

УДК 621.873

DOI 10.47049/2226-1893-2023-4-103-109

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ  
У ПРИВОДІ ПІДЙОМУ МОСТОВОГО ДВОБАЛКОВОГО КРАНА**

**В.В. Стрельбіцький**

к.т.н., доцент кафедри «Підйомно-транспортні машини  
та інжиніринг портового технологічного обладнання»

**В.А. Яременко**

доцент кафедри «Підйомно-транспортні машини  
та інжиніринг портового технологічного обладнання»

*Одеський національний морський університет, Одеса, Україна*

***Анотація.** У роботі досліджено динамічні навантаження у канатах приводу підйому мостового двобалкового крану при підйомі вантажу з підхватом та з основи. Об'єкт досліджень використовують для розвантаження автомашин на складі закритого типу річкового порту. Для дослідження характеру зміни динамічних зусиль в елементах приводу використано електротензометричний метод.*

*Аналіз отриманих значень показав, що зміна зусилля у гільці канату з часом має коливний характер, експлуатація кранів в режимі інтенсивного циклічного навантаження привела до зниження дисипативних властивостей системи.*

*Результати дослідження можуть бути використані для уточнення існуючих та розробку нових моделей.*

***Ключові слова:** механізм підйому мостовий кран, балка, канат, динамічні навантаження.*

UDC 621.873

DOI 10.47049/2226-1893-2023-4-103-109

**EXPERIMENTAL RESEARCH OF DYNAMIC LOADS  
IN THE LIFTING DRIVE OF A DOUBLE-GIRDER OVERHEAD CRANE**

**V. Strelbitskyi**

Ph.D., associate professor of department «Hoisting and transport machines  
and engineering of port technological equipment»

**V. Yaremenko**

associate professor of department «Hoisting and transport machines  
and engineering of port technological equipment»

*Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine*

© Стрельбіцький В.В., Яременко А.В., 2023

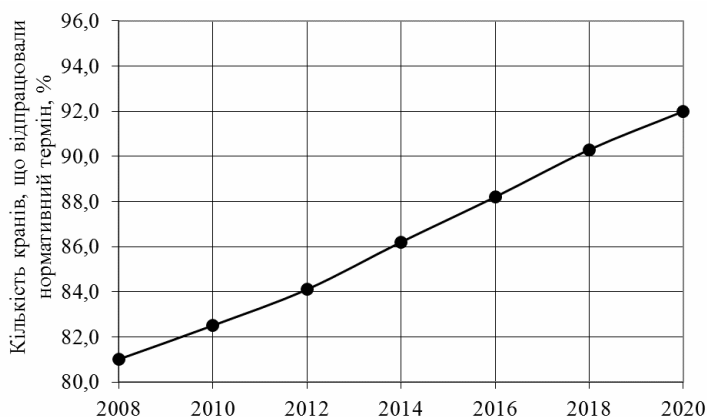
*The paper examines dynamic loads in the lifting ropes of a double-girder overhead crane when lifting a load with a pick-up and from the ground. The object of research is used for unloading vehicles in a closed-type warehouse in a river port. The electrostresometric method is used to study the nature of changes in dynamic forces in the drive elements.*

*Analysis of the obtained values showed that the change in force in the rope branch over time is oscillatory, and the explanation of cranes in the intensive cyclic load mode led to a decrease in the dissipative properties of the system.*

*The results of the study can be used to refine existing models and develop new ones.*

**Keywords:** *lifting mechanism overhead crane, beam, rope, dynamic loads.*

**Вступ.** Мостові крани широко використовують для перевантаження вантажів у портових складах закритого та відкритого типів [1]. Слід відмітити, що ситуація з фінансуванням у нашій країні призводить лише до більшого їх старіння [2]. На сьогодні більше 90% мостових кранів у портах відпрацювали нормативний термін (рис. 1), проте продовжують експлуатуватися в режимі інтенсивного циклічного навантаження. Їх одночасна заміна призведе до значних витрат, яких не може собі дозволити державне підприємство. Враховуючи реалії сьогодення можна стверджувати, що сподіватися на радикальні зміни у найближчий час не варто. Так як крани є основною ланкою технологічного процесу, тому від їх надійної роботи залежить продуктивність портових ліній.



*Рис. 1. Графік зміни кількості вантажопідіймальних кранів, що відпрацювали свій нормативний термін*

Як відомо, ефективність та надійність приводу підйому залежить від працездатності канату. У процесі роботи крана при підйомі вантажів спостерігаються їх значні коливання на канатах, що призводить до виникнення додаткових зусиль у приводі підйому та може призвести до передчасного виходу його з ладу.

