

УКРАЇНЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ

На правах рукопису

БОЙКО Григорій Олександрович

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ
МОСТОВИХ КРАНІВ НА БАЗІ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ ГАЛЬ-
МІВНОГО МОМЕНТУ ТА РОЗРОБКИ ПРИЛАДІВ КОНТРОЛЮ

05.05.05 - Підйомно-транспортні машини

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 1995

ЛНБ України ім. В. Стефаника



00777381 (X)

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Східноукраїнському державному університеті.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, професор
Вудіков Леонід Якович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Семенюк Володимир Федорович;

кандидат технічних наук, доцент
Свиргун Володимир Петрович;

Провідна організація Харківський НДПТКІ "Укртраненерго"

Захист відбудеться "23" березня 1995 року на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 02.10.01 при Українській інженерно-педагогічній академії, 310003, м. Харків, вул. Університетська, 16.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці УІПА

Автореферат розіслано "22" лютого 1995 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

В.М. Беспалов

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. В умовах переходу до ринкової економіки одним із факторів ритмічної роботи промислових підприємств є високоефективна та безпечна експлуатація вантажопідійомних кранів. Одним із шляхів підвищення ефективної та безпечної експлуатації кранів є підвищення продуктивності шляхом оптимізації перехідних режимів роботи кранів, зокрема процесів гальмування механізмів пересування кранів, що стає можливим за рахунок потреби розробки нових методик розрахунку раціональної величини гальмівного моменту, що дозволяє знизити рівень динамічних навантажень в металоконструкціях та механізмах, покращити умови праці машиністів, зменшити коливання вантажу.

Підвищення надійності експлуатації кранів пов'язане з необхідністю контролю технічного стану устаткування, зокрема гальмів механізмів пересування кранів, що стає можливим за рахунок розробки універсальних засобів контролю та регулювання вихідних параметрів технічного стану гальмів.

Цьому розробка нових методик розрахунку раціональної величини гальмівного моменту гальмів механізмів пересування кранів, оптимальних з критеріїв продуктивності та рівня динамічних навантажень, а також розробка універсальних засобів контролю та регулювання вихідних параметрів технічного стану гальмів є актуальним напрямком досліджень в галузі підійомно-транспортного машинобудування.

Ціль роботи - розробка інженерної методики розрахунку раціональної величини гальмівного моменту гальмів механізмів пересування вантажопідійомних кранів, що базується на багатокритеріальній оцінці процесу гальмування з урахуванням змінної маси вантажу та довжини його підвісу, розробка математичної моделі технічного стану гальма шляхом дослідження впливу на вихідні параметри гальма структурних параметрів, а також розробка приладів комплексного контролю та регулювання вихідних параметрів гальмів.

Методи дослідження. Для здійснення поставленої цілі в роботі використані теоретичні та експериментальні методи дослідження.

Інженерна методика розрахунку раціональної величини гальмівного моменту гальмів механізмів пересування вантажопідійомних кра-

нів розроблена на основі застосування методів теорії планування експериментів, а також чисельного метода (Рунге-Кутта) при інтегруванні систем диференціальних рівнянь на ЕОМ та методу статистичної обробки результатів експерименту.

Перевірка теоретичних положень розробленої методики та експериментальні випробування прилада на стенді та діючому крані виконувались методом електротензометрирування з застосуванням сучасних засобів вимірювання величин та обробки результатів експерименту.

Наукова новизна. Розроблена інженерна методика розрахунку раціональної величини гальмівного моменту гальмів механізмів пересування мостових кранів. Одержана залежність величини гальмівного моменту крана від прольоту.

Розроблена математична модель технічного стану гальма. Одержано поліноміальні моделі, що описують зв'язок вихідних параметрів гальма зі структурними.

Виконано дослідження впливу початкової амплітуди коливання вантажа на початок гальмування на коливання вантажа після зупинки крана.

Розроблено та досліджено пристрій контролю та регулювання вихідних параметрів гальма.

Практична цінність. Виконані дослідження доведені до науково обгрунтованої та експериментально підтвердженої інженерної методики розрахунку оптимальної величини гальмівного моменту гальмів механізмів пересування мостових кранів, що враховує масу транспортованого вантажа і довжину підвісу, забезпечує підвищення продуктивності та зниження динамічних навантажень на металоконструкції. Розроблена методика застосована для розрахунку раціонального гальмівного моменту кранів Северодонецького ВО "Азот" та АТ "Луганський машинобудівний завод ім.Пархоменко", а також рекомендована в практиці проектування та експлуатації вантажопідійомних кранів.

Застосування розробленого пристрою контролю та регулювання вихідних параметрів технічного стану гальмів дозволить забезпечити потрібну безпеку та ефективність роботи крана, покращити умови праці машиністів.

Реалізація результатів роботи. Запропонована інженерна ме.о-

дика розрахунку раціональної величини гальмівного моменту гальмів механізмів пересування кранів упроваджена в практику заводської експлуатації на Северодонецькому ВО "Азот" та на АТ "Луганський машинобудівний завод ім. Пархоменко".

Розроблений пристрій контролю та регулювання вихідних параметрів технічного стану гальмів кранів упроваджений на МСНВП "Підйомтранссервіс". Річний економічний ефект від упровадження розробленого пристрою на одному мостовому крані складає 3,5 тис.крб. (в цінах 1990 р.).

