликом,

б - дворебордне на кутовій буксі; 1 - приводне ходове колесо,
2 - направляючий ролик, 3 - напрямні пази під платик, 4 - підшипник кочення,
5 - вал ходового колеса, 6 – букса.

2 ПРИСТРОЇ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ТОЧНОСТІ УСТАНОВКИ КОЛІС

Проблема зносу реборд ходових коліс вантажопідіймальних кранів існує давно, але і до теперішнього часу не запропоновано ефективного її вирішення.

Причина прискореного зносу реборд - перекоє колеса в горизонтальній площині. Ретельна вивірка і усунення перекоє колеса, у якого спостерігався швидкий знос реборд, істотно скорочують швидкість цього небажаного процесу. Розглянемо два способи виміру взаємного розташування коліс.

2.1 Механічний пристрій

Перевірка точності установки ходових коліс крана проводиться за допомогою контрольних струн, які натягуються паралельно кінцевим балкам на рівні осей обертання коліс (рис.2.1). Для цього служить пристосування (розріз А-А), що складається з важелів 1, пов'язаних віссю, що закріплюються на підкрановій рейці за допомогою гвинта 2. До важеля 1 приварена втулка 3 з внутрішнім різьбленням. Під втулку угвинчується з одного боку гвинт 2, а з іншого - шпилька 4. На шпильку нагвинчується шків 5 з кільцевою канавкою для контрольної струни. Через шківи двох пристроїв, закріплених на підкрановій рейці по обидві сторони кінцевої балки прокидаємо контрольну струну, що натягається вантажами. Плавне переміщення струни в горизонтальній площині здійснюється згвинчуванням шківа в необхідному напрямку.

Точність монтажу коліс визначається шляхом виміру відстаней a_1 і a_2 від контрольної струни до торця колеса в двох діаметрально-протилежних точках колеса. Для виміру використовується вимірювальний пристрій 6, що містить мікрометричну головку зі шкалою, що має ціну поділки 0,01 мм.

Для доступу до торця колеса в стінці кінцевої балки необхідно попередньо просвердлити отвір діаметром 30...40 мм. Послідовні виміри відстаней a_1 і a_2 і коригування, при необхідності, положення струни дають

можливість оцінити взаємне розташування коліс на одній кінцевій балці (перекіс, осьовий зсув).

При вимірах необхідно перевіряти ширину коліс В1 і враховувати її при істотних відмінностях цих розмірів.

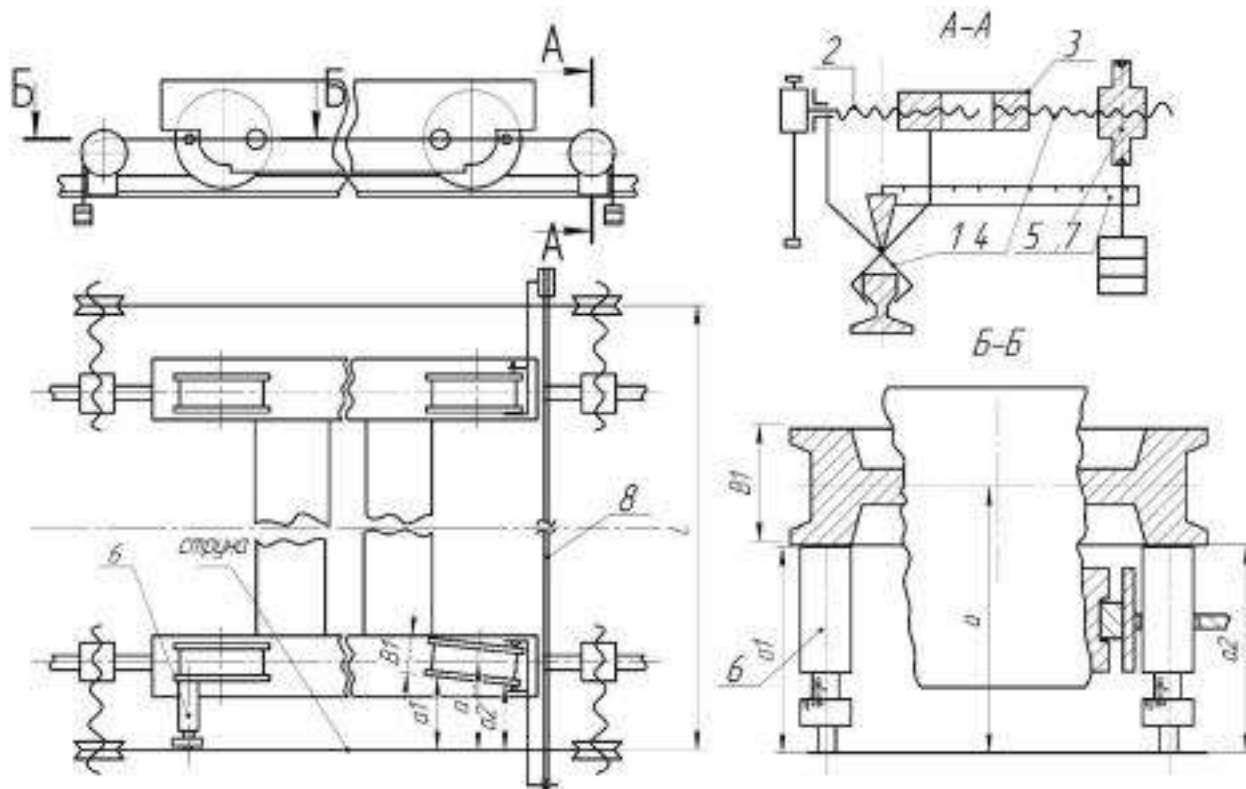


Рисунок 2.1 – Схема для механічного контролю точності встановлення кранових коліс

Аналогічно здійснюється перевірка розташування коліс протилежної кінцевої балки. Потім за допомогою рулетки вимірюються відстані між контрольними струнами по обидва боки мосту для оцінки прекосу кінцевих балок і точності розміру прольоту моста.

Точність вимірювання прольоту ± 1 мм забезпечується вантажним натяжним пристроєм 8. Воно складається з двох струбцин, закріплених на колесах крана по обидва боки прогону. Кожна струбцина забезпечена роликом і натяжним гвинтом. Кінець стрічки рулетки кріплять на натяжному гвинті однієї струбцини. Розмотану стрічку укладають на ролик другої струбцини і натягують вантажем. Вантаж має порожнину для розміщення коробки рулетки

і кріпиться до стрічки ексцентриковим затискачем. Натяжний гвинт дозволяє розташувати нульовий тиск стрічки під контрольної струною.

Після перевірки моста можлива корекція розташування контрольних струн. Потім уточнюються величини перекосів і зсувів ходових коліс і даються рекомендації щодо усунення неточності їх взаємного розташування.

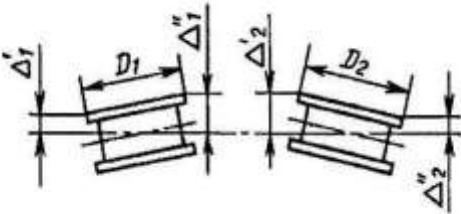
Контрольні струни можна також використовувати для перевірки відстані між осями підкранових рейок. При цьому з відстані між струнами віднімаються відстані від струн до рейки. Відстань між контрольною струною і рейкою вимірюється за допомогою лінійки 7, закріпленої на призмі, що укладається між важелями пристосування для установки контрольної струни.

2.2 Оптичний пристрій

Однак на практиці виміряти точність установки колеса (його перекоєс в горизонтальній площині) складно.

Вимоги до точності установки коліс, регламентовані ГОСТ 27584-88 «Крани мостові і козлові електричні. Загальні технічні умови », досить жорсткі (див. Таблицю 1).

Таблиця 2.1 – Відхилення при установці кранового колеса

Балансиры тележки мостовых кранов группы режима 7К Концевые балки мостовых кранов, ходовые балки козловых кранов грузоподъемностью 20 т и более, грузовые тележки Ходовые тележки козловых кранов при соединении стоек опор стяжками, ходовые балки козловых кранов грузоподъемностью до 20 т	Отклонение от теоретической линии, проходящей через середины колес $K = \frac{\Delta'_1 - \Delta''_1}{D_1} = \frac{\Delta'_2 - \Delta''_2}{D_2}$ 	$K = 0,0004$ $K = 0,0006$ $K = 0,0010$
--	--	--

Діаметр ходового колеса козлового або мостового крана дорівнює 500 мм, в порівнянні з ним величина, яку треба виміряти, дуже мала:

$$\Delta' - \Delta'' = KD = (0,0004 \dots 0,0010) 500 = 0,2 \dots 0,5 \text{ мм.} \quad (2.1)$$

Крім того, виміряти цей параметр по центральній осі колеса не представляється можливим, тому що доступна тільки видима в зазорі між рейкою і нижньою гранню кінцевий балки або ходового візка частина колеса. Точність установки колеса на практиці зазвичай оцінюють не по діаметру, а по хорді, довжина якої в кращому випадку становить 200...250 мм, тобто допустимі значення перевіряемого розміру зменшується ще в 2 рази.

Очевидно, що найбільш поширені прості методики вимірювання за допомогою струни (або теодоліта) і лінійки не забезпечують потрібної точності.

Використовувати для проведення подібних вимірів більш сучасне обладнання можливо, але воно коштує набагато дорожче, що і стримує його широке застосування.

