

УДК 621.874

Малащенко В.О., д.т.н.; Федик В.В., аспірант

Національний університет „Львівська політехніка”

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ МОМЕНТУ ОПОРУ ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО ПРИСТРОЮ АВТОКРАНІВ

***Анотація.** У статті проведено кількісний аналіз з визначення величин моментів опору опорно-поворотного пристрою автокранів з традиційними та модифікованими роликками. Наведено дослідну модель, що дозволяє установаження традиційних і модифікованих тіл кочення, і експериментально доведено ефективність застосування нового запатентованого пристрою.*

***Аннотация.** В статье проведено количественный анализ с определением величины моментов сопротивления опорно-поворотного устройства автокранов с традиционными и модифицированными телами кочения. Наведено экспериментальную модель, которая позволяет установку традиционных и модифицированных роликов, и экспериментально доведена эффективность применения нового запатентованого устройства.*

***Annotation.** Dieser Artikel enthält eine quantitative Analyse, um die Punkte der Widerstandswerte Stützdrehkrane mit traditionellen und modifizierten Rollen zu bestimmen. Ein experimentelles Modell, das traditionelle und modifizierte Einrichtung von Rollelementen ermöglicht und experimentell bewiesen die Wirksamkeit des neuen patentierten Gerät.*

Постановка задачі. Суттєвим недоліком роликкових опорно-поворотних пристроїв є наявність геометричного тертя в робочій зоні. Тому дослідження впливу форми тіл кочення на їхню навантажувальну здатність мають практичне значення. Має місце актуальна задача, що направлена на зменшення моменту тертя не тільки між роликками та робочими поверхнями їхніх бігових доріжок, а особливо між торцями роликів та поверхнями бігових доріжок сусідніх тіл кочення. Зменшення впливу цього явища робиться спроба здійснити застосуванням модифікованих роликів, тобто поставлено задачу провести експериментальні дослідження та оцінити ефективність застосування модифікованих тіл кочення визначенням та порівнянням результатів кількісного аналізу моментів опору для різних режимів навантажування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує багато наукових праць з дослідження кінематичних, силових параметрів та

міцності елементів цих пристроїв з традиційними тілами кочення [1,3,5,6-8,12].

Відома робота з аналізу залежності моменту сил тертя від розмірів деталей шарикового опорно-поворотного круга [2].

У останній час розроблено та запатентовано конструкцію опорно-поворотного пристрою з модифікованими роликами [11], застосування якого вимагає проведення досліджень з метою встановлення ефективності застосування його на практиці. На тепер проведено теоретичний аналіз кінематичних залежностей опорно-поворотного пристрою автокранів [7,8], особливу увагу приділено процесу передавання енергії під час руху поворотної частини опорно-поворотного пристрою [9,10]. Отримані аналітично результати доповідались на конференціях різних рівнів та схвалювались [7 та інші]. Тут робиться спроба кількісним аналізом моментів тертя довести ефективність впровадження запропонованої конструкції нового опорно-поворотного пристрою з модифікованими роликами.

Мета та задачі роботи. Мета роботи полягає в проведенні кого аналізу з визначення величини моменту тертя в робочій зоні опорно-поворотного пристрою автокранів, порівняння отриманих результатів та на їх основі сформулювати висновки і розробити рекомендації щодо можливостей ефективного застосування запатентованого пристрою.

Це вимагає здійснення дослідів для двох випадків, а саме:

1. Опорно-поворотний пристрій автокранів має традиційні циліндричні ролики;
2. Опорно-поворотний пристрій автокранів оснащено запатентованими модифікованими циліндричними роликами.

Виклад основного матеріалу. Програма проведення дослідження моменту тертя в робочій зоні опорно-поворотного пристрою автокранів поділяється на два етапи. Послідовність здійснення кожного етапу абсолютно однакова, а тільки змінюється форма роликів. Це дає право виконати опис послідовності дослідів один раз без повторення, а саме: підготовку моделі опорно-поворотного пристрою автокранів до проведення планових дослідів проведено за чіткою послідовністю вимог, що розроблено вище. Лабораторна установка доповнена вимірювальним пристроєм (рис.1,*a*), кріпленням із стандартних кутників та шкалою відліку поділок ваги (рис.1,*б*).