Аналіз робіт Голубенцева Н.А. [3], Казака С.А. [4], Комаров М.С. [5], Лобова Н.А. [6], Гайдамаки В.Ф. [7], присвячених динаміці вантажопідйомних машин, показав, що динамічні процеси у механізмах підйому вантажу вивчені недостатньо; реальні механізми машин можуть бути зведені до спрощених розрахункових схем, а отримані моделі носять загальний характер та не враховують специфіки роботи та конструкції кранів. Тому, оцінка рівня динамічних зусиль у елементах вантажопідйомних кранів на сьогодні залишається актуально науково-прикладною задачею.

**Мета роботи** полягає у експериментальному дослідженні динамічних навантажень в канатах приводу підйому двобалкового крану з врахуванням особливостей роботи, котрі можуть бути використані для уточнення існуючих та розробці нових моделей.

**Викладення основного матеріалу.** Для досліджень були обрані 3 ідентичні крюкові крани, вантажопідйомністю 10 тон, котрі пропрацювали на складах закритого типу для зберігання сталі у рулонах понад 20 років (рис. 2). Продуктивність роботи та терміни виготовлення кранів відрізнялись незначно, шлях переміщення – не перевищував 28 м.



*Рис. 2. Загальний вигляд досліджуваних кранів*

Значний вплив на роботу механізму чинять зусилля, які досягають максимальних значень у момент при відрив вантажу з основи (землі). Зазначені зусилля можуть бути визначені за допомогою експериментальних досліджень, так як залежать від багатьох факторів.

Мостовий кран 1 переміщався по прольотних баках до середини прольоту, до місця підйому вантажу 3 за допомогою механізму підйому 2 (див. рис. 3). Проліт крану складав 12 м, максимальна висота підйому – 3,2 м.

Під час проведення досліджень вимірювали динамічні навантаження у гілках канату за допомогою тензодатчиків 5. Тензодатчики перед дослідженнями були протаровані.

Вантажний гак механізму підйому 2 опускався, вантаж 3 стропувався. Процес підйому вантажу розпочинали лише після вмикання системи вимірювання.

Сигнал з тензодатчиків 5 поступав на пристрій збору даних (АЦП), котрий під'єднано до блоку портативного комп'ютера 6, починався запис показань. Отримані значення остаточно оброблялися та виводилися на монітор комп'ютера 7.

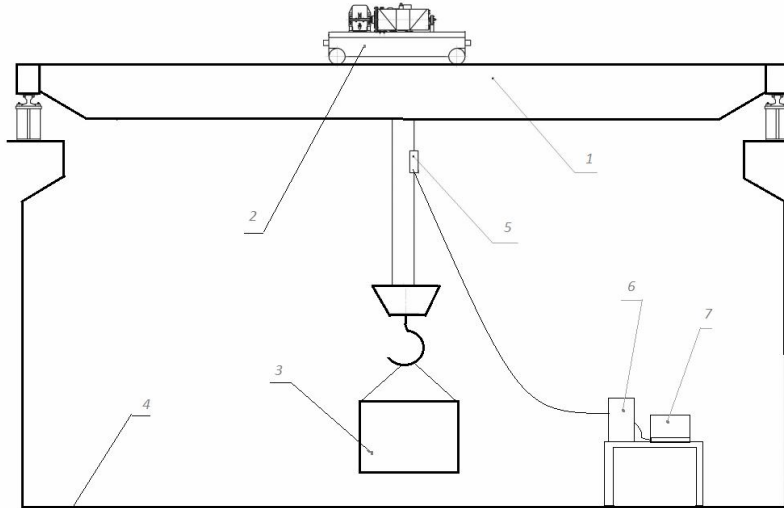


Рис. 3. Схема експериментальної установки:

1 – мостовий кран; 2 – механізм підйому; 3 – вантаж; 4 – підлога (основа) складу;  
5 – тензOMETричний датчик; 6 – пристрій збору даних (АЦП);  
7 – монітор комп'ютера

Швидкість підйому вантажу – 4 м/хв, висота – 1,5 м.

Досліди проводили з вантажами вагою 3 т, 5т та 8 т. На кожному крані для однієї ваги вантажу їх повторювали тричі, результати усереднювали.