Зараз гостро стоїть питання розробки простої, але досить точної інженерної методики вимірювань перекосів коліс, щоб, не використовуючи складного спеціального обладнання, можливо було оперативно оцінювати вірність їх установки.

Проаналізуємо вимоги ГОСТ 27584-88 (див. Таблицю 1). Тут нормуємим показником є безрозмірна величина K , яка представляє собою тангенс кута між віссю колеса і «теоретичної лінією, що проходить крізь середини коліс» (будемо називати її віссю кінцевої балки).

Для оцінки параметра K немає ніякої необхідності в точній прив'язці до діаметру колеса. Очевидно, що чим більше відстань, на якій заміряють відхилення осі оцінюваного колеса від осі кінцевої балки, тим точніше будуть вимірювання.

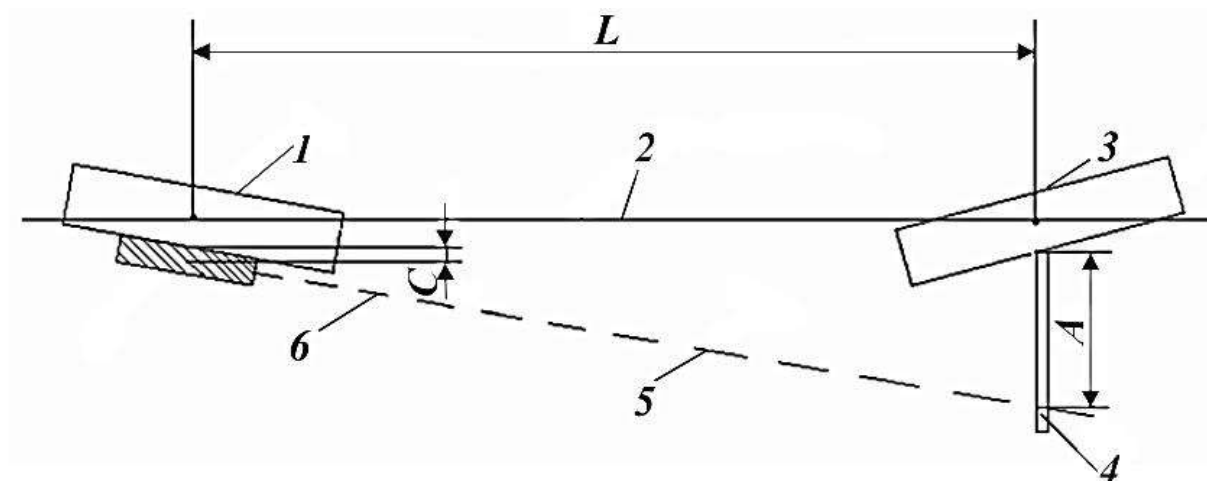


Рисунок 2.2 – Загальний принцип вимірювання перекосу колеса:

1 - колесо, для якого вимірюється перекіс; 2 - вісь кінцевої балки; 3 - базове колесо, відносно якого вимірюється перекіс першого колеса; 4 - лінійка; 5 - промінь лазера; 6 - лазер; А - відстань від променя лазера до поверхні другого колеса; С - відстань від променя лазера до поверхні першого колеса; L - відстань між колесами

Можна відмовитися від прямих вимірювань відстаней від осі кінцевої балки до поверхні колеса. Замість цього на доступній зовнішній поверхні колеса (для цього достатньо ділянки 50×150 мм) встановлюється лазер, промінь якого повинен бути паралельний поверхні колеса або його осі. Всі наступні вимірювання проводяться вже відносно променя лазера (рис. 2.2).

Відстань між опорними вузлами мостового крана або ходовими візками козлового крана зазвичай 6 ... 14 м.

Шуканий тангенс кута перекосу оцінюваного колеса визначається як

$$K = (A - C) / L \quad (2.2)$$

При аналізі рис. 1, можуть виникати наступні питання: як виміряти відстань С і оцінити паралельність променя лазера і осі колеса.

Пропонована нами методика дозволяє обійти ці труднощі. Для оцінки перекосу колеса операції проводять в наступній послідовності.

1. Лазер закріплюють в пристрої, показаному на рис. 2,3, а. Кут нахилу променя лазера щодо опорної поверхні рамки вибирають таким, щоб він був завідомо більшим можливого кута перекосу колеса.

2. Рамку з лазером встановлюють на одній з зовнішніх сторін колеса, як показано на рис. 2.3, б; на другому колесі вимірюють відстань А від променя лазера до зовнішньої поверхні колеса.

3. Аналогічно вимірюють відстань В. Для цього і лазер, і лінійку встановлюють з протилежного боку відповідно вимірюваного і базового коліс.

4. Невідомий тангенс кута повороту колеса K_K можна розрахувати за формулою (2.3).

$$K = \frac{A-B}{L} \quad (2.3)$$

Щоб отримати цю формулу, визначимо величини А і В:

$$A = C + L (K_L + K_K); \quad (2.4)$$

$$B = C + L (K_L - K_K), \quad (2.5)$$

де K_K - тангенс кута повороту рамки лазера (або кута між віссю колеса і променями лазера).

Вирішуючи рівняння (2.3) і (2.4) щодо K_K , отримуємо просту формулу (2.2) для оцінки тангенса кута повороту колеса.

При проведенні математичних обчислень С і K_L скорочуються, тобто при подвійному вимірі з кожного боку колеса ці параметри не мають значення.

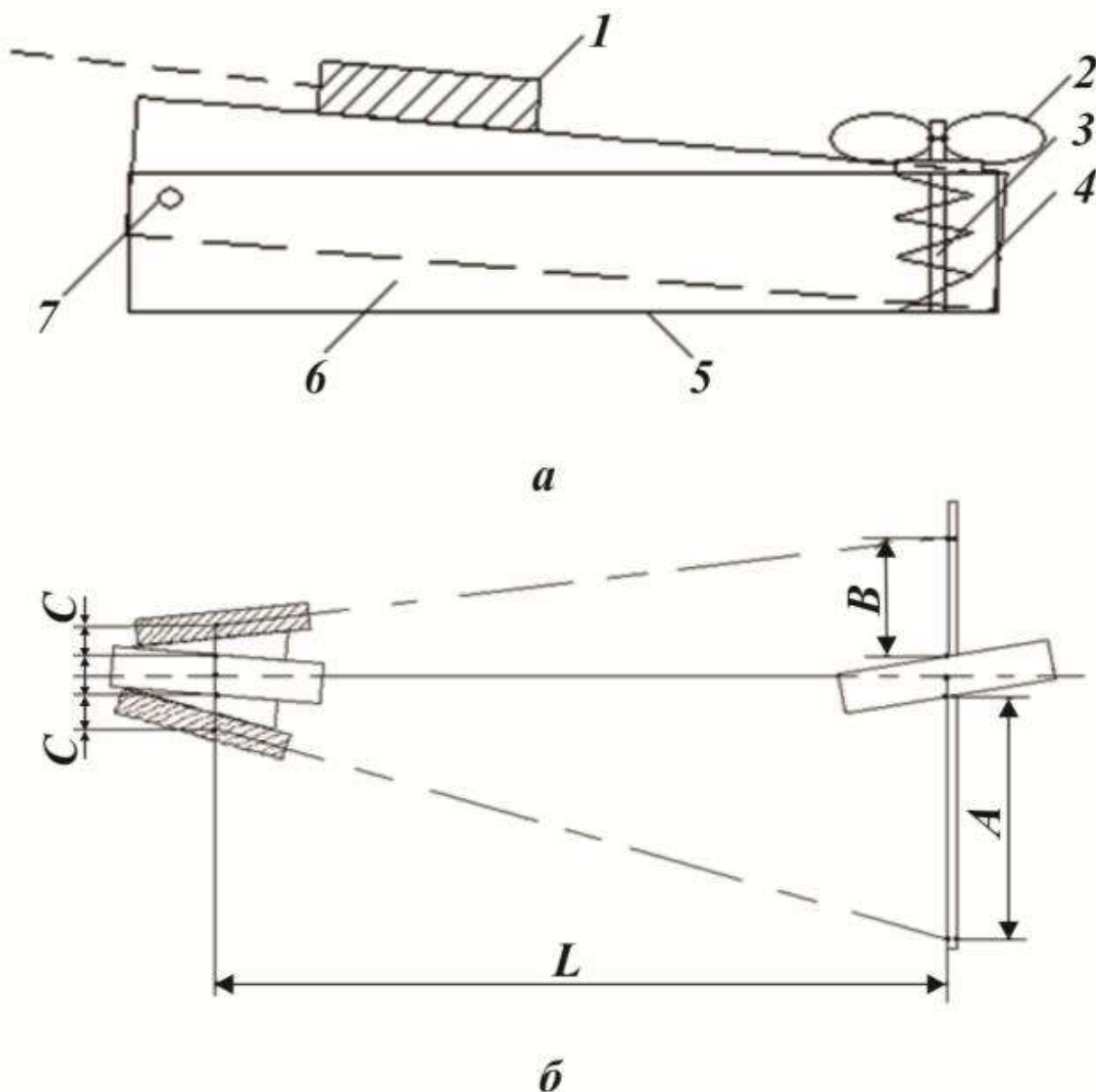


Рисунок 2.3 – Установка лазера на специальной рамці (а) і схема вимірювань перекоосу колеса (б): 1 - лазер; 2 – гайка баранчика; 3 - гвинт; 4 - пружина; 5 - опорна поверхня рамки; 6 - складна рамка; 7 – шарнір

У запропонованій методиці вимірювання прийняті наступні допущення: колеса (вимірюване і базове) мають однакову ширину; зовнішні бічні поверхні кожного колеса рівні і взаємно паралельні; рамка лазера абсолютно жорстка; кут між променем лазера і опорною поверхнею рамки постійний; колеса знаходяться строго посередині щодо осі кінцевої балки або ходового візка.