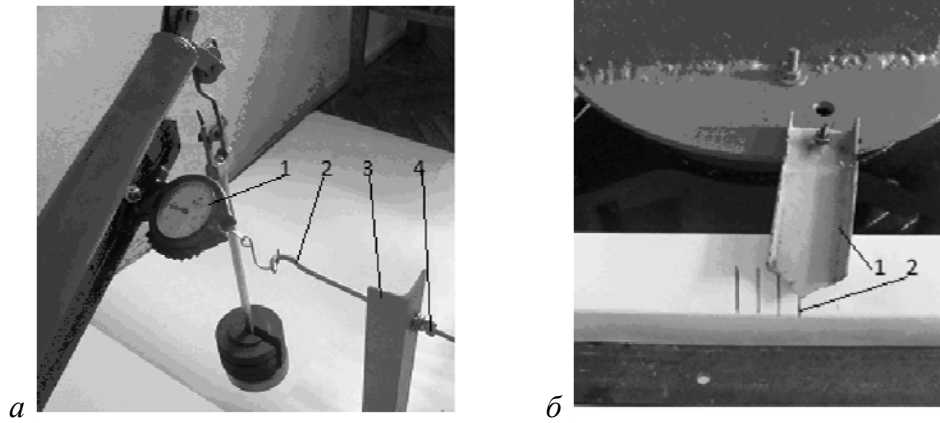


Рисунок 1. Фрагменти дослідної моделі: *a* – вимірювальний пристрій;
б – пристрій фіксування положення моделі

Вимірювальний пристрій, наведений на рис.1,*a*, складається із:
1 - пружинної ваги; 2 - гвинтового навантажувача; 3 - опори; 4 - гайки-барашки;

Пристрій для фіксування положення моделі (рис. 1,*б*) має: 1 - стрілку для фіксування початкового положення опорно-поворотного пристрою та 2 - шкалу відліку кількості поділок, що фіксують положення пристрою.



Рисунок 2. Повністю оснащена дослідна модель

Для визначення моменту опору опорно-поворотного пристрою з традиційними роликами застосовано установку, що наведена на рис. 2.

На даному етапі згідно з завданням експериментальних досліджень визначено потрібну початкову рушійну силу для опорно-поворотного пристрою з традиційними роликами при найбільшому виляти стріли моделі. Для чого на початку виконано точне вимірювання необхідних габаритних параметрів моделі: довжина стріли – 850 мм; віддаль між точкою кріплення вимірювального пристрою і віссю обертання опорно-поворотного пристрою – 700 мм; кут нахилу стріли - 41^0 ; вага корисного вантажу - 4,856 кг (зусилля – 48, 56 Н).

Проведення дослідів. За шкалою 2 і стрілкою 1 (рис.1,б) встановлювалось початкове положення опорно-поворотного пристрою для всіх дослідів. На пружинній вазі (рис.1,а) встановлено нульове положення стрілки. Плавню обертаючи гайку-барашку 4, визначається максимальне відхилення стрілки ваги, яке наочно фіксувалось і заносилось в таблицю. Так визначається початок руху стріли моделі, тобто у цей час рушійна сила переборює момент тертя в опорно-поворотному пристрої, викликаючи його рух. За умови рівноваги

$$F_p l = M_T, \quad (1)$$

де F_p – сила, яка прикладається до стріли моделі на початку її руху; l - віддаль між точкою кріплення вимірювального пристрою і віссю обертання опорно-поворотного пристрою; M_T - момент тертя в опорно-поворотному пристрої.

Під час трьох дослідів відповідно отримані результати: $F_p = 35,5; 36,0; 36,5$ Н, тобто середнє значення $F_p = 36$ Н, а $l = 700$ мм.

Тоді за виразом (1) отримано

$$M_T = 36 \times 0,7 = 25,2 \text{ Н м.}$$

Для отримання точнішого результату шляхом усунення впливу нерівномірності розподілення навантаження за тілами кочення, допусків на виготовлення деталей і монтажу моделі проведено вимірювання початкової рушійної сили у 5-ті положеннях робочої стріли крана. Під час дослідів використано попередні вихідні параметри, але для розрахункової вага корисного вантажу - 9,85 кг (зусилля – 98, 5 Н) і кутовим кроком повороту стріли моделі – 10^0 .

Таблиця 1. Отримані результати дослідів

Параметри	Початкове положення	Проміжні положення			
		10	20	30	40
Кут повороту, 0	0	10	20	30	40
Рушійна сила, Н	54,2	46	41	40,8	36

Середнє значення рушійної сили дорівнює – 43,6 Н.