Апробація роботи. Основні положення дисертації доповідались та обговорювались на науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу Східноукраїнського державного університета (1987-1994 р.р.); на Всесоюзній науково-технічній конференції "Надійність в техніці" (м.Калуга, 1988 р., Брянськ, 1990 р.); на Всесоюзній науково-технічній конференції молодих спеціалістів Мінважмашу СРСР "Використання САПР і мікропроцесорів при створенні підйомно-транспортного устаткування" (м.Москва, 1988 р.); на Всесоюзній науково-технічній конференції "Нове в ПТМ" (м.Москва, 1991 р.); на Міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми транспорту та шляхи їх вирішення" (м.Київ, 1994 р.); на розширеному засіданні кафедри підйомно-транспортних машин СУДУ (м.Луганськ, 1994 р.); на технічній раді ВО "Азот" (м.Северодонецьк, 1989 р.) та АТ "Луганський машинобудівний завод ім. Пархоменко" (м.Луганськ, 1994 р.); на засіданні кафедри ПТМ і ПМ УІПА (м.Харків, 1995 р.), на засіданні технічної ради Луганського округу "ДЕРЖНАГЛЯДОХОРОНПРАЦІ" (1995 р.).

Особистий внесок дисертанта у роботу наукових результатів. Дисертантом самостійно розроблено інженерна методика розрахунку раціональної величини гальмівного моменту гальмів механізмів пересування кранів та математична модель технічного стану гальмів, а також запропоновані основні положення принципу роботи та конструкції пристрою контролю та регулювання вихідних параметрів технічного стану гальмів.

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи викладені в 12 друкованих роботах, одержано 4 авторських свідоцтва на винахід.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу,

п'яти розділів, закінчення, списку літератури та додатка. Робота складається зі 118 сторінок машинописного тексту, 48 сторінок рисунків, 25 таблиць, списку літератури зі 115 найменувань та додатка на 15 сторінках.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність теми досліджень, визначено коло вирішуваних питань, дана загальна характеристика роботи.

В першому розділі надано огляд літератури по темі дисертації, окреслені цілі та задачі досліджень.

Питанням підвищення безпечної та надійної експлуатації підйомно-транспортних машин присвячена велика кількість праць вчених як в Україні, так і за кордоном, а саме Александрова М.П., Будікова Л.Я., Гайдамаки В.Ф., Гохберга М.М., Григорова О.В., Казака С.А., Ковальського В.С., Кузнецова С.С., Федосеева В.Н., Курта Ф., Пайера Г., Хартера Р. та інших.

В роботах цих авторів вирішується широке коло проблем, пов'язаних з підвищенням безпечної та високоефективної експлуатації підйомно-транспортних машин.

Аналіз їхніх праць, а також даних по статистиці відмов країн, показав, що безпечна і ефективна робота підйомно-транспортних машин в багатьох випадках визначається рівнем технічного стану гальмів, основними напрямками підвищення якого є:

- конструктивне удосконалення механічної частини та приводу існуючих гальмів і розробка нових різновидів;
- розробка та використання нових матеріалів з підвищеними функційними властивостями;
- удосконалення методик розрахунку гальмівного моменту;
- контроль вихідних параметрів гальмів, розробка та використання пристроїв контролю.

В роботі розглянуті шляхи підвищення рівня технічного стану гальмів, що забезпечують надійну та ефективну експлуатацію підйомно-транспортних машин. Найбільшої уваги в цьому аспекті заслуговують роботи М.П. Александрова, Л.П. Єлінова, Ф.К. Германчука, В.Ф. Гайдамаки, І.В. Крагельського, В.С. Ковальського, С.І. Плясунова, Г.В. Сомова, К. Ебіхари, Г. Фаекаса, Т. Ньюкомба та інших. В роботах цих авторів наводяться конструкції гальмів, шляхи їх

удосконалення, розглядаються питання розрахунку гальмівного моменту, моделювання процесів тертя та зношення, фрикційні властивості ріаноманітних пар тертя, теплові задачі. Аналіз їхніх іац дозволить виділити два основні напрямки в підвищенні рівня надійності та ефективності гальмів кранів:

- удосконалення методик розрахунку гальмівного моменту механізмів пересування кранів;
- контроль вихідних параметрів гальмів та розробка пристроїв контролю.

Недоліком існуючих методик розрахунку величини гальмівного моменту механізмів пересування кранів є те, що найчастіше за все урахується лише який-небудь один із параметрів (уповільнення, час гальмування, шлях гальмування, маса вантажа), і не розглядається багатокритеріальна оцінка процесу гальмування, яка б враховувала параметри продуктивності, динамічні навантаження і те, що в виробничих умовах маса транспортованого вантажа та довжина його підвісу є величини не постійні.

Менше вивченим, на даний час, залишається питання контролю вихідних параметрів гальмів (гальмівний момент M_{Γ} , час спрацювання t_c і розмикання t_p , час гальмування t_{Γ}) та розробка приладів для цього, відсутність яких практично робить неможливим безпечну та ефективну роботу підйомно-транспортних машин. Відомі засоби контролю вихідних параметрів гальмів є складні та недостатньо надійні.

На основі викладеного в дисертаційній роботі поставлені наступні задачі:

- розробити методику розрахунку раціональної величини гальмівного моменту гальмів механізмів пересування мостових кранів, що базується на багатокритеріальній оцінці процесу гальмування з урахуванням таких факторів, як маса транспортованого вантажу та довжина його підвісу;

- для кранів однієї вантажопідйомності і рівних прольотів побудувати поліноміальну модель, що відображає залежність раціонального гальмівного моменту від прольота крана;

- дослідити вплив на вихідні параметри гальма (гальмівний момент, час спрацювання і розмикання, час гальмування) структурних параметрів шляхом побудови поліноміальних моделей, і на осно-

ві їх розробити математичну модель технічного стану гальма;

- розробити пристрій для комплексного контролю та регулювання вихідних параметрів гальмів;

- експериментально перевірити основні положення розробленої методики, правильність вибраної розрахункової схеми, працездатність та вірогідність показань пристрою контролю.