У ТОВ УралНІЛП виготовлений дослідний екземпляр пристрою для вимірювання перекосів коліс (рис. 2.3). Найдорожчий елемент цього пристрою - лазерна указка. Для зручності кріплення рамки з лазером і лінійки на поверхні колеса використовують магніти. В процесі вимірювання необхідно вручну обережно повернути рамку на магнітах у вертикальній площині, щоб промінь лазера збігся з уже встановленою на іншому колесі лінійкою.

Методика вимірювання була випробувана на заново змонтованому козловому крані в м Тюмені. Різниця виміряних A і B для кожного з чотирьох ходових коліс склала відповідно 63, 65, 65 і 270 мм. У перерахунку на нормований показник K перші три колеса перевищили допустимі значення в 4 рази, останнє - в 15 разів.



Рисунок 2.4 – Кріплення рамки з лазером і лінійки на ходових колесах крана

У тому, що всі колеса дослідженого крана мають великі відхилення від допустимого значення немає нічого дивного. Це узгоджується з думкою інших дослідників, які займалися вивченням правильності установки коліс за допомогою високоточного обладнання та підтверджують, що дуже рідко зустрічаються колеса, перекоє яких строго відповідає вимогам ГОСТ.

До недоліків запропонованої методики можна віднести наступні.

1. Якщо кран працює поза приміщенням, то в сонячну погоду погано видно промінь лазера. Але це загальний недолік всіх лазерних приладів.

2. Оскільки лінійка і лазер встановлюються в нижній частині коліс, то розглянута нами вісь кінцевий балки, щодо якої проводиться вивірка коліс, не строго відповідає теоретичній лінії, що проходить через їх центри. Це відбувається через те, що колеса мають нахил у вертикальній площині. За ГОСТ 27584-88 допуск на вертикальний нахил колеса для мостових і козлових кранів складає відповідно 0,005 і 0,015 від діаметра колеса. Наприклад, для колеса діаметром 500 мм дорівнює 2,5 і 7,5 мм, тобто край колеса, на який встановлений лазер або лінійка, через нахил колеса може бути зміщений щодо центру колеса відповідно на 2,5/2 і 7,5/2 мм. Якщо вимірюване і базове колеса нахилені в різні боки, то кут, на який розглядається вісь кінцевої балки буде відрізнятися від її фактичної осі, стає таким же як і допуском на перекис колеса. Звичайно, це не зовсім коректно. Тому бажано використовувати пропоновану методику після вивірки ходових коліс в вертикальній площині.

3. «Зайчик» лазерного променя від дешевої лазерної указки на відстані 8 м і більше дає круглу пляму діаметром 5 ... 6 мм з не дуже чіткими контурами. Дорожчий лазер дозволить збільшити точність вимірювань. Однак візуально оцінити центр навіть не дуже чіткої плями і співвідносити його зподілами на лінійці не складно. Точність вимірювань в даному випадку становить ± 2 мм або близько 10%, що цілком задовольняє для орієнтовної оцінки правильності установки коліс.

Пропонована проста і не вимагаюча дорогого устаткування, але достатньо точна методика оцінки правильності установки ходових коліс кранів буде корисна фахівцям, які займаються виготовленням, ремонтом, обслуговуванням і технічним діагностикою вантажопідіймальних кранів.

3 ПРИСТРОЇ ДЛЯ УСУНЕННЯ ПЕРЕКОСІВ КРАНА

Під час роботи механізмів пересування мостових кранів через низку причин виникає перекис моста крана щодо підкранових рейок. Перекис крана викликає інтенсивний знос реборд ходових коліс. Однією з причин перекосу крана є неточність установки коліс на мосту крана.

Для полегшення перевірки точності установки коліс, а також для подальшої нормальної роботи необхідно сам кран встановити на підкранових коліях без перекосу. Для цього пропонується використовувати гвинтовий штовхач (рис. 3.1) закріплений на підкрановій рейці біля переміщуваної кінцевої балки. Гвинт штовхача впирається в буксу ходового колеса. Щоб полегшити розворот моста крана під кінцеву балку, протилежну переміщуваної, встановлюють кулькову опору (рис. 3.2). Для цього кінцеву балку моста крана потрібно домкратом підняти на 5-10 мм, а потім опустити на гвинт кульковою опори, що опирається на підкранових балках поруч з рейкою.

Колеса переміщуваної боку моста перекочуються по рейці з деяким поперечним ковзанням. З огляду на це, збільшуємо коефіцієнт опору пересуванню з $f = 0,007 \dots 0,01$ до $f' = 0,075$. Тоді, при вазі крана 80 тон максимальне зусилля гвинта штовхача

$$P = 0,5 \cdot G_{\text{кр}} \cdot f' = 0,5 \cdot 80 \cdot 0,075 = 3 \text{ т.} \quad (3.1)$$

3.1 Гвинтовий штовхач

Гвинтовий штовхач складається з корпусу і клина, що охоплюють головку рейки. У гайку корпусу угвинчений гвинт з рукояткою.

Фіксація штовхача на рейці здійснюється клином, що має рифлену з боку рейки поверхню. Навантаження, прикладене до гвинта переміщує штовхач уздовж рейки і клина, збільшуючи надійність кріплення штовхача до рейки.

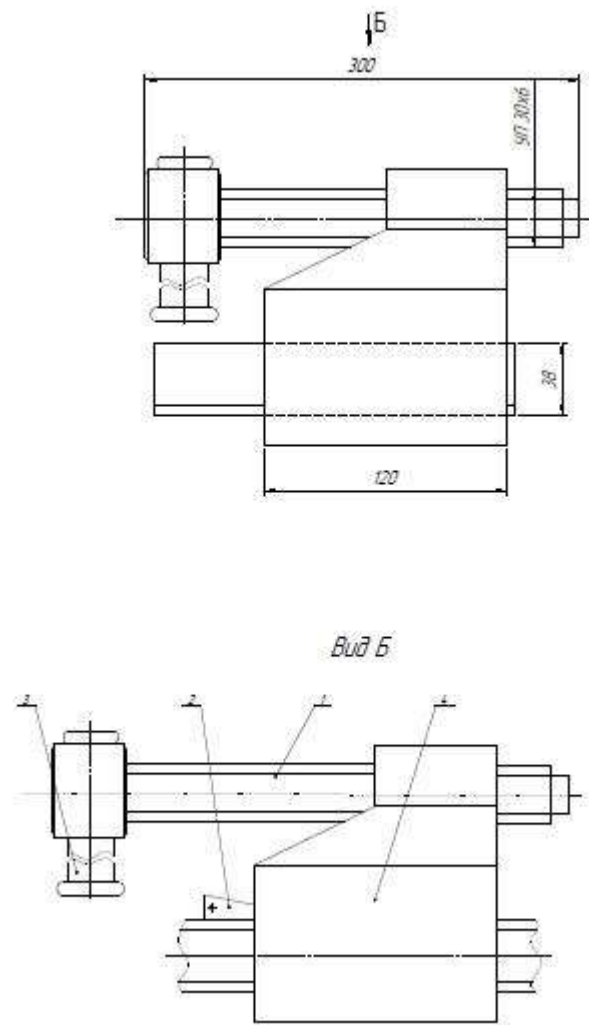


Рисунок 3.1– Гвинтовий штовхач

3.2 Розрахунок гвинтового штовхача

Внутрішній діаметр різьби:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \sigma}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3000}{\pi \cdot 195}} = 1,95 \text{ см} \tag{3.2}$$

приймаємо різьбу упорну УП 30х6 по ГОСТ 10177-52

$$d_1 = 19,586 \text{ мм}, \quad d_2 = 30 \text{ мм}, \quad d_3 = 6 \text{ мм}, \quad d_{\text{ср}} = 25 \text{ мм}.$$

Момент гвинтової пари

$$M = \frac{F \cdot l}{2} \cdot \left(\frac{d_2}{d_1} + \rho \right) = 3000 \cdot \frac{2,5}{2} \cdot \left(\frac{30}{19,586} + 0,01 \right) = 620 \text{ Н·м} \tag{3.3}$$

Кут підйому гвинтової лінії

гайку.

$$= \cdot = \cdot 25^6 = 0,0763; = 4^{\circ} 22' \rho = 5^{\circ} - \text{кут тертя гвинта про}$$

(3.4)

Зусилля на рукояті при плечі $L_{рук} = 400 \text{ мм}$

$$F_{рук} = \frac{620}{40} = 15,5 \text{ кг}$$

Діаметр рукоятки за умовою згину

$$d_{рук} = \sqrt[3]{\frac{0,1 \cdot 1000}{0,1 \cdot 1000}} = \sqrt[3]{1} = 1,84 \text{ см}$$

Приймаємо

$$d_{рук} = 20 \text{ мм.}$$

(3.5)

3.3 Кулькова опора

Кулькова опора складається з корпусу, в якому вміщено кульковий упорний підшипник 8320, статичне навантаження якого дорівнює 45500кГ. На верхнє кільце підшипника спирається гайка, в яку угвинчений гвинт. Гвинтова пара необхідна для регулювання кульковою опори по висоті.

