

СТРЕЛЬБИЦЬКИЙ ВІКТОР

Одеський національний морський університет

<https://orcid.org/0000-0001-7027-9498>e-mail: [vict141174@gmail.com](mailto:vict141174@gmail.com)

ЯРЕМЕНКО ВОЛОДИМИР

Одеський національний морський університет

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ У ПРИВОДІ ПІДЙОМУ МОСТОВОГО КРАНА

У роботі досліджено динамічні навантаження у канатах приводу підйому мостового двобалкового крану, вантажопідйомністю 15 т, при перевантаженні вантажів з напівагонів на складі відкритого типу порту у режимі підйому з "підхопленням" та з "основи". Одними з основних елементів мостових кранів є приводи підйому, котрі значною мірою впливають на їх цінові та технологічні можливості

Для дослідження динамічних навантажень у канатах використано електротензометричний метод.

Аналіз отриманих результатів показав, що зміна зусилля у гілках канату з часом має коливний характер, залежить від ваги вантажу, досягає граничних значень при в режимі з „підхопленням“.

Ключові слова: мостовий кран, механізм підйому, канат, динамічні навантаження, коефіцієнт динамічності.

STRELBITSKIY VICTOR, YAREMENKO VOLODYMYR

Odessa National Maritime University, Odessa

### EXPERIMENTAL RESEARCH OF DYNAMIC LOADS IN THE LIFTING DRIVE OF A OVERHEAD CRANE

Overhead cranes are widely used for the overloading cargo in port warehouses. However, the difficult economic situation in Ukraine has led to the fact that more than 90% of cranes in ports have fulfilled the standard period, despite this they continue to be operated in the mode of intensive cyclic loading. Simultaneous replacement of reloading equipment will lead to significant costs that the state cannot afford today. Therefore, it is not worth counting on radical changes in the near future. One of the main elements of overhead cranes are lifting drives, which significantly affect their price and technological capabilities. Nevertheless, intensive operation of cranes leads to significant dynamic loads in the rope, which is the main reason for their failure

The analysis of the work showed that the dynamic loads in the lifting drive of overhead cranes with an excess service life have not been sufficiently studied. Consequently, the assessment of the level of dynamic forces in the drives of lifting machines remains an urgent scientific and applied task today.

The purpose of the work is to experimentally study dynamic loads in the lifting drive ropes of a double-girder overhead crane with a lifting capacity of 15 tons, taking into account the specifics of the work.

The objects of research were 2 identical double-girder overhead cranes with a lifting capacity of 15 tons, which worked for more than 20 years in open-type warehouses of the port reloading cargo from semi-wagons. The experiments were divided into two series, conducted with loads weighing 5 tons, 10 tons and 15 tons. the load with the same weight was lifted three times, the results were averaged.

As a result of the conducted studies, it was found that the change in the force of the rope branches over time has an oscillatory character, depends on the weight and lifting mode of the load, and reach the limit values when lifting the load in the "pick-up" mode. With the same weight of the load, the dynamic forces in the rope in the lifting mode with "picking up" exceed 1.05...1.1 times the effort from the "weight", which is quite consistent with the known research results. The dependence of the forces in the rope on the weight of the load is nonlinear.

Keywords: overhead crane, lifting mechanism, rope, dynamic loads, dynamism coefficient.

### Постановка проблеми

Мостові крани широко використовують для перевантаження різноманітних вантажів на портових складах [1]. Однак, складна економічна ситуація в Україні призвела до того, що більше 90% кранів у портах відпрацювали нормативний термін, проте продовжують експлуатуватися в режимі інтенсивного циклічного навантаження [2-4]. Одночасна заміна перевантажувального обладнання призведе до значних витрат, яких не може дозволити на сьогодні держава. Розраховувати на радикальні зміни у найближчий час не варто.

Одними з основних елементів мостових кранів є приводи підйому, котрі значною мірою впливають на їх цінові та технологічні можливості. Проте, інтенсивна експлуатація кранів призводить до значних динамічних навантажень у канатах, що є основною причиною виходу їх ладу [1].

### Аналіз останніх джерел

Аналіз робіт [7-11] показав що динамічні навантаження у приводі підйому мостових кранів з понаднормовим терміном експлуатації вивчені недостатньо. Незважаючи на те, що реальні механізми можуть бути зведені до спрощених розрахункових моделей, зате отримані моделі носять загальний характер та не враховують специфіку роботи та особливостей конструкцій [7-11]. Отже оцінка рівня динамічних зусиль у приводах вантажопідйомних машин на сьогодні залишається актуальним науково-прикладним завданням.

**Метою роботи** полягає у експериментальному дослідженні динамічних навантажень в канатах приводу підйому двобалкового мостового крану вантажопідйомністю 15 т. з врахуванням особливостей роботи.

### Виклад основного матеріалу

Об'єктами досліджень обрано 2 ідентичні мостові двобалкові крани, вантажопідйомністю 15 т., котрі пропрацювали понад 20 років на складах відкритого типу порту перевантажуючи вантажі з напіввагонів. Продуктивність роботи та терміни виготовлення кранів відрізнялись незначно, шлях переміщення - не перевищував 28 м (рис.1). Кран 1 переміщався по прольотних баках до середини прольоту, до місця складування вантажу 3 за допомогою механізму підйому 2 (див. рис.1). Проліт крану складав 20 м, максимальна висота підйому – 4,5 м.