В другому розділі викладена методика розрахунку раціональної величини гальмівного моменту гальма механізму пересування крана, що базується на використанні математичних методів планування експериментів в техніці.

На першому етапові ставиться задача знаходження для кранів однієї вантажопідйомності та різних прольотів L_1 таких значень гальмівного моменту M_T , при яких узагальнений критерій D одержить найкраще значення. Причому, узагальнений критерій D прийме найкраще значення після проведення декількох серій дослідів з урахуванням того, що в кожній дослідній серії в якості покращуваного приймається середнє арифметичне значення узагальненого критерія $D_{ср.}$, як найбільш об'єктивно відображаюче хід оптимізації. Та величина гальмівного моменту M_T при якому узагальнений критерій $D_{ср.}$ прийняв найкраще значення, і є раціональною величиною гальмівного моменту на який необхідно настроювати гальмо крана.

На другому етапі, після визначення раціональних значень гальмівного моменту для розглядуваної групи кранів, ставиться задача одержання апроксимуючого полінома залежності раціонального гальмівного моменту $M_{T\text{рац}}$ від прольоту L_1 крана.

Враховуючи, що перехідні процеси при гальмуванні мостових кранів досить точно описуються системами диференційних рівнянь руху, для оцінки впливу величини M_T на характер протікання цих процесів експеримент на крані замінено експериментом на еквівалентній динамічній моделі. При цьому дослідом вважається кожне рішення диференційних рівнянь для заданих значень варійованих факторів.

В розділі викладена методика та приклад вибору оптимального гальмівного моменту механізму пересування мостового грейферного крана в/п 5 т прольотом 26 м. Оптимізація виконана по узагальненому критерію, що враховує одночасно техніко-експлуатаційні характеристики крана: максимальне значення горизонтальних наванта-

жень на металоконструкцію крана P_M , максимальну амплітуду відхилення вантажу після зупинки крана A_B , час гальмування t_T . При рішенні такої багатокритеріальної задачі використована запропонована Харрінгтоном узагальнена функція бажанності. Одержані в результаті дослідів значення кожного із вказаних параметрів P_M , A_B , t_T перетворювалися у відповідні безрозмірні бажанності, після чого формувалась узагальнена функція бажанності D , що являє собою середнє геометричне бажанностей окремих параметрів оптимізації:

$$D = \sqrt[3]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3}$$

В результаті узагальнена функція бажанності D виявилась єдиним параметром оптимізації замість трьох. Перетворення значень кожного з параметрів у відповідні бажанності d_i здійснювалось при допомозі шкали бажанності, графіки якої мають зображений на рис.1 вигляд в залежності від обмеження параметрів оптимізації (див. рис.1).

Одним із важливих етапів рішення поставленої задачі є вибір розрахункової схеми фізичної моделі крана, що визначає точність та вірогідність результатів досліджень. Аналіз робіт С.А. Казака, М.С. Комарова, М.М. Гохберга, М.О. Лобова та інших показав придатність для розглядання перехідних процесів пересування мостових кранів трьохмасової двозв'язкової динамічної моделі (див. рис.2). На рис.2 позначені: m_K - маса частин привода крану (ротор двигуна, муфти, ходові колеса), що обертаються, плюс частина маси моста крана (сума мас кінцевих та половина прольотних балок), що приведені до переміщення кінцевих балок; m_M - маса середньої частини моста та порожнього візка, що приведена до середини прольоту крана; m_B - маса вантажу (з урахуванням маси грейфера); C_M - коефіцієнт жорсткості металоконструкції крана в горизонтальній площині; C_K - горизонтальна складова частина натягу вантажних канатів при $|X_M - X_B| = 1$; C_D - коефіцієнт затухання коливань металоконструкції в горизонтальній площині; P_T - гальмівна сила, що приведена до ободу привідних ходових колес; W_0 - сила статичного опору пересуванню крану; X_K , X_M , X_B - шляхи (переміщення), що походять відповідні маси від початку координат.

Для рішення системи диференціальних рівнянь, що описують рух

Графік узагальненої функції бажанності

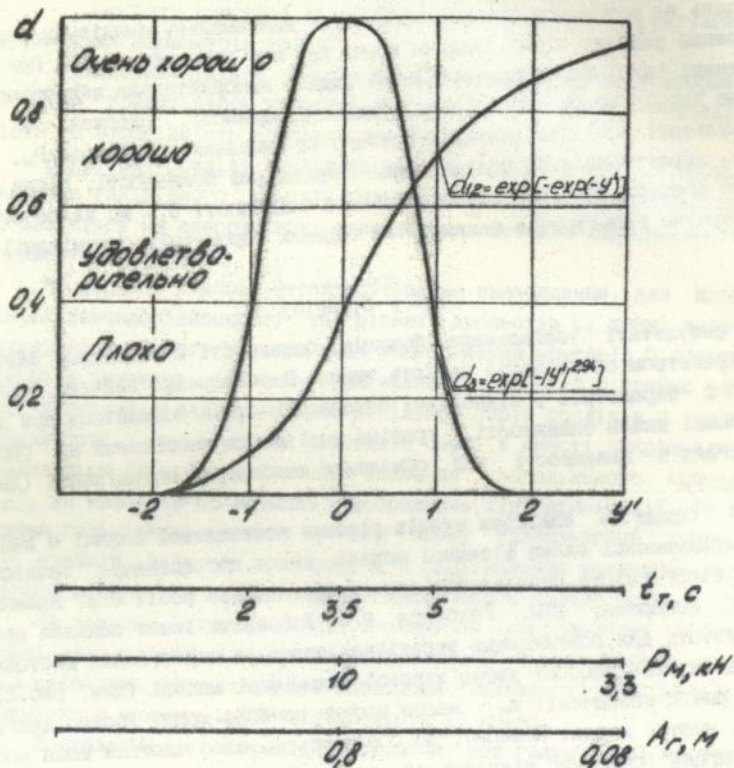


Рис. 1.