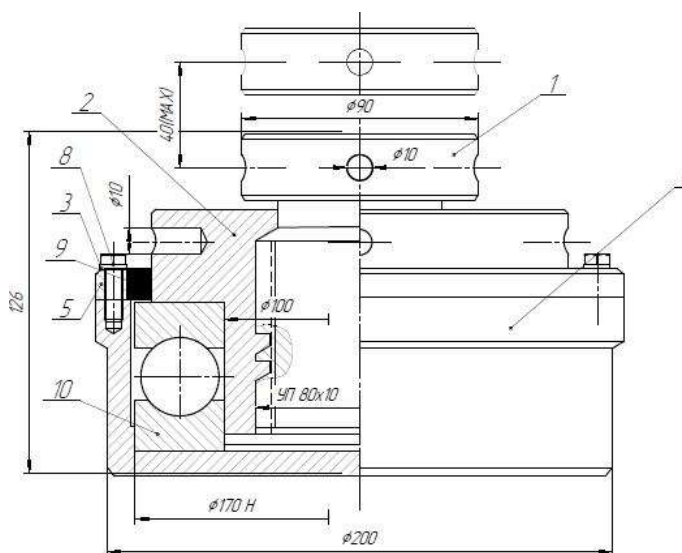


Рисунок 3.2– Кулькова опора

3.4 Розрахунок гвинтової пари

Необхідний внутрішній діаметр різьби

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,5 \text{ кр}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,5 \cdot 80000}{\pi}} = 6,26 \text{ см} \quad (3.6)$$

Приймаємо різьбу УП 80х10 по ГОСТ 10177-62, що має розміри:

- зовнішн діаметр;

1- внутрішній діаметр різьби гвинта;

h - робоча висота профілю різьби;

z - число витків різьби;

s - крок різьби.

Напруження зминання поверхні витків

$$= \frac{0,5 \text{ кр}}{\pi h} = \frac{0,5 \cdot 80000}{\pi \cdot 6,26} = 335 \text{ кг/см}^2 \quad (3.7)$$

що допустимо при нерухомій гвинтовій парі, виготовленої зі сталі.

Напруга зрізу витків гвинта

$$= \frac{0,5 \text{ кр}}{0,736 \cdot \pi \cdot 1} = \frac{0,5 \cdot 80000}{0,736 \cdot \pi \cdot 6,26} = 380 \text{ кг/см}^2 \quad (3.8)$$

, що нижче допустимої напруги зрізу для будь-якої сталі.

3.5 Пристрій для заміру відстані між струною та рейкою

Точність відстані між осями підкранових рейок зручніше перевіряти вимірюючи розмір між двома контрольними струнами, натягнутими уздовж рейок. Для натягу струн використовуються пристрої, описані вище. Між важелями 1 (рис. 1.1), укладається призма з прикріпленою до неї масштабної лінійкою, що дозволяє виміряти відстань між віссю рейки і струною з достатньою точністю.

4 ВИМІРЮВАННЯ ТА УСУНЕННЯ ПЕРЕКОСІВ ХОДОВИХ КОЛІС МОСТОВОГО КРАНА

Вимірювання виконувалася відповідно до вимог методики ОМД 00120253.001-2005 «Методика експертного обстеження (технічного діагностування) кранів мостового типу» за технологічною інструкцією ТИ 03-2006 «Порядок вивірки положення ходових коліс мостових, козлових кранів і їх вантажних візків» і ГОСТ 29266-91 (ISO 9373-89) «Крани вантажопідіймні. Вимоги до точності вимірювань параметрів при випробуваннях». Точність вимірювань склала $\pm 0,1$ мм.

Відповідно до ГОСТ 27584-88 «Крани мостові і козлові електричні. Загальні технічні умови» допустимий перекис ходового колеса не повинен перевищувати:

$$\Delta = K \cdot D = 0,0006 \cdot 500 = 0,3 \text{ мм},$$

$$\text{де } K = \frac{\Delta'_1 - \Delta''_1}{D} = \frac{\Delta'_2 - \Delta''_2}{D} = 0.0006 \quad (4.1)$$

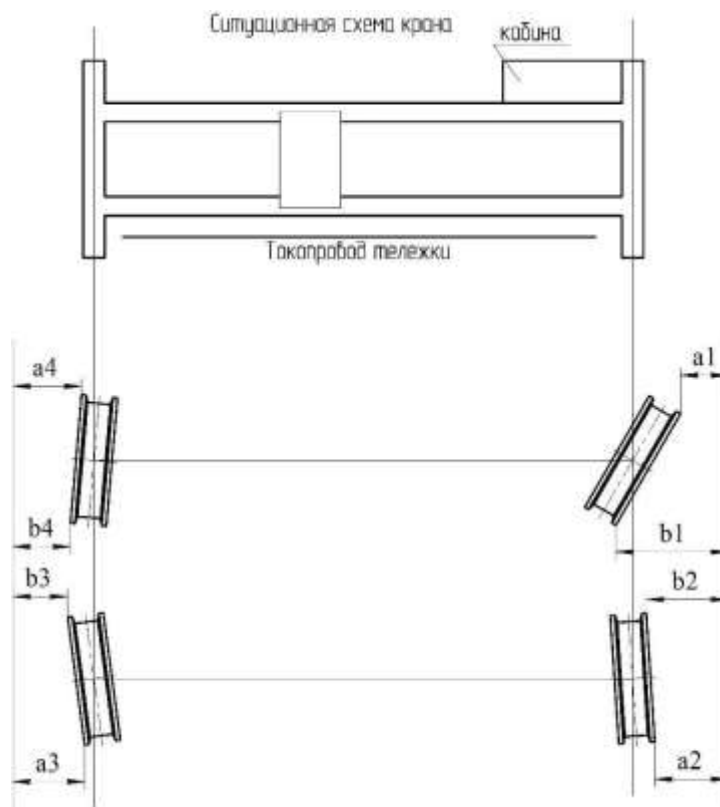


Рисунок 4.1– Початкове положення коліс крана

Таблиця 4.1 – Похибка початкового положення коліс крана

Номер колеса	1	2	3	4
Похибка Δ	6	0,8	1,5	1,00

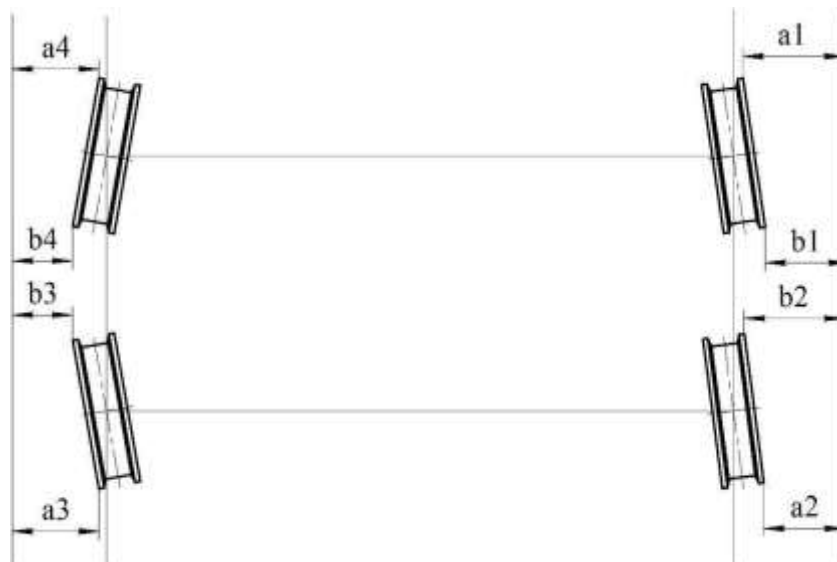


Рисунок 4.2 – Положення коліс крана після затяжки буксових болтів

Таблиця 4.2 – Похибка положення коліс крана після затяжки буксових болтів

Номер колеса	1	2	3	4
a	$(172+171,8)/2=171,9$	$(171,05+171,25)/2=171,15$	$(173,1+173,0)/2=173,05$	$(173+173,2)/2=173,1$
b	$(171+171,1)/2=171,05$	$(172+171,8)/2=171,9$	$(172+171,5)/2=171,75$	$(172,2+172)/2=172,1$
Δ	0,85	0,75	1,30	1,00

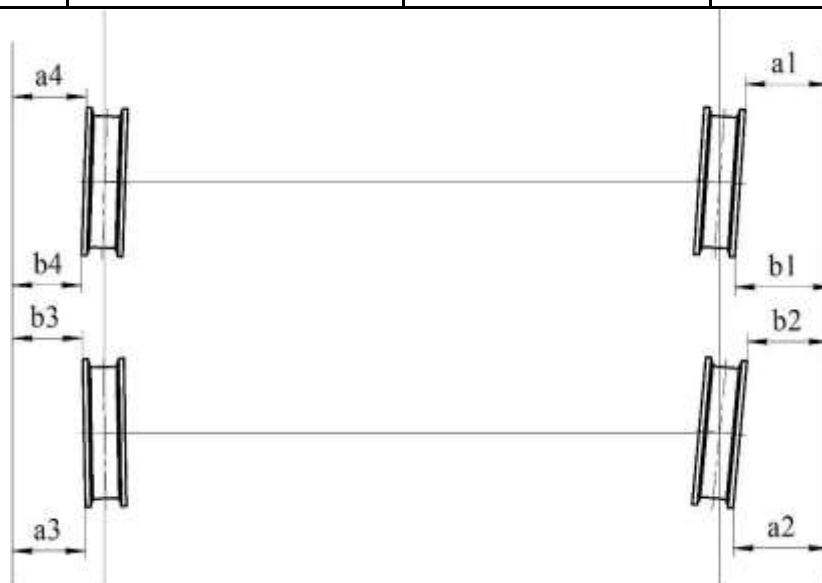


Рисунок 4.3 – Положення коліс крана після початкової вивірки

Таблиця 4.3 – Похибка положення коліс крана після початкової вивірки

Номер колеса	1	2	3	4
a	171,4	171,8	174,1	173,2
b	171,8	172,25	174,0	173
Δ	0,4	0,55	0,1	0,2

