

- відмова від виносних колодкових гальм на користь вбудованих осьового типу;
- підвищення тиску в гідросистемі до 32 МПа;
- застосування кратних поліспаств навіть за невеликих вантажопідйомностей.

Ці тенденції вимагають опису нових технічних рішень в навчальній літературі. Крім цього, закордонні фірми-виробники, спираючись, очевидно, на власні дослідження, допускають менші, в порівнянні з описаними в книгах, запаси міцності канатів, більші допустимі зноси блоків та барабанів.

Вказані обставини вимагають зміни підходу до вивчення курсантами суднових ПТМ, забезпечення їх навчальною літературою, наповненою сучасною інформацією. Для цих потреб перспективним може бути створення навчально-методичного комплексу, розрахованого на дистанційне вивчення курсу: підручника, задачника, атласа та посібника з курсового проектування із відповідно складеними завданнями.

1. Судовые грузоподъемные машины и устройства / А.А. Бройтман, В.А. Деревич, А.М. Седор. - М.: Транспорт, 1964. - 299 с.
2. Подъемно-транспортные машины и палубные механизмы / Г.Ф. Камнев, Г.Р. Кипарский, В.М. Балин. - Л.: Судостроение, 1976. - 312 с.
3. Кипарский Г.Р. Судовые краны и лебедки. Атлас конструкций. - Л.: Судостроение, 1978. - 84 с.
4. Евдаев Н.М., Круткин А.В. Судовые гидравлические краны: Справочник. - М.: Транспорт, 1989. - 204 с.

УДК 621.869.4

С. Й. Ріпецький

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя
**ОСОБЛИВОСТІ СИЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ МАНІПУЛЯТОРА
 ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ГРЕЙФЕРА З МАТЕРІАЛОМ**

E. Ripetskyy

**PECULIARITIES OF MANIPULATOR'S FORCE LOADING
 AT COORDINATED ACTION OF GRAB WITH MATERIAL**

Найбільш несприятливим режимом роботи грейферного навантажувача, з точки зору затрат енергії, є режим забору матеріалів грейфером. В технологічному циклі, який становить 15-20 с, на процес захвату припадає 10-15% часу. Власне в цей момент енергетичні показники реалізуються у силові фактори. В результаті чого несучі елементи маніпулятора зазнають значних перевантажень.

Дослідження навантаженості маніпулятора, що виникають в процесі взаємодії грейфера з матеріалами, є науковою задачею, розв'язок якої дозволить встановити причини таких перевантажень і обґрунтувати потрібне конструкторське рішення, спрямоване на зниження силових зусиль в несучих елементах в процесі завантаження матеріалів.

Грейфер шарнірно кріпиться до маніпулятора, ланки якого стріла та надставка приводяться в дію відповідними гідроциліндрами. Особливістю процесу завантаження матеріалу грейфером є те, що в цей момент маніпулятор утворює пружну систему за рахунок запертої рідини в порожнинах гідроциліндрів. На цій стадії розрахункова схема маніпулятора виступає як система з певними ступеням жорсткості, до якої прикладене зовнішнє зусилля зі сторони грейфера.

Робота грейфера із в'язким матеріалом супроводжується його зануренням вниз під час захвату. Це викликає переміщення елементів конструкції маніпулятора - як наслідок прояву силового навантаження на пружну систему.

Методика експериментальних досліджень передбачала заміри переміщень грейфера за допомогою геодезичних методів, а також залучення методів тензометрії для замірів тисків та напружень в несучих елементах.

Отримані осцилограми експериментальних досліджень показали значні зростання тиску в гідроциліндрі стріли до значень 35-44 МПа. Показано, що максимальні навантаження виникають в процесі руху ковшів під час захвату матеріалу. За допомогою геодезичних замірів було отримано складові переміщень грейфера: вертикальне та горизонтальне.

Таким чином, при роботі грейфера за рахунок руху ковшів при взаємодії з матеріалом розвивається зусилля, які навантажують маніпулятор, що проявляються у переміщеннях його базової точки - вертикальних та горизонтальних.

Дослідження особливостей силового навантаження маніпулятора при взаємодії грейфера з матеріалом виконано за допомогою розрахункової моделі. На розрахунковій схемі маніпулятор та грейфер утворюють єдину механічну систему. Грейфер змодельовано за допомогою кінематичних пар, які дозволяють йому при роботі здійснювати як поступальні переміщення, так і обертальні рухи. Відхилення грейфера від вертикалі оцінюється кутом входження грейфера в матеріал γ , який може бути доданим або від'ємним.

Отримані експериментальні дані про переміщення базової точки маніпулятора використано в теоретичних дослідженнях навантаженості конструкції зі сторони грейфера. Такий підхід дозволив абстрагуватися від складних процесів, що протікають під час забору матеріалу грейфером.

Таким чином, запропоновано обчислювати невідомі зовнішні силові зусилля, що діють на маніпулятор, за експериментальними даними про переміщення грейфера.

Подальші дослідження про навантаженість маніпулятора проводилися у напрямку імітаційного моделювання, в залежності від параметрів жорсткостей гідроциліндрів стріли $C_{г/цстр}$ і надставки $C_{г/цнад}$. Базові їх значення C_1 і C_2 були отримані за даними експерименту.

Таблиця 1.