Розрахункова динамічна модель

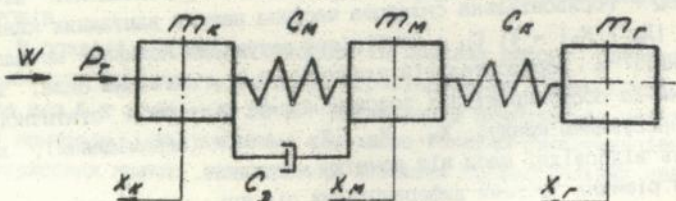


Рис. 2.

фізичної моделі (рис.2), в обчисленні параметрів процесу гальмування P_M , A_B , t_T та узагальненого критерія D розроблено алгоритм та програму.

На першому етапі дослідження в якості варіюваного фактора прийнята величина гальмівного моменту M_T (ΣP_T) та визначені рівні і інтервали його варіювання (табл.1).

Таблиця 1

Рівні фактора та інтервал його варіювання

Рівні фактора	Кодоване значення рівнів	Натуральне значення рівнів, ΣP_T (Н)
Код фактора	P_1	
Основний рівень	$p_1 = 0$	5800
Інтервал	Δp_1	1000
Верхній рівень	$p_1 = +1$	6800
Нижній рівень	$p_1 = -1$	4800

Наступним кроком досліджень стала побудова поліноміальних залежностей критерія оптимізації D від маси m_B та довжини підвісу l вантажа для кожного із рівнів фактора ΣP_T . Аналіз апріорної інформації дозволив визначити області визначення та межі змінювання факторів цього етапу (табл.2).

Таблиця 2

Області визначення та межі змінювання факторів

Області визначення факторів	$l \cdot (Z_1)$, м	$m_B \cdot (Z_2)$, кг
Основний рівень ($Z_1 = 0$)	7,5	3450
Інтервал амінювання (ΔZ_1)	2,5	1550
Верхній рівень ($Z_1 = +1$)	10	5000
Нижній рівень ($Z_1 = -1$)	5	1900

Для кожного із фіксованих значень рівнів M_T (ΣP_T) були

реалізовані досліді плану повного факторного експеримента типу 3^2 та після обробки результатів дослідів одержані рівняння регресії, що пов'язують критерій оптимізації D з факторами m_B і l , тобто $D = f(m_B, l)$, а також визначені середньоарифметичні значення узагальненого критерія оптимізації $D_{\text{ср}}$:

З ціллю визначення напрямку руху по поверхні відгуку, одержані значення $D_{\text{ср}}$ були прийняті в вигляді результатів проведених дослідів плану, що наведений в табл.3. та одержана залежність $D_{\text{ср}}$

Таблиця 3

План та результати дослідів

№ дослідів	фактор	код	параметр
	$\Sigma P_T, \text{H}$	(p)	$D_{\text{ср}}$
1	4800	(-1)	0,811
2	5800	(0)	0,866
3	6900	(+1)	0,822

від ΣP_T , що наведена у вигляді лінійної моделі

$$\bar{D}_{\text{ср}} = 0,833 + 0,0055 \cdot \Sigma P_T$$

Знак "+" у другого коефіцієнта рівняння регресії показав, що рух до оптимуму (тобто до раціонального значення гальмівного моменту) слід виконувати в бік верхньої межі фактора $M_T \cdot (\Sigma P_T)$.

Розрахував крок руху по поверхні відгуку для рівня $\Sigma P_T = 5900 \text{ H}$ була поставлена серія дослідів для одержання залежності $D = f(m_B, l)$ та визначено $D_{\text{ср}}$. Було прийнято рішення покращити значення узагальненого критерія оптимізації $D_{\text{ср}}$, для чого були сплановані серії дослідів, побудовані нові рівняння регресії та одержані значення $D_{\text{ср}}$ для рівнів $\Sigma P_T = 5950 \text{ H}$ і 5925 H .

Рух по градієнту дозволив покращити критерій оптимізації $D_{\text{ср}}$. Значення гальмівного моменту $M_T = 84,8 \text{ H} \cdot \text{м}$ ($\Sigma P_T = 5925 \text{ H}$), при якому одержано максимальне значення критерія оптимізації $D_{\text{ср}}$, приймаємо за розрахункове значення, на яке необхідно налагоджувати гальма крана.

На рис.3 подані графіки P_M , A_B , X_K процесу гальмування крана раціональним гальмівним моментом, а на рис.4 - графіки цих же величин при гальмуванні крана гальмами, що налагоджені на гальмівний момент, врахований згідно заводської методики. Порівняння результатів та графіків показало, що в результаті оптимізації величина максимальних горизонтальних навантажень P_M на металоконструкцію крана зменшилась на 30 %, а амплітуда A_B коливання вантажа після зупинки крана - в 1,5 ... 3,7 разів при збільшенні часу гальмування крана в 1,3 разів.

В розділі наводяться також дослідження по визначенню впливу факторів m_B і i на параметри P_M , A_B , t_T процесу гальмування.

Аналогічна робота по визначенню розрахованого (раціонального) значення гальмівного моменту (зусилля) була проведена для електромостових грейферних кранів в/п 5 т для прольотів 18, 20, 22 і 24 м.