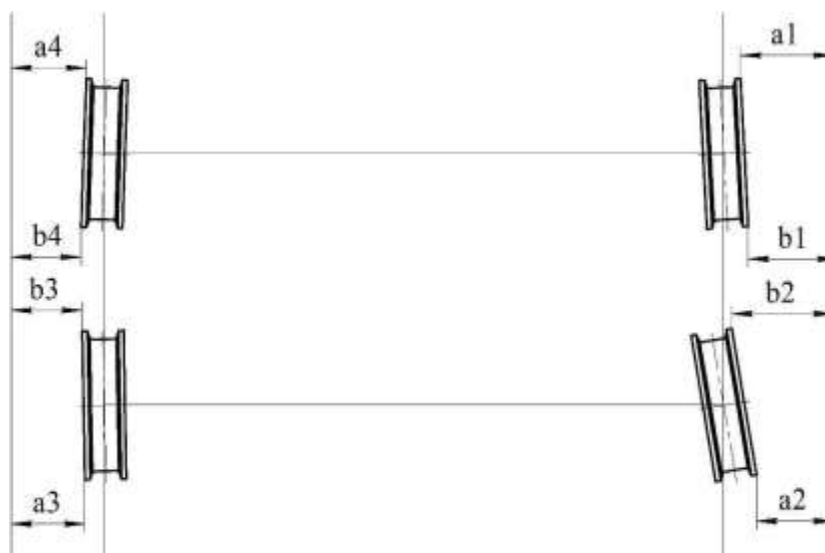


Рисунок 4.4 – Положення коліс після одного тижня роботи крана

Таблиця 4.4 – Похибка положення коліс після одного тижня роботи крана

Номер колеса	1	2	3	4
a	170,9	169,675	174,1	173,2
b	170,6	171,275	174,0	173
Δ	0,4	1,6	0,1	0,2



Рисунок 4.5 – Кінцеве положення коліс крана

Таблиця 4.5 – Похибка кінцевого положення коліс крану

Номер колеса	1	2	3	4
a	170,667	170,525	174,1	173,2
b	170,6	170,583	174,0	173
Δ	0,067	0,058	0,1	0,2

Вимірювання відхилення від осі проводилися струною, натягнутою між 9-10 і 18-19 колонами (рис. 4.6). Вимірювання відстані між осями рейок рулеткою СГ 0-50 м перетином $0,15 \times 10$ мм із зусиллям $H = 3,2$ кг. Довжина рулетки з урахуванням її пружності і температурних деформацій:

$$L = L_0 \cdot (1 + \varepsilon + \varepsilon_t); \quad (4.2)$$

де $\varepsilon = \frac{H}{E \cdot F} = \frac{3.2 \cdot 10}{2 \cdot 10^5 \cdot 1.5} = 1.07 \cdot 10^{-4}$ – відносна деформація, викликана пружністю рулетки;

$\varepsilon_t = \alpha \cdot \Delta t = 11.5 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = 1.15 \cdot 10^{-4}$ – температурна деформація, викликана проведенням вимірів при 30°C ($\Delta t = 10^\circ\text{C}$);

L_0 – показання рулетки.

Приймаємо для зручності вимірювань $L_0 = L_{НОМ} + t$, $L_{НОМ} = 22500$ мм,

t – відхилення довжини рулетки від номінального прольоту.

Відстань визначали за формулою для гнучкої нитки:

$$l = \frac{2 \cdot H}{q} \cdot \operatorname{arcsch} \left| \frac{(L + t) \cdot q}{2 \cdot H} \right| = \frac{2 \cdot H}{q} \cdot \operatorname{arcsch} \left| \frac{(L + t) \cdot (1 + \varepsilon + \varepsilon_t) \cdot q}{2 \cdot H} \right| \quad (4.3)$$

$q = 0.0117$ кг/м - розподілене навантаження від ваги рулетки СГ. Облік зазначених деформацій викликає збільшення розміру ≈ 5 мм. Похибка була обумовлена нерівномірним зносом рейок з правого боку і варіацією навантаження, вимірюваної цифровим динамометром.

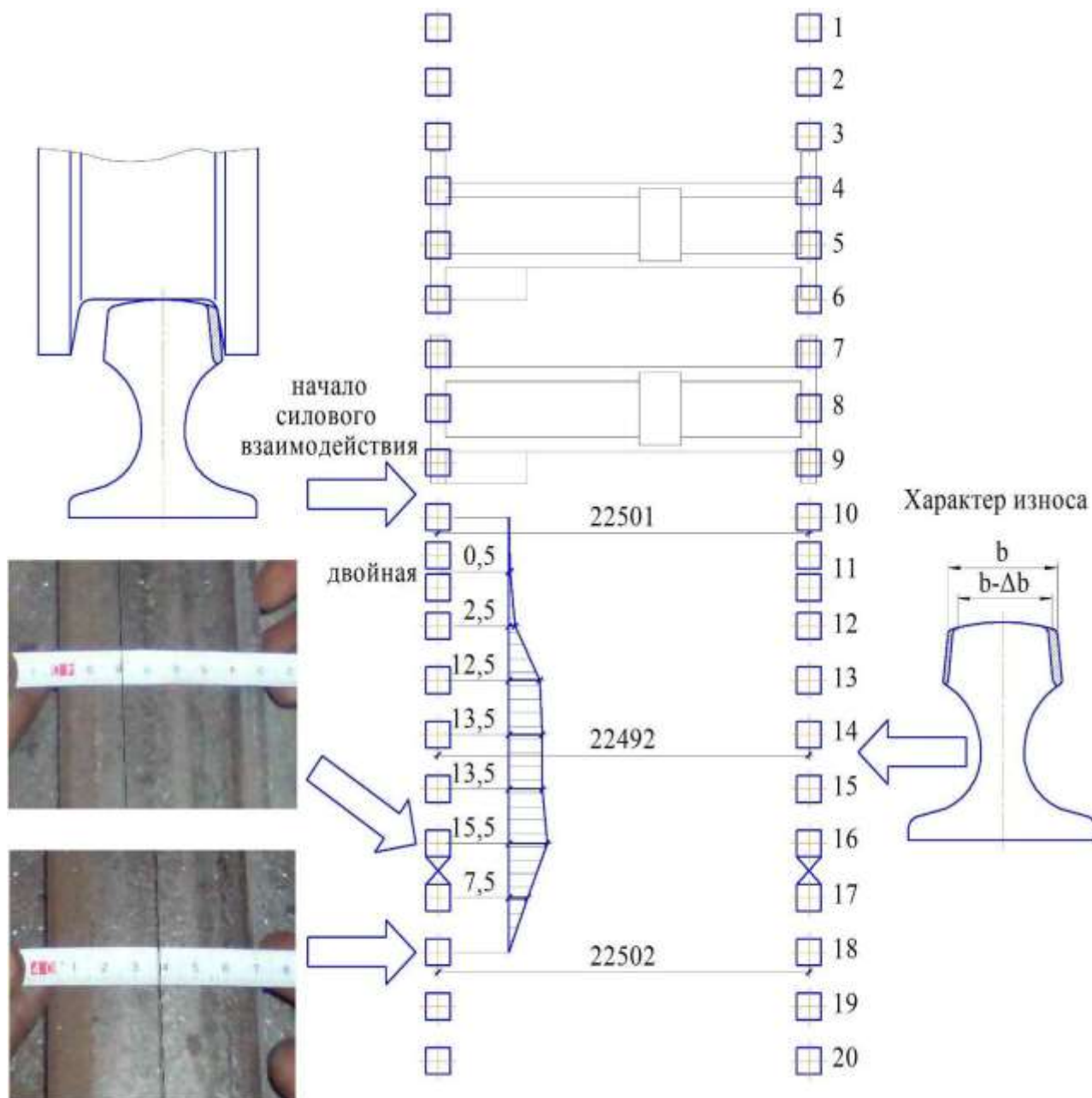


Рисунок 4.6 – Результаты контрольных випробувань та перевірки стану підкранового шляху