Досліди було розділені на дві серії. У першій серії експериментів здійснювали підйом вантажів у режимі з «ваги», у другій – з «підхопленням».

На рис. 4 наведено графік зміни динамічних зусиль у канатах з часом при підйомі вантажу вагою 3 т. у режимі з «підхопленням». Оскільки характер зміни динамічних навантажень при підйомі вантажів з різною вагою у режимі з «ваги» був схожий, тому у роботі не приводиться.

За отриманими динамічними зусиллями в канатах було розраховано коефіцієнти динамічності, за формулою:

$$k_d = \frac{S_k}{Q}. \quad (1)$$

де Q – вага вантажу;

$S_d$  – динамічне зусилля в канаті.

Результати досліджень осереднених значень динамічних зусиль в канатах та розрахованих коефіцієнтів динамічності наведені на рис. 5.

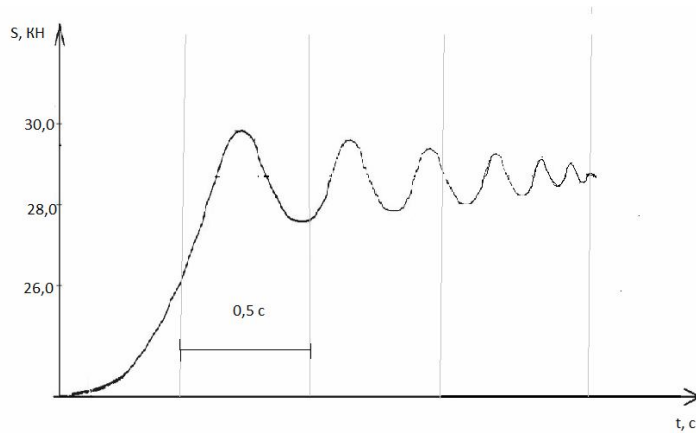


Рис. 4. Зміни динамічних навантажень у гілці кантату при підйомі вантажу 3 т у режимі з «підхопленням»

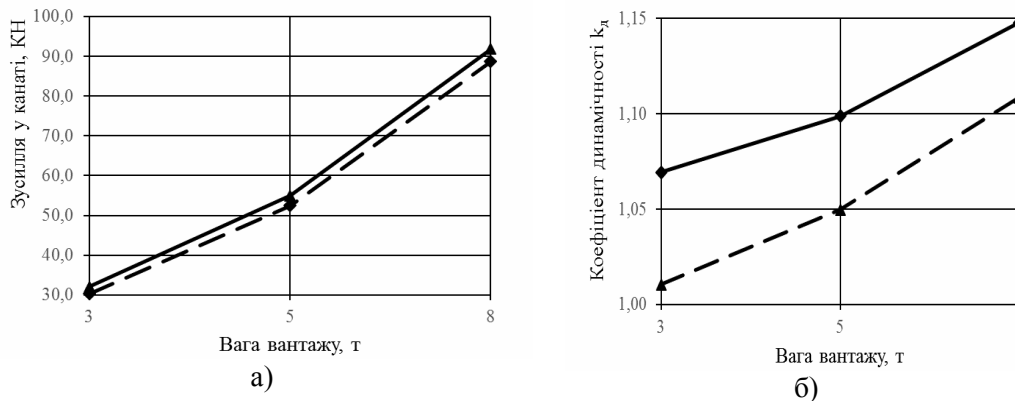


Рис. 5. Осереднені значення динамічних зусиль в канатах (а) та коефіцієнти динамічності (б) при підйомі вантажу у режимі з «ваги» (штрихова лінія) та з «підхопленням» (суцільна лінія)

Аналіз отриманих значень (рис. 4 та 5) показав, що зміна зусиль у гілці канату з часом має коливний характер, вони залежить від ваги вантажу та режиму підйому вантажу. Зокрема, при підйомі однакової маси вантажу динамічні зусилля у канаті при режимі підйому з «підхопленням» більші у порівнянні з «ваги».

Отримані залежності узгоджуються з результатами досліджень однобалкового крану [8].

Залежності зусиль в канатах від ваги підйому є нелінійними.

Максимальне значення зусиль припадає на момент відриву вантажу від основи.

Отримані графіки зміни динамічних зусиль у канатах з часом (рис. 4) свідчать про те, що експлуатація кранів в режимі інтенсивного циклічного навантаження призвела до зниження дисипативних властивостей системи.