Визначивши в результаті досліджень, для кранів вищезгаданих прольотів L_1 , відповідні їм раціональні по критерію D_{CP} гальмівні моменти (зусилля) ΣM_T (ΣP_T) та прийняв їх як результати "дослідів" наведеного в табл.4 плану для розглянутої групи кранів одер-

Таблиця 4

План та результати дослідів

№ дослідів	фактор	код рівнів	Результат	
	L_1 , м		ΣP_T , Н	ΣM_T , Н·м
1	18	-2	5200	74,5
2	20	-1	5400	77,3
3	22	0	5500	78,8
4	24	1	5750	82,3
5	28	2	5925	84,8

жано залежність ΣM_T від прольоту L_1 , що наведена у вигляді лінійної моделі:

$$\Sigma M_T = 79,5 + 2,6 \cdot L_1$$

де L_1 - кодоване значення прольоту крана.

Графіки P_M , A_B , χ_K при гальмуванні оптимальним M_T

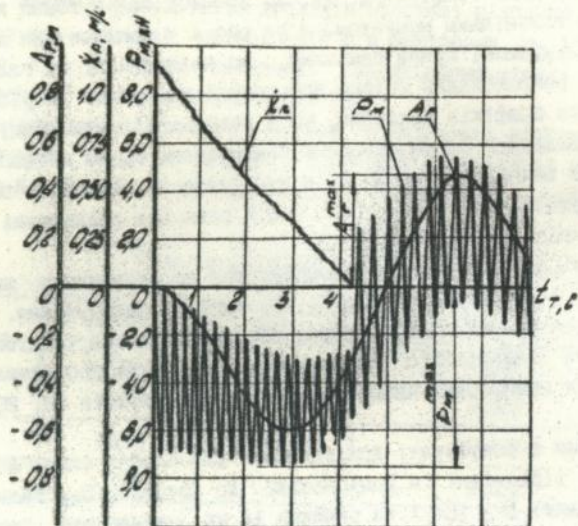


Рис. 3.

Графіки P_M , A_B , χ_K при гальмуванні максимальним M_T

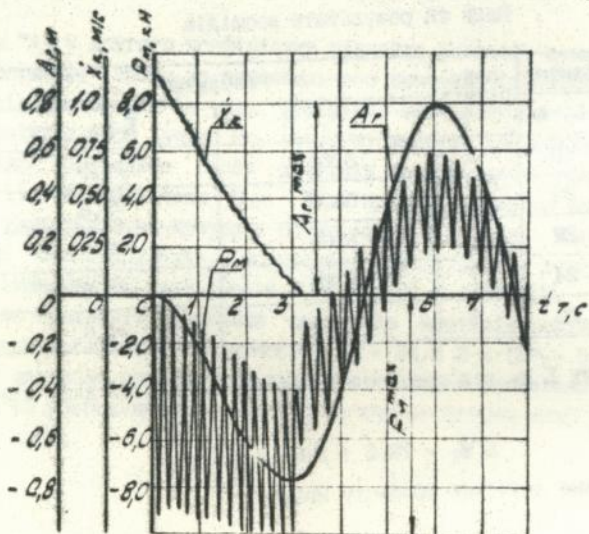


Рис. 4

В розділі також приведені дослідження впливу початкової амплітуди вантажа на величину максимального відхилення вантажу після зупинки крана. Результати досліджень показали, що для одержання мінімальних відхилень вантажа після зупинки крана, гальмування необхідно починати при відхиленні (бажано максимальному) вантажа в бік, протилежний руху крана.

Третій розділ присвячений експериментальному дослідженню впливу структурних параметрів (безпосередньо характеризують працездатність об'єкту) на вихідні параметри технічного стану гальма, здійсненому з ціллю оцінки ступеню впливу структурних параметрів на вихідні та розробці оптимального алгоритму пошуку причини параметричної відмови. Об'єктом дослідження прийнято серійно випускаєме гальмо ТКГ-200, як найбільше частіше застосовуване в механізмах пересування кранів мостового типу вантажопідйомністю 5 - 10 т.

Пропонується методика, що основана на теорії планування експерименту згідно якої значення вихідних параметрів M_r , t_p , t_v , t_r , що характеризують технічний стан гальма, апроксимуються функціями, дозволяючими просто і з високою точністю розрахувати їх в залежності від своїх структурних параметрів.

Побудова математичних моделей технічного стану гальма, включає наступні етапи: вибір основних структурних параметрів (факторів), визначення межі їхньої зміни; вибір плану експерименту; проведення експерименту та обробка його результатів; перевірка адекватності одержаних поліноміальних моделей.

Експериментальні дослідження здійснювались на спеціальному стенді, розробленому і модернізованому на кафедрі ПТМ СУДУ. Стенд дозволяє варіювати момент інерції з допомогою дисків обертання, частоту обертання, число циклів гальмування приводу та реєструє такі вихідні параметри гальма і приводу, як гальмівний момент, зусилля в тязі, час розмикання гальма, і розгону приводу, час спрацювання та гальмування гальма, частоту обертання приводу, температуру поверхонь, що труться.