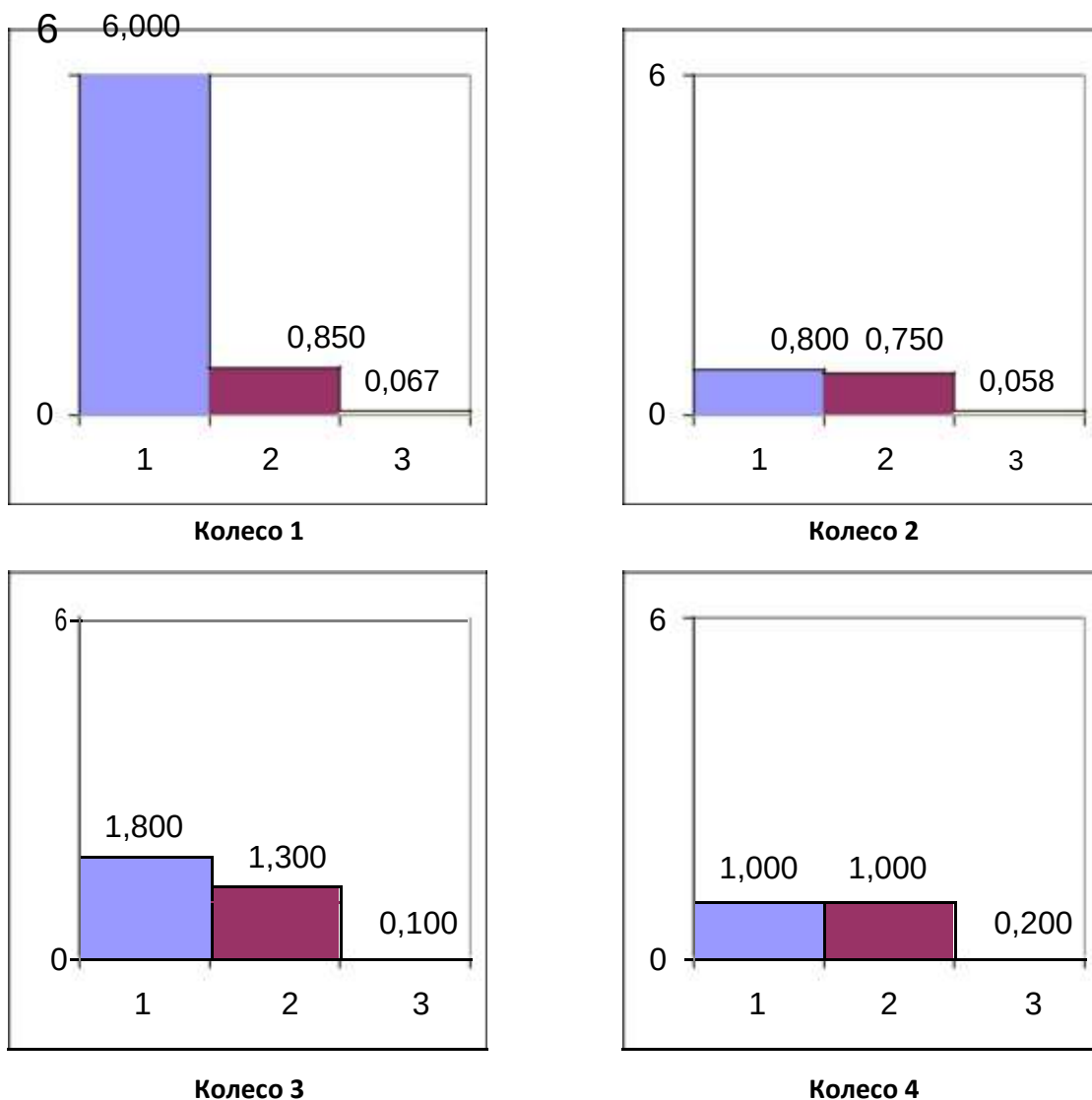


Рисунок 4.7 – Діаграми значень перекосів ходових коліс

- 1- Вихідний стан;
- 2- після обтяжки буксових болтів;
- 3- стан після вивірювання та припрацювання.

В результаті проведених робіт перекоси зменшилися від 5 до 90 разів. На момент підготовки звіту перекоси ходових коліс відповідають вимогам ГОСТ 27584-88.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі подані основні заходи охорони праці, при розробці засобів для вимірювання ступеня зношуваності ходових коліс підйомно-транспортних машин.

5.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Незадовільно організоване робоче місце дослідника в приміщенні дослідницької лабораторії в наслідок невиконання умов ергономічності стосовно організації робочого місця, або захаращення зони що може призвести до зниження працездатності, або механічної травми;

б) Можливість ураження електричним струмом внаслідок порушень правил з електричної безпеки, несправності електронного споживаючого обладнання або відсутності групових засобів захисту , що може призвести до електричних травм або летального наслідку;

в) Небезпеки які можуть виникнути при виконанні замірів положення ходових коліс, зокрема можливість отримання механічних травм при знаходженні в робочій зоні за відсутності індивідуальних засобів захисту;

г) Небезпеки які пов'язані з обробкою отриманих результатів з використанням комп'ютерної техніки; зокрема негативний вплив статичної електрики, можливість ураження електричним струмом та підвищення напруженості та інтенсивності праці.

д) Незадовільні параметри повітряного середовища в адміністративному приміщенні в наслідок не ефективної роботи систем опалення та повітря обміну , що може призвести до захворювання

е) Незадовільний рівень освітлення дослідницької лабораторії, що може бути пов'язаний виходом з ладу освітлювальних приладів або конструктивних недоліків систем загального штучного освітлення.

ж) Можливість загорань в наслідок порушень правил с пожежної безпеки, що може призвести до пожежі.

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

5.2 Заходи із забезпечення техніки безпеки

а) вимоги ергономіки згідно ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общеэргономические требования» при організації робочого місця проектувальника забезпечують швидкість та ефективність роботи.

Важливими моментами, які необхідно врахувати для організації робочого місця, є такі:

- робоча поза;
- конфігурація та спосіб розміщення панелей індикаторів та органів управління;
- потреба в огляді робочого місця;
- необхідність використання робочої поверхні для писання або інших робіт, установлення телефонних апаратів, іншої техніки, допоміжних засобів;
- простір для ніг та стоп при роботі сидячи.

Конструктивне рішення щодо організації робочого місця обов'язково має забезпечити оптимальність усіх зон досяжності моторного та інформаційного полів. Під інформаційним полем розуміють простір робочого місця з розміщеними засобами відображення інформації та іншими джерелами інформації, якими користується людина в процесі праці. Оптимальною зоною інформаційного поля називається та його частина, у якій забезпечується найкраще сприйняття інформації, при цьому враховують кут огляду, оскільки більшість інформації оператори сприймають очима. Рекомендуються такі параметри: кут огляду має становити 30° — 40° по відношенню до горизонталі робочого місця та 0° — 30° вертикальній площині по відношенню до горизонталі.

Таблиця 5.1 - Перелік засобів індивідуального захисту

Назва	Кількість, шт.	Строк , міс.	Примітка
Костюм мужской чоловічий 3 Ми ГОСТ 12.4.109, типы А,Б, модель Е-136		12	
Ботинки чоловічі Мун 100 ТУ 17006-112-85		12	
Рукавиці х/п Ми ГОСТ 12.4.010, типы Б,В,Г		1	
Каска захисна текстолитовая, размер 1,2 ТУ 6-19-186-81			
Підшлемник під захисну каску ТУ 17-08-149-81		12	
Окуляри захисні відкриті зі світлофільтром обоз. В: 02-76 (В-1, В-2) ГОСТ 12.4.013		До зносу	
Пояс запобіжний ТУ 36-2103-84		До зносу	
Світлофільтри ГОСТ 12.4.080-79 ГОСТ 21-6-87		До зносу	

- виконання вимог розділу 3 НПАОП 0.00-1.80-18 «Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» Механічні види небезпеки, пов'язані зі складовими частинами обладнання, з вантажами, що переміщуються, і зумовлені, наприклад, формою (гострі крайки, ріжучі елементи, гострокінцеві частини тощо), місцем установлення, масою та стійкістю (потенційна енергія частин, що можуть бути урухомлені під дією сили ваги), масою та швидкістю (кінетична енергія частин під час контрольованого чи неконтрольованого рухів), пришвидшенням, недостатньою механічною міцністю, що може призвести до небезпечних поломок чи руйнувань, накопиченням енергії усередині обладнання (у

пружних елементах, у рідинах, газах, що перебувають під тиском, в умовах вакууму), порушенням безпечних відстаней:

- 1) здавлювання;
- 2) поріз;
- 3) розітнення чи відсікання;
- 4) намотування, утягування чи захоплення частин одягу, кінцівок тощо;
- 5) удар;
- 6) укол або проколювання;
- 7) розбризкування рідини під високим тиском;
- 8) утрата стійкості елементів;
- 9) ковзання, спотикання або падіння (на обладнанні чи з обладнання) працівників.

Таблиця 5.2 - Перелік шкідливих факторів

№ п/п	Найменування загрозливих та шкідливих аиробничих факторів	Місце та час можливого появлення	Заходи з усунення дії на персонал
1	Відсутність або недостатність природнього освітлення	В темний час доби, при роботі в затемнених місцях	Використання на робочому місці штучного освітлення
2	Гострі кромки, завусенці таи шорсткість на поверхнях заготовок, інструменту та обладнання	На всій зоні виконання робіт	Використання рукавиць, перчатки х/п. Застосування справного інструменту та обладнання
3	Розміщення робочого місця на значній висоті над рівнем підлоги (вище за 1,3 м)	При виконанні робіт на візку, лісах	Застосовувати пояс лямочний з двома зємними стропами , страхуючий канат, верхолазне спорядження
4	Шкідливі хімічні речовини, пил	При виконанні робіт	Застосування распіраторів, захисних окулярів та рукавиць

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

– при тривалому і інтенсивному використанні, на поверхні модулів ПК (системний блок, монітор, мишка і т.д.) виникають невеликі розряди струму. Ці частинки активізуються під час дотиків до них і призводять до виходу техніки з ладу. Потрібно регулярно використовувати нейтралізатори, зволожувачі повітря, антистатика;

– навколо столу не повинно бути звисаючих проводів, користувач не повинен контактувати з ними;

– важлива цілісність корпусу розетки і штепсельної вилки;

– відсутність заземлення передекранного фільтра перевіряється за допомогою вимірювальних приладів.