Слід відмітити, що розраховані значення коефіцієнтів динамічності для режиму з «підхопленням» перевищують рекомендовані для мостових кранів [5]. Тому, постійна робота крана в режимі з «підхопленням» може призвести до передчасного виходу з ладу механізму підйому.

**Висновки.** Експериментальні дослідження показали, що зміна зусилля у гілці канату з часом має коливний характер, вони залежить від ваги вантажу та режиму підйому вантажу. При підйомі вантажу з однаковою вагою динамічні навантаження у канаті у режимі з «підхопленням» перевищують у порівнянні з «ваги». Слід зазначити, що постійна робота механізму підйому у режимі з «підхопленням» може призвести до передчасного виходу з ладу складових механізму підйому.

Залежності зусиль в канатах від ваги підйому є нелінійними, вони досягають максимуму у момент відриву вантажу від основи (землі). Розраховані значення коефіцієнтів динамічності для режиму підйому з «підхопленням» перевищують рекомендовані значення та можуть призвести до передчасного виходу з ладу механізмів підйому.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Григоров О.В., Петренко Н.О. *Вантажопідйомні машини: Навч. посібник.* – Харків: НТУ «ХПИ», 2005. 304 с.
2. Стрельбіцький В.В. *Дослідження впливу напруження на довговічність механізму пересування мостового крана. The XXIV International Science Conference «About the problems of practice, science and ways to solve them», May 04-07, 2021, Milan, Italy.* С. 363-364.
3. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О. *Динамічна оптимізація механізму підйому вантажу мостових кранів.* – К.: ЦП «Компрінт», 2015. 197 с.
4. Казак С.А. *Динамика мостовых кранов / С.А. Казак.* – М.: Машиностроение, 1968. 331 с. .
5. Комаров М.С. *Нелинейные задачи динамики машин / М.С. Комаров.* – М.: Машиностроение, 1968. 284 с..
6. Лобов Н.А. *Динамика грузоподъемных кранов / Н.А. Лобов.* – М.: Машиностроение, 1987. 160 с.
7. Гайдамака В.Ф. *Грузоподъемные машины / В.Ф. Гайдамака.* – К.: Выща школа, 1989. 328 с.
8. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О. *Динамічна оптимізація механізму підйому вантажу мостових кранів.* – К.: ЦП «Компрінт», 2015. 197 с.

## REFERENCES

1. Hryhorov O.V., Petrenko N.O. *Vantazhopidionni mashyny: Navch. posibnyk.* – Kharkiv: NTU «KhPI», 2005. 304 s..
2. Strelbitskyi V.V. *Doslidzhennia vplyvu napratsiuvannia na dohovichnist mekhanizmu peresuvannia mostovoho krana. The XXIV International Science Conference «About the problems of practice, science and ways to solve them», May 04-07, 2021, Milan, Italy.* S. 363-364
3. Golubencev N.A. *Dinamika perehodnyh processov v mashinah so mnogimi massami / N.A. Golubencev.* – M.: Mashgiz, 1959. 147 s..
4. Kazak S.A. *Dinamika mostovykh kranov / S.A. Kazak.* – M.: Mashinostroenie, 1968. 331 s..
5. Komarov M.S. *Nelinejnye zadachi dinamiki mashin / M.S. Komarov.* – M.: Mashinostroenie, 1968. 284 s...
6. Lobov N.A. *Dinamika gruzopodemnykh kranov / N.A. Lobov.* – M.: Mashinostroenie, 1987. 160 s.
7. Gajdamaka V.F. *Gruzopodemnye mashiny / V.F. Gajdamaka.* – K.: Vysha shkola, 1989. 328
8. Loveikin V.S., Romasevych Yu.O. *Dynamichna optymizatsiia mekhanizmu pidionu vantazhu mostovykh kraniv.* – K.: TsP «Komprint», 2015. – 197 p.

*Стаття надійшла до редакції 22.09.2023*

**Посилання на статтю: Стрельбіцький В.В., Яременко В.А.** Експериментальні дослідження динамічних навантажень у приводі підйому мостового двобалкового крана // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць, 2023. № 4 (71). С. 103-109. DOI 10.47049/2226-1893-2023-4. 103-109.

*Article received 22.09.2023*

**Reference a journalartic: Strelbitskyi V., Yaremenko V.** Experimental reserch of dynamic loads in the lifting drive of a double-girder overhead crane // Herald of the Odessa national maritime university: Coll. scient. works, 2023. № 4 (71). P. 103-109. DOI 10.47049/2226-1893-2023-4. 103-109.