По результатам обробки натурного експеримента, проведеного

по плану повного факторного експеримента типу 2^3 , методами регресійного аналізу одержано поліноміальні залежності, що мають вигляд

$$M_T = 160,6 + 61,125 \cdot X_1 + 31,375 \cdot X_2 + 11,125 \cdot X_3 + 4,375 \cdot X_1 \cdot X_2 - 5,125 \cdot X_2 \cdot X_3,$$

$$t_T = 3,18 - 1,05 \cdot X_1 - 0,76 \cdot X_2 + 0,23 \cdot X_3 + 0,33 \cdot X_1 \cdot X_2,$$

$$t_D = 0,06 + 0,0108 \cdot X_1 + 0,0035 \cdot X_4 + 0,00225 \cdot X_1 \cdot X_4,$$

$$t_C = 0,143 - 0,076 \cdot X_1 + 0,039 \cdot X_5 + 0,021 \cdot X_1^2 - 0,009 \cdot X_5^2 - 0,006 \cdot X_1 \cdot X_5,$$

де X_1 - кодоване значення зусилля F (довжини) замикаючої пружини;

X_2 - кодоване значення рівня температури T пар тертя на початок гальмування;

X_3 - кодоване значення початкової частоти обертання (обертів шківа) ω при гальмуванні;

X_4 - кодоване значення маси m робочої рідини в гідроштовхачі;

X_5 - кодоване значення величини завору l між фрикційними накладками та шківом;

Адекватність одержаних моделей оцінювалась з допомогою F -критерія (критерія Фішера).

Одержані поліноміальні моделі, об'єднані в одну систему рівнянь, що уявляє собою математичну модель технічного стану гальма, дозволяють оцінити ступінь впливу (і взаємовпливу) факторів (структурних параметрів) на вихідні параметри гальма та розробити алгоритми пошуку місця відмови гальма, побудований по принципу структурно слідчих зв'язків та ступеня впливу структурних параметрів. Пошук місця параметричної відмови гальма необхідно починати з тих структурних параметрів, ступінь впливу яких на вихідний параметр, що визначається абсолютною величиною коефіцієнтів рівнянь регресії, найбільша.

В розділі наводяться діаграми ступеню впливу структурних параметрів на вихідні та графіки залежності вихідних параметрів від одного із структурних при фіксованих значеннях інших, а також схеми алгоритмів пошуку місця параметричної відмови гальма. Про-

ведений аналіз показав, що суттєвий вплив на вихідні параметри гальма робить зусилля замикаючої пружини. Зміна температури партертя в інтервалі 75-100 °С на величину гальмівного моменту практично не позначається. Втрата робочої рідини в гідроштовхочеві більш 20 % від загальної її маси призводить до відмови гальма.

Четвертий розділ присвячений розробці приладу контролю технічного стану гальмів кранів (ПКТСГ), захищеного трьома авторськими свідоцтвами. В розділі описані конструкція та принцип роботи розробленого ПКТСГ, а також його лабораторні іспити на вірогідність контролю.

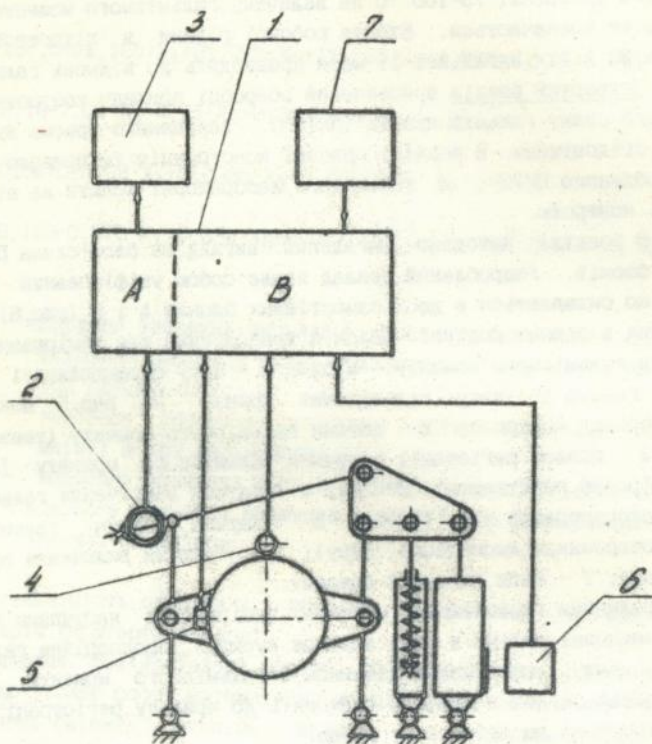
В розділі наведено загальний вигляд та блок-схема ПКТСГ і його блоків. Розроблений прилад являє собою уніфікований пристрій, що складається з двох самостійних блоків А і В (рис.5), розміщених в одному корпусі. Блок А призначений для вимірювання величини гальмівного моменту, а блок В - часу спрацювання і розмикання гальма та часу гальмування крана. На рис.5 показані: 1 - прилад контролю; 2 - датчик гальмівного моменту (тензодатчик); 3 - прилад реєстрації величини гальмівного моменту (аналого-цифровий перетворювач Б7-35); 4 - датчик закінчення гальмування (тахогенератор типу ТПП-5); 5 - датчик початку гальмування (мікроперемикач кнопкового типу); 6 - датчик включення приладу контролю; 7 - блок живлення приладу.

Величини гальмівного моменту вимірюються наступним чином. При замиканні гальма в тязі виникає зусилля, пропорційне гальмівному моменту, сприймає датчиком 2 гальмівного моменту. Після підсилення сигнал з датчика надходить до приладу реєстрації 3 де індицирується на світловому табло.

Час розмикання і спрацювання гальма вимірюється за допомогою датчика 5 початку гальмування, датчика 6 включення приладу контролю та вимірювача часу, що фіксує, відповідно, час з моменту подання напруги на привід до початку відходу гальмівних колодок від шківа і час з моменту припинення подання напруги на привід до торкання колодками шківа.

Час гальмування крана вимірюється при допомозі датчиків 5 і 4 - початку і закінчення гальмування, відповідно, та вимірювача часу, що фіксує час з моменту першого торкання колодок з поверхнею гальмівного шківа до певної зупинки останнього.