Тоді за виразом (1) отримано

$$M_T = 43,6 \times 0,7 = 30,52 \text{ Н м.}$$

Для опорно-поворотного пристрою з модифікованими роликами проведено подібні дослідження і отримано результати: $F_p^I = 19,8; 19,3; 18,8$ Н, тобто середнє значення $F_p^I = 19,3$ Н і момент тертя

$$M_T^I = 19,3 \times 0,7 = 13,51 \text{ Н м.}$$

Порівняння отриманих результатів підтверджує ефективність застосування модифікованих роликів для опорно-поворотного пристрою автокранів тому, що це зменшує момент тертя під час обертання майже в два рази (1,86 разів).

Зі збільшенням корисного навантаження рушійна сила, звичайно, дещо підвищується (табл. 2).

Таблиця 2. Результати дослідів

Параметри	Початкове положення	Проміжні положення			
		10	20	30	40
Кут повороту, °	0	10	20	30	40
Рушійна сила, Н	35	31	25	14	22

Середнє значення рушійної сили дорівнює – 25,4 Н та момент опору $M_T^I = 25,4 \times 0,7 = 17,78$ Н м.

ВИСНОВКИ

1. Порівняння отриманих результатів підтверджує ефективність застосування модифікованих роликів тим, що це уможливило істотне зменшення моменту сили тертя опорно-поворотного пристрою автокранів.

2. Установлено, що зі збільшенням корисного навантаження ефективність застосування модифікованих роликів для опорно-поворотного пристрою автокранів зменшується незначно. Це підтверджується не значним зменшенням відношення моментів тертя в опорно-поворотному пристрою з традиційними та модифікованими роликами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гохберг М.М. Справочник по кранам: В2 т. т.1. Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчета кранов, их приводов и металлических конструкций / В.И. Брауде, М.М. Гохберг, И.Е. Звягин и др.; Под общ. ред. М.М. Гохберга.–М.: Машиностроение, 1988. - 536 с.– ISBN 000–000–000–0.
2. Заєць Г.В. Залежність моменту сил тертя від розмірів деталей шарикового опорно-поворотного круга». Г.В. Заєць, М.П. Колісник. Л.М. Бондаренко. «Підйомно-транспортна техніка. - 2008.- № 2.-С. 15-23.
3. Иванченко Ф.К. Конструкция и расчет подъемно-транспортных машин. – К.: Вища школа, 1988. – 424 с.– ISBN 000–000–000–0.
4. ИПАОП 0.00-1.01-07. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів. - Київ.; «Основа», 2007.- 263с.
5. Колесник Н.П. Расчеты строительных кранов / Н.П. Колесник.-- К.: Вища школа. Головное изд. 1985. - 240 с.
6. Казанский А.М. Шариковые и роликовые опорно-поворотные устройства строительных кранов. А. М. Казанский.- М: ЦБТИ. 1962.- 86с.
7. Малащенко В.О., Москвяк Є.В., Федик В.В. Аналіз кінематичних параметрів роликових опорно-поворотних пристроїв автокранів. Тези доповіді на науковому семінарі ПТМ. – Тернопіль, 26-29.03.12 р. – С.39-40.
8. Малащенко В.О., Гелетій В.М., Федик В.В. Аналіз кінематики модифікованого опорно - поворотного пристрою автокранів. – Львів. Вісник НУЛП. «Динаміка, міцність та проектування машин і приладів.» № 759, 2013. –С 55-58.
9. Малащенко В.О., Федик В.В. Анализ причин втрат енергії в опорно-поворотному пристрою кранів. – Херсон, 5-а Міжнародна науково-практична конференція, СЕУТТОО, 2014. – С.157-161.
10. Малащенко В.О., Федик В.В. Передавання енергії опорно-поворотним пристроєм кранів. – Херсон, Науковий вісник херсонської державної академії, №2 (11), 2014. – С. 179-184.
11. Патент на корисну модель № 79333 В66С 23/84 Опорно-поворотний пристрій /Малащенко В.О., Гелетій В.М., Федик В.В. Опубл. 25.04.2013. Бюл. № 8, -6 с.
12. Федик В. В., Малащенко В. О., Семенюк В. Ф., Матвіїв Б. Т. Геометрическое скольжение в опорно-поворотном устройстве автокрана. – Москва. Міжнародний інженерний журнал «Приводи і компоненти машин», № 2, 2015. – С.7-10.