Матриці податливостей маніпулятора при обчисленні зусиль зовнішнього навантаження зі сторони грейфера в імітаційному моделюванні

Варіанти	Варіант -1 (базовий)	Варіант -2	Варіант -3
Значення	$C_{г/цстр}=C_1, C_{г/цнад}=C_2$	$C_{г/цстр}=0,5C_1, C_{г/цнад}=C_2$	$C_{г/цстр}=C_1, C_{г/цнад}=0,5C_2$
Матриця податливостей $D = \begin{vmatrix} \delta_{ZZ} & \delta_{ZX} \\ \delta_{XZ} & \delta_{XX} \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} -1,727 & 0,633 \\ -0,992 & 0,333 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} -2,533 & 0,852 \\ -1,515 & 0,429 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} -2,244 & 0,966 \\ -1,891 & 0,689 \end{vmatrix}$

Задачу розв'язано матричним способом. Для цього були отримані матриці лінеаризованих податливостей D для трьох випадків (табл. 1).

За допомогою матриці здійснювалося моделювання зусиль при входження грейфера під різними кутами нахилу.

Було встановлено, що під час забору матеріалу крім вертикального зусилля виникає горизонтальне, яке додатково навантажує маніпулятор. Повне зусилля Q , що діє на маніпулятор, виступає критерієм силового навантаження

$$Q = \sqrt{Q_Z^2 + Q_X^2}, \quad (1)$$

де Q_Z -вертикальна складова зусилля

Q_X - горизонтальна складова

Показано, що, існує оптимальний кут входження грейфера у матеріал $\gamma = \gamma_{opt}$, при якому відсутня Q_X горизонтальна складова, і в такому випадку сумарне навантаження приймає мінімальне значення. А також визначено межі діапазону кута γ , при якому сумарне навантаження Q є допустимим.

Аналізуючи отримані результати і порівнюючи їх з базовим варіантом зауважимо, що кут оптимального входу грейфера в матеріал γ_{opt} збільшується у від'ємну сторону і приймає

значення $-5^{\circ} \dots -7^{\circ}$. Зменшення жорсткості гідроциліндра надставки $C_{г/цнад}$ дає більший допустимий діапазон для кута γ , ніж при зменшенні жорсткості гідроциліндра стріли $C_{г/цстр}$. Однак, при кутах γ близьких до нуля запропоновані заходи стають малоефективними.

Також встановлено, що при відхиленні від оптимально кута виникає горизонтальна складова Q_x , яка є причиною перевантажень маніпулятора.

Пояснення цьому можна надати при порівнянні матриць податливостей маніпулятора (табл. 1). В усіх випадках снує нерівність

$$\delta_{xz} > \delta_{xx}, \quad (2)$$

яку можна розглядати як наявність несприятливих факторів податливості. А значить горизонтальне зусилля зростає в три рази швидше ніж вертикальне.

Звідси податливість у горизонтальному напрямку під дією горизонтальної сили повинна переважати над податливістю в цьому ж напрямку, але під дією вертикальної сили.

$$\delta_{xz} < \delta_{xx}. \quad (3)$$

Отримана умова (3) спрямована на пошук конструкторських рішень зі зниження навантаженості маніпулятора при взаємодії грейфера з матеріалом.

Висновки:

1. При взаємодії грейфера із матеріалом виникають горизонтальні навантаження, що обумовлено несприятливими факторами податливості маніпулятора.
2. Горизонтальні зусилля залежать від кута нахилу входження грейфера в матеріал, і додатково навантажують конструкцію машини.
3. Зменшення жорсткостей елементів дозволяє розвантажити маніпулятор частково лише при певних кутах входження грейфера в матеріал
4. Сформовано умову, для пошуку конструкторського рішення, яке спрямоване на усунення перевантажень маніпулятора при взаємодії грейфера з матеріалом.

УДК 622.833

Ю.О. Ромасевич, Г.В. Шумілов

Київський національний університет будівництва і архітектури

КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМАМИ ЗМІНИ ВИЛЬОТУ ТА ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ ВАНТАЖОПІДЙОМНОГО КРАНА

Y.Romasevich, G. Shumilov

CONTROL CHANGE MECHANISM DEPARTURE AND LIFTING TRESTLE CRANES

При роботі механізмів вантажопідйомних кранів досить часто виникає потреба в переміщенні вантажу на достатньо велику відстань з точним позиціонуванням вантажу в кінці руху. Крім того, переміщення та підйом вантажу бажано виконувати з найменшими навантаженнями на металоконструкції та приводні механізми. Застосовувані на теперішній час схеми керування крановими механізмами не дозволяють виконувати плавну зміну кутової швидкості, що суттєво підвищує динамічні навантаження на елементи конструкції крана, ускладнює позиціонування вантажу та підвищує втомлюваність кранівника. Крім того, достатньо часто виникає необхідність незначного переміщення вантажу, тому є потреба зберегти можливість ручного керування.

Мета і завдання дослідження полягає в побудові схеми керування механізмами вантажопідйомного крана, яка реалізовує більш якісне та безпечне керування крановими механізмами як в комп'ютерному, так і ручному режимах, що дозволить підвищити продуктивність роботи крана в цілому та підвищити його ресурс за рахунок використання оптимальних режимів руху при комп'ютерному режимі керування.

Оснащення вантажопідйомних кранів сучасними мікропроцесорними багатофункціональними пристроями безпеки є одним з найбільш ефективних напрямків