Блок-схема приладу контролю технічного стану гальмів.



- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 - прилад контролю | 2 - датчик гальмівного моменту |
| 3 - прилад реєстрації | 4 - датчик закінчення гальмування |
| 5 - датчик початку гальмування | 6 - датчик вимкнення приладу |
| 7 - блок живлення приладу | |

Рис. 5.

Лабораторні іспити ПКТСТ проведені на спеціальному стенді в використанні реєструючої апаратури, наведено аналіз результатів, зафіксованих приладом. Наведена методика контролю вихідних параметрів технічного стану гальмів.

ПКТСТ може бути використаний при експериментальних дослідженнях, регулюванні і настройці гальмів в виробничих умовах.

П'ятий розділ дисертації присвячено експериментальним дослідженням процесу гальмування крана та випробуванням приладу контролю технічного стану гальмів в виробничих умовах, що проведені в цілком оцінці точності результатів теоретичних досліджень по розробці методики розрахунку раціональної величини гальмівного моменту гальма механізму пересування крана, а також перевірки працездатності прилада контролю технічного стану гальмів та вірогідності фіксованих ним результатів.

Експериментальні дослідження процесу гальмування проводились на мостовому грейферному крані з розділеним приводом пересування в/п 5 т прольотом 18,6 м виробництва ВО "Підйомник" (м.Ташкент, Узбекістан), встановленому в складі піску сталеплавильного цеху Луганського виробничого об'єднання "Луганськтепловов".

В розділі викладена методика експериментального дослідження процесу гальмування, описані вимірювальні прилади та реєструюча апаратура.

В результаті експериментального дослідження одержані осцилограми, що відображають процес гальмування крана для різноманітних умов навантаження. Наведено кількісний та якісний аналіз осцилограм, зроблено порівняння значень основних параметрів процесу гальмування крана, одержаних експериментально та теоретично, дана оцінка погрешностей розрахунків, що не перевершують 9 %.

Натурні випробування прилада контролю технічного стану гальмів проведені на цьому ж кранові. В розділі описані методика експериментальних досліджень, подані результати вимірювання контрольованих приладом величин, проведений аналіз результатів випробувань. Випробування розробленого прилада контролю технічного стану гальмів показали його працездатність та ефективність використання при експериментальних дослідженнях та налагодженні гальмів.

В закінченні викладені основні результати та висновки по ро-

боті.

1. Аналіз відомих методів розрахунку величини гальмівного моменту механізмів пересування кранів показав, що в них враховується який-небудь один із параметрів (уповільнення, час гальмування, шлях гальмування, маса вантажа), і не розглядається багатокритеріальна оцінка процесу гальмування.

2. Розроблена методика розрахунку раціональної величини гальмівного моменту механізмів пересування мостових кранів з урахуванням змінної маси транспортованого вантажа та довжини його підвісу. На прикладі мостового грейферного крана в/п 5 т прольотом 26 м показана ефективність практичного використання методики, що дозволила зменшити динамічні навантаження на металоконструкцію на 30 %, а амплітуду коливання вантажа після зупинки крана - в 1,5...3,7 разів.

3. Вибір раціональної величини гальмівного моменту гальмів механізмів пересування мостових кранів необхідно здійснювати по узагальненому критерію, що враховує амплітуду відхилення вантажа від вертикалі після зупинки крана, максимальні динамічні навантаження на металоконструкцію та час гальмування крана.

4. Встановлено зв'язок, у вигляді поліноміальної залежності, величини гальмівного моменту з одним із параметрів технічної характеристики крана - прольотом (для кранів в/п 5 т прольотами 18...26 м виробництва ВО "Підійомник" (Узбекистан, м.Ташкент).

5. Одержано поліноміальні моделі залежності параметрів процесу гальмування від маси транспортованого вантажа та довжини його підвісу на прикладі мостового грейферного крана в/п 5 т прольотом 26 м.

6. На основі експериментальних досліджень, проведених з використанням математичної теорії планування експериментів, та наступної обробки результатів методами математичної статистики, одержана математична модель технічного стану гальма ТКГ-200, що являє собою систему рівнянь, які описують зв'язки вихідних параметрів зі структурними параметрами та дозволяє оцінювати ступінь впливу останніх на вихідні параметри гальма та будувати алгоритм пошуку несправності при параметричній відмові.

7. Аналіз відомих конструктивних рішень пристроїв діагностики гальмів кранів показав, що в даний час не існує достатньо

простих та надійних пристроїв, що дозволяють контролювати технічний стан гальмів по їх вихідних параметрах.

8. Розроблено та випробувано на вірогідність вимірювання прилад контролю технічного стану для всіх типорозмірів гальмів типу ТКТ та аналогічних їм.

9. Лабораторні та виробничі випробування розробленого прилада контролю технічного стану гальмів кранів показали його працездатність та ефективність використання при експериментальних дослідженнях та регулюванні гальмів. Похибки при вимірюванні не перевершують 6 %.

10. Проведені експериментальні дослідження на мостовому грейферному крані в/п 5 т прольотом 18,6 м на основі аналізу характеру змінювання та величини основних параметрів гальмівного процесу, одержаних експериментально та теоретично, підтвердили можливість примінення трьохмасової двов'язкової динамічної моделі при дослідженні та оптимізації процесів гальмування мостових кранів. Похибки розрахунку значень динамічних параметрів не перевершили 9 %.

11. Розроблений прилад контролю технічного стану гальмів кранів впроваджений в СНБМП "Підйомтранссервіс" для використання при діагностуванні гальмів вантажопідйомних кранів. Річний економічний ефект від впровадження пристрою контролю на одному мостовому крані в/п 5 т складає 3,5 тис.крб. в цінах 1990 р.