Оскільки персональний комп'ютер має всі властивості електричного приладу, то на нього поширюються основні правила безпеки при взаємодії з провідниками струму:

– не можна розміщувати будь-які речі на проводах, а також самостійно змінювати їх розташування без особливої потреби;

– рекомендується уникати розташування рідин поруч з модулями комп'ютера;

– неприпустимо знімати корпус будь-якої із складових частин ПК під час його роботи;

– під час роботи на комп'ютері не можна одночасно торкатися до інших металевих конструкцій, які стоять на тій же поверхні. Це стосується опалювальних батарей або трубопроводів;

– при відчутті навіть незначного запаху гару, потрібно якомога швидше вимкнути ПК з мережі і звернутися до відповідального за обслуговування комп'ютерної техніки.

Що б мінімізувати вплив при тривалому знаходженні за монітором, варто назавжди запам'ятати наступні правила:

- відстань між очима користувача і екраном становить не менше 600 мм;
- клавіатура повинна встановлюватись під кутом $15^0(\pm 5)$;
- стілець розташовується таким чином, що б тримати рівну поставу;
- кість руки повинна мати опору, для чого відстань від клавіатури до краю стола становить 100-150 мм;
- надзвичайно важлива періодична зарядка. Щогодини потрібно вставати з крісла, розминати м'язи і суглоби на протязі 10-15 хв.

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

Види трудової діяльності поділяються на 3 групи:

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

Група Б – робота з введення інформації;

Група В – творча робота в режимі діалогу.

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

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

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

для групи Б – по сумарному числу зчитування або вводяться знаків за час роботи з комп'ютером, але не більше 60 000 знаків;

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

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

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

д) забезпечення належних параметрів повітряного середовища у адміністративних приміщеннях.

Для нормалізації параметрів повітряного середовища в проекті передбачено: устрій технічних систем, які повинні забезпечувати параметри повітряного середовища у відповідності до норм, які вказані в таблиці 1, згідно СНиП 23-01-99 «Будівельна кліматологія»

Таблиця 5.3 Оптимальні фізичні параметри повітряного середовища цеху.

Період року	Температура, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Холодний	18 - 22	40 - 60	0,1 – 0,3
Теплий	20 - 23	40 - 60	0,1 – 0,4

В теплий період року для зниження температури повітря в робочому просторі необхідно використовувати природну вентиляцію, або

- евакуаційне – для забезпечення евакуації людей при аварійному відключенні робочого освітлення;
- охоронне – використовується в нічний період;
- чергове – передбачається в неробочий час.

Штучне освітлення – освітлення будинків, приміщень, споруд та створення зовнішнього освітлення за допомогою спеціальних електроосвітлювальних установок – світильників. Система загального освітлення призначена для освітлення всього приміщення.

Для виконання визначених робіт в лабораторії необхідно провести розрахунок рівномірного загального освітлення виробничого приміщення методом світлового потоку.

1) Вибір системи освітлення:

Вибір системи освітлення залежить від зорових робіт і визначається за Державними будівельними нормами України (ДБН В.2.5.-28-2006 “Природне і штучне освітлення”. Розряд зорової роботи IIIа, застосовуємо систему комбінованого освітлення.

2) Визначення рівня нормованої освітленості (E_n) проводимо за дод. А [28] в залежності від розряду зорових робіт, фону, контрасту об’єкта з фоном та системи освітлення. Приймаємо $E_n = 400$ лк.

3) Вибір джерела світла: використовуємо люмінесцентні лампи ЛБ (білого кольору 2500-2800K), тому що вони рекомендовані для приміщень висотою до 6м.

Розміри приміщення лабораторії: довжина $A = 6$ м, ширина $B = 6$ м, висота $H = 2,8$ м.

4) Вибір типу світильника проводимо з урахуванням умов навколишнього середовища, характеристики і освітлювального приміщення за вибухопожежонебезпекою. Для лабораторій, та приміщень з висотою до 5 м обираємо тип світильника ПВЛ. Коефіцієнт світильника $[L/h] = 1,5$.

5) Оцінка коефіцієнта запасу та коефіцієнта нерівномірності (мінімального) освітлення:

Коефіцієнт запасу k_z враховує зниження рівня освітленості з часом в результаті забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення, приймається в залежності від виробничих умов. Обираємо $k_z = 1,5$.

Коефіцієнт нерівномірності (мінімального) освітлення $z = 1,1$ – для люмінесцентних ламп.

6) Оцінка коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення:

Обирається в залежності від виділення пилу у процесі роботи.

У приміщеннях з незначним пиловиділенням $\rho_c = 50\%$ - відбиття від стелі, $\rho_{ст} = 30\%$ - відбиття від стін, $\rho_{п} = 10\%$ - відбиття від підлоги.

7) Значення індексу приміщення визначаємо за формулою:

$$i = \frac{AB}{h(+)} , \quad (5.1)$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м

$$h = H - h_p - h_z, \quad (5.2)$$

де H – висота виробничого приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м;

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

h_z – висота звисання світильника від стелі, м.

Так як h_z не задана, то розрахунок проводимо за формулами:

а) Розраховуємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$= \frac{L}{h} , \quad (5.3)$$

де $[L/h] = 1,5$ – числове значення коефіцієнта світильника.

$$= \frac{6}{(2,8 - 0,8) \cdot 1,5} = 2 \text{ ряд}$$

б) визначаємо максимально припустиму відстань між рядами світильників:

$$= \frac{6}{2} = 3 \text{ м} \quad (5.4)$$

в) розраховуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{3}{1.5} = 2 \text{ м} \quad (5.5)$$

г) знаходимо висоту звисання світильника від стелі:

$$h_3 = H - h_p - h = 2,8 - 0,8 - 2 = 0 \text{ м} \quad (5.6)$$

Знаходимо чисельне значення індексу приміщення за формулою (5.1):

$$i = \frac{2(6 + 6)}{6 \times 6} = 1,5$$

8) Значення коефіцієнта використання світлового потоку η обираємо в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення ($\rho_c, \rho_{ст}, \rho_{п}$) та індексу приміщення за дод. Д [28]. Приймаємо $\eta = 40\%$.

9) Проводимо розрахунок світлового потоку лампи та загальної кількості світильників за схемою:

а) Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \cdot S}{\eta} \quad (5.7)$$

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

E_n – нормоване значення освітленості,

лк; S – площа освітлювальної поверхні,

м²; k_3 – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості; η

– коефіцієнт використання світлового потоку

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

$$n = \frac{S}{S_{\text{світ.}}} = \frac{16}{4} = 4 \text{ світильника} \quad (5.8)$$

в) Розраховуємо світловий потік умовного джерела світла:

$$\Phi^* = \frac{\Phi_{\text{л}}}{n}, \text{ лм} \quad (5.9)$$

де $N_{\text{л}}$ – загальна кількість ламп у приміщенні, шт;

$$N_{\text{л}} = N^* \cdot n = 4 \cdot 2 = 8 \text{ шт}$$

n – кількість ламп у світильнику.

$$\Phi^* = \frac{59400}{8} = 7425 \text{ лм}$$

г) Обираємо тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи $\Phi_{\text{л}}$ і розраховуємо коефіцієнт m . Тип лампи – ЛБ, $P_{\text{л}} = 80$ Вт – потужність лампи, $\Phi_{\text{л}} = 5400$ лм – світловий потік лампи, $L = 1,5$ м – довжина лампи.

$$m = \frac{\Phi^*}{\Phi_{\text{л}}} = \frac{7425}{5400} = 1,375 \quad (5.10)$$

д) Визначаємо оптимальну кількість ламп у приміщенні:

$$N = N_{\text{л}} \cdot m = 8 \cdot 1,375 = 11 \text{ ламп} \quad (5.11)$$

Приймаємо фактичну кількість ламп у приміщенні $N_{\text{фл}} = 12$ ламп.

10) Визначаємо загальну розрахункову освітленість $E_{\text{р}}$ у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E = \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot N_{\text{фл}}}{S} = \frac{5400 \cdot 12 \cdot 0,4}{30,53 \cdot 0,4} = 436,4 \text{ лк} \quad (5.12)$$

При правильному виборі типу і кількості стандартних ламп повинна виконуватися умова:

$$E_{\text{р}} = (-10\% \dots +20\%) \cdot E_{\text{н}}, \text{ лк} \quad (5.13)$$

$$E_{\text{р}} = 360 \dots 480 \text{ лк}$$

Розрахункове значення освітленості $E_{\text{р}}$ складає 436,4 лк, отже необхідна умова виконується.

11) Розраховуємо загальну потужність освітлювальної установки:

$$\Sigma = I_L \cdot P_L = 12 \cdot 80 = 960 \text{ Вт} \quad (5.14)$$

5.4 Заходи з пожежної безпеки

ж) Комплекс протипожежних заходів для виробничого приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаного ПК з ВДТ розроблений згідно вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ:

- згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж» (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT) у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа класів – А (що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В);

- відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», воно належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки – простір у приміщенні, у якому перебувають тверді горючі речовини та матеріали.

Оскільки приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнане ПК з ВДТ належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки, тому відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості.

У разі виникнення пожежі у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи, по обидві сторони

приміщення, з одного боку вікно (на пожежні сходи), а з іншого – вхідні двері. Згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания», відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується.