12. Методика розрахунку раціональної величини гальмівного моменту гальмів механізмів пересування мостових кранів передана для впровадження в Северодонецькому ВО "Азот" та АТ "Луганський машинобудівний завод ім. Пархоменко".

Основні положення дисетації опубліковані в наступних роботах:

1. Войко Г.О., Мороз М.Г. Діагностування гальмів вантажопідйомних кранів // Підйом.-трансп. облад.: Респ. міжвід. нау.-техн. зб. - 1989. - Вип. 20. - С. 45-47.

2. Войко Г.О., Будіков Л.Я. Застосування методів планування експеримент, при діагностуванні гальмів підйомно-транспортних машин // У зб. Конструювання та виробництво транспортних машин. - Харк.в, 1989. - Вип. 21. - С. 127-129.

3. А.с. 1296552, СРСР, МКВ³ В 66 Д5/08, Кіловоке гальмо / Будіков Л.Я., Войко Г.О., Тежко Г.В., Вілоусов І.Я. /СРСР/. - 3 с.

4. А.с. 1458265, СРСР, МКВ³ З 60 Т 17/13. Пристрій для діаг-

ностування гальмів підйомно-транспортної машини / Будіков Л.Я., Войко Г.О. /СРСР/, - 2 с.

5. А.с. 1549908, СРСР, МКВ³ В 66 ДБ/08. Пристій для діагностування гальмів вантажопідйомних кранів / Войко Г.О., Мороз М.Г., Будіков Л.Я., Нсженцев О.В. /СРСР/. - 4 с.

6. Войко Г.О., Будіков Л.Я. Стенд для діагностування гальмів вантажо-підйомних машин // Експрес-інформація. Конструювання та експлуатація обладнання. Сер. 6. - Вип. 9. - М.: ЦНДІТЕДВАЖМАШ, 1988. - 6 с.

7. Войко Г.О., Будіков Л.Я. Дослідження залежності часу спрацювання гальмів від структурних параметрів. - К., 1989. - 24 с. - Деп. в УкрНДІНТІ 02.11.89, No 2401 - Ук 89.

8. Войко Г.О., Стоянов Л.А., Будіков Л.Я. Методика розрахунку оптимальної величини гальмівного моменту гальма приводу пересування крана. - К., 1989. - 24 с. - Деп. в УкрНДІНТІ 02.11.89, No 2401 - Ук 89.

9. Войко Г.О., Стоянов Л.А., Будіков Л.Я. Експериментальні дослідження процесу гальмування мостового крана грейферного типу. - К., 1990. - 18 с. - Деп. в УкрНДІНТІ 26.11.90, No 1887 - Ук 90.

10. Войко Г.О., Медведєв Г.М., Будіков Л.Я. Оцінка ступеню впливу факторів навантаженості гальма на величину гальмівного моменту. - К., 1990. - 10 с. - Деп. в УкрНДІНТІ 13.12.90, No 2045 - Ук 90.

11. Войко Г.О., Будіков Л.Я. Методика розрахунку та засоби контролю гальмівного моменту гальмів механізмів пересування мостових кранів // Проблеми АПР та мікропроцесорів при створенні підйомно-транспортного обладнання: Тез. доп. Всесоюз. наук.-техн. конф. молодих спеціалістів Мінважмашу СРСР. 20-27 травня 1989 р. - М., 1989. - С. 17-18.

12. Войко Г.О., Будіков Л.Я. Технічне діагностування - один із факторів, що визначає надійність вантажопідйомних кранів в експлуатації // Проблеми підвищення якості, надійності та довговічності машин: Тез. доп. Всесоюз. н.т.к. конф. 19-21 лютого 1990 р. - Бр'яньск, 1990. - С. 143.

АНОТАЦІЯ

Bojko G.A. Improvement of technical and operational indices of bridge cranes on the base of braking process optimization and working out of control devices.

Dissertation for competition of scientific degree of candidate of technical sciences on speciality 05.05.05 - hoisting-transport machines, Kharkov engineering-pedagogical institute, Kharkov, 1995.

12 published works and 3 author's certificates are being defended. They describe: theoretical investigations and practical working out of calculation method of optimum value of brake moment in bridge crane brakes, taking into account load transporting mass and its suspension length; investigations on working out mathematical model of technical state of a brake and the results of experimental investigations. Industrial introduction of the given method of calculation of brake moment and control device of technical state of brakes have been made.

Бойко Г.А. Повышение технико-эксплуатационных показателей мостовых кранов на базе оптимизации процесса торможения и разработки приборов контроля.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.05 - подъемно-транспортные машины, Харьковский инж.-педаг. ин-т, Харьков, 1995.

Защищается 12 печатных работ и 3 авторских свидетельства, которые содержат теоретические исследования по разработке методики расчета оптимальной величины тормозного момента тормозов механизмов передвижения мостовых кранов, учитывающей массу транспортируемого груза и длину его подвеса, исследования по разработке математической модели технического состояния тормоза, а также результаты экспериментальных исследований. Осуществлено промышленное внедрение предложенной методики расчета тормозного момента и прибора контроля технического состояния тормозов.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: гальмо, момент, метод, безпека, фактор, експеримент, оптимізація, рух, стенд, кран, пристрій, контроль.

Bojko

4564

Ав 31.956
АВ 31.956

Підписано до друку 10.02.95 р. Формат 60x84 1/16 п.л.1
Тираж 100 Заказ 71

Ротапринт СУДУ, м.Луганськ, кв.Молодіжний, 20-а