Обладнання, силові та освітленні мережі приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаного ПК з ВДТ відповідають вимогам пожежної безпеки, оскільки виконані відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», та мають ступінь захисту ізоляції обладнання IP44 яка відповідає класу пожежанебезпечної зони П-Па до якої належить приміщення.

З технічних та організаційних заходів запобігання пожеж в приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ передбачені наступні протипожежні заходи. На силовому обладнанні, силових та освітлювальних колах, згідно вимог пункту 3.1 «ПУЕ», встановлені захисні пристрої, що вимикають джерело живлення від ділянки електричного кола, у якій виникло коротке замикання.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика.

Оскільки приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) що обладнане ПК з ВДТ має площу 39 м², тому відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників», «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у

кількості 2 штук (з розрахунку один вогнегасник с величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення). Додатково, на кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення обладнане ПК з ВДТ, передбачене два переносних порошкових вогнегасника – ВП-5. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

5.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

з) «Інженерно-технічні заходи від впливу електромагнітного імпульсу на елементи виробництва».

Ядерний вибух має декілька вражаючих факторів, які впливають на людей та механізми. Ці фактори складаються зі світлового випромінювання, ударної хвилі та електромагнітного імпульсу, окрім цього радіоактивне враження.

Електромагнітний імпульс супроводжує ядерний вибух у вигляді короткого імпульсу, який вражає електричну та електронну апаратуру.

Особливість електромагнітного імпульсу полягає в його здатності поширюватися на десятки кілометрів в оточуючому середовищі та по різних комунікаціям.

В мережах електропостачання виникають перевантаження, які викликають пробій ізоляції обмоток електродвигуна, міжфазне коротке замикання, замикання на корпус, пробій ізоляції проводів, які підключають двигун до мережі.

Ступінь ушкодження залежить від амплітуди наведеного імпульсу напруги або струму та електричної міцності обладнання. Особливо незахищеним до впливу електромагнітного імпульсу є апаратура на напівпровідниках. Електромагнітний імпульс випалює елементи електросхем, викликає коротке замикання, іонізацію діелектриків.

Електромагнітний імпульс вражає також резистори, викликає іскріння у міжконтактних з'єднаннях. Це призводить до нагріву та пошкодження опору поверхні, що буває небезпечно.

Електромагнітний імпульс ядерного вибуху вражає електротехнічні пристрої керування електродвигуном, тому необхідно вірно оцінити ймовірність пошкодження наявних схем і систем внаслідок дії електромагнітного імпульсу (ЕМІ).

Головна задача захисних пристроїв від ЕМІ – виключити доступ наведених струмів до чутливих вузлів та елементів обладнання, яке захищається.

Одним з методів захисту від дії сильного ЕМІ є використання металевих екранів. Вони віддзеркалюють електромагнітні хвилі та гасять високовольтну високочастотну енергію. Через систему заземлення струм, наведений ЕМІ, збігає в землю.

Для розширення спектру частот ЕМІ, що поглинаються, використовують різні типи екранів, виготовлених з різних елементів. Найдешевший екрануючий матеріал – холоднокатана сталь. Стінки екранів можуть виконуватися у вигляді сіток та у вигляді листів.

Також використовуються розрядники, які встановлюються в лінії електропостачання на вході та виході електродвигуна, що захищається.

Основні функції захисного розрядника – розімкнути лінію або відвести енергію для попередження пошкодження в двигуні або обладнанні, що захищається.

Розрізняють два види розрядників:

- “жорсткі” обмежувачі – прилади з пробоем (газові розрядники, діоди);
- “м'які” обмежувачі – нелінійні опори, які залежать від напруги (конденсатори).

Для електродвигунів основну небезпеку представляє імпульс, який приходить до мережі живлення.

Для захисту використовують запобіжники та вхідні пристрої, які реагують на підвищення струму або напруги. Найбільш ефективними є вказані пристрої з використанням плавких запобіжників.

При появі між провідною лінією і землею великої різниці потенціалів розрядники у ряді випадків забезпечать “стікання” великого заряду в землю без пошкодження ізоляційних елементів ліній.

Для захисту двигунів в цьому випадку використовують: плавкі вставки з автоматичним відновленням, замикаючі котушки, розрядники, дренажні котушки, двопровідну лінію, екран кабелю та пристрій вимикання двигунів.

Також для захисту кабелів, які живлять електродвигуни, використовують екранування і прокладання кабелів в металевих трубах. При цьому використовуються кабелі з високим коефіцієнтом екранування і високою електричною та механічною міцністю, тому що прокладання в трубах викликане великими труднощами.

При виборі захисних пристроїв слід враховувати, що ЕМІ характеризується дуже великим об'ємом, тобто одночасним спрацюванням захисних засобів у всіх ланцюгах, які будуть знаходитись в зоні джерела ЕМІ. Тому схеми захисту, що використовуються, повинні автоматично відновлювати працездатність ланцюгів.

Стійкість електродвигунів до дії ЕМІ у великій мірі залежить від правильної експлуатації ліній та правильного контролю справності засобів захисту. До важливих вимог експлуатації відносять періодичну і своєчасну перевірку електричної міцності ізоляції ліній до вхідних ланцюгів електрорадіотехнічної апаратури, своєчасне виявлення та усунення вимикаючих заземлень проводки, контроль працездатності розрядників, плавких вставок і т. і.

Вказані засоби захисту повинні застосовуватися на усіх видах електротехнічної апаратури з урахуванням характеру вражаючої дії електромагнітних випромінювань ядерного вибуху для забезпечення надійності роботи підприємств в умовах ракетно-ядерної війни.

Усі розглянуті заходи в розділі “Охорона праці” сприяють покращенню умов праці та безпеки, зменшують шкідливий вплив виробничих факторів на людину, а тому призводять до покращення якості виконаних робіт.

ВИСНОВКИ

В результаті дослідно-конструкторської роботи зі створення комплексу пристосувань для контролю точності установки ходових коліс були розроблені робочі креслення і проведені необхідні розрахунки на міцність на наступні пристрої:

1. Пристосування для установки контрольної струни.
2. Пристосування для усунення перекосу крана, що складається з а) кульковою опори і б) гвинтового штовхача.
3. Пристрій для виміру відстані між струною і крановим колесом.
4. Пристрій для виміру відстані між струнами.

Необхідно виготовити і випробувати зазначені пристосування в виробничих умовах.

Ці пристосування дозволять здійснити необхідний контроль точності установки ходових коліс мостових кранів вантажопідйомністю 5 ... 15 тонн відповідно до вимог ГОСТ 27584-88. Підвищення точності установки ходових коліс кранів збільшить їх міжремонтний термін служби.

Усі розглянуті заходи в розділі “Охорона праці” сприяють покращенню умов праці та безпеки, зменшують шкідливий вплив виробничих факторів на людину, а тому призводять до покращення якості виконаних робіт.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аникеева Ф.Л. Вплив точності установки ходових коліс на срок їх експлуатації. ВНИИПТМАШ. Сб. научных трудов, №1, вып.1, 1972г.
2. Конопля А.С. “Повышение долговечности ходовых колес листовых кранов с отдельным приводом” НИИИНФОРМТЯЖМАШ, 6-68-2, М., 1968г.
3. Глушко М.Ф., Сухомлин М.Н. Снижение износа ходовых колес металлургических кранов, ВНИИТМАШ, сб. научных трудов №1, вып.1, 1970.
4. Design of Oil-Lubricated Machine for Life and Reliability: Technical Memorandum [Текст]: NASA; Zaretsky E.V. – NASA, 2007. – 16 p. – Rep. № NASA TM2007-214362.
5. “Повышение точности измерительных средств в тяжелом машиностроении”. Сборник статей КСХИ, г. Красноярск, 1971.
6. Голенищев А. В., Панычев А. П., Шавнина М. В. Измерение точности установки ходовых колес кранов мостового типа // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2012. №6. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmerenie-tochnosti-ustanovki-hodovyh-koles-kranov-mostovogo-tipa>(датаобращения: 09.12.2018).
7. Ф.Л. Марон, А.В. Кузьмин Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. – Минск: Высшая школа, 1983. – 351 с.
8. М.П. Александров Подъемно-транспортные машины: Учеб. для машиностроит. спец. вузов. – 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1985. – 520 с.
9. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. Иванченко Ф.К. и др. Киев, издательское объединение «Вища школа», Головное изд-во, 1978. – 276 с.
10. Методичні вказівки до лабораторного заняття «Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання. Укл.: М. І. Лазуткін, М. О. Журавель - Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 р. – 44 с.

11. Князевский Б. А. Охрана труда в электроустановках [Текст] : учебник / Б. А. Князевский [и др.] ; ред. Б. А. Князевский. - 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 336 с. : ил. - (Для студентов вузов).
12. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці [Текст] : підручник / В. Ц. Жидецький. – 5-те вид., доп. – К. : Знання, 2014. – 373 с. + 1 ел. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-617-07-0134-3.
13. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист [Текст] : навч. посіб. для вузів / М. І. Стеблюк. – К. : Знання, 2013, - 487 с.
14. Методичні вказівки до лабораторного заняття «Визначення типу технічних систем для нормалізації параметрів мікроклімату» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» для студентів всіх форм навчання / Укл. О.Л. Скуйбіда – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 18 с.
15. Березуцький В. В. Основи охорони праці [Текст] : підручник / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.; за ред. проф. В. В. Березуцького. – Х.:Факт, 2005. – 480 с.