Динамічні навантаження у гілках канатів механізму підйому 1 вимірювали за допомогою тензометричного датчика 6 у момент відриву вантажу 3 від підлоги (землі) складу 4, т.т. коли вони досягали граничних значень. Тензодатчики 6 перед дослідженнями були протаровані.

Досліди було розділено на дві серії, проводили з вантажами вагою 5 т, 10т та 15 т. Вантаж однакової ваги піднімали тричі, результати усереднювали.

У першій серії експериментів здійснювали підйом вантажів у режимі з „ваги”, у другій – з „підхопленням”.

Графік зміни динамічних зусиль у канатах навантажень з часом при підйомі вантажу у режимі з „підхопленням” та з „ваги” наведено на рис.2, Аналіз представлених на рис.2 даних вказує на те, що зміна динамічних зусилля у гілці канату з часом має коливний характер.

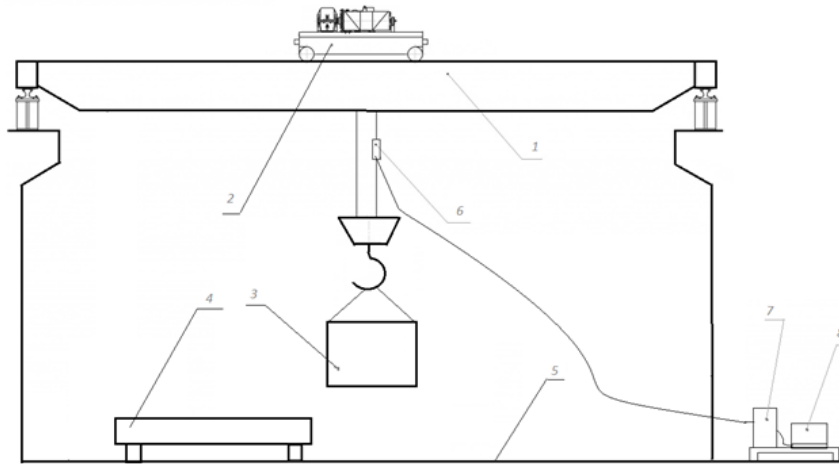


Рис.1 - Схема експериментальної установки:

1 – мостовий кран; 2 –механізм підйому; 3- вантаж; 4-підлога складу; 5- піввагон; 6- тензометричний датчик; 7 - пристрій збору даних (АЦП); 8 – монітор комп'ютера

За отриманими динамічними зусиллями в канатах були розраховані коефіцієнти динамічності, за формулою:

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

де  $Q$  – вага вантажу;  
 $S_k$  – динамічне зусилля в канаті.  
 Результати наведені на рис.4.

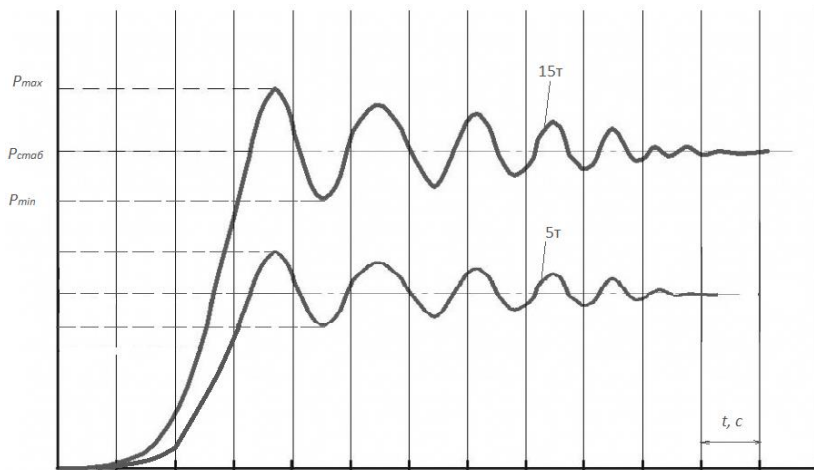


Рис. 2. Зміни динамічних навантажень у гілці каната при підйомі вантажу у режимі з „підхопленням” та з „ваги”



Рис. 3. Коефіцієнти динамічності при підйомі вантажу у режимі з „ваги” (штрихова лінія) та з „підхопленням” (суцільна лінія)

Аналіз отриманих даних (рис.2 та 3) вказує на те, що за однакової ваги вантажу динамічні зусилля у канаті у режимі підйому з „підхопленням” перевищують у 1,05...1,1 рази зусилля з „ваги”, що цілком узгоджується з відомими результатами досліджень [5-10].

Залежності зусиль в канатах від ваги підйому є нелінійними.

Слід відмітити, що розраховані значення коефіцієнтів динамічності для режиму з „підхопленням” перевищують рекомендовані для мостових кранів [7-9]. Тому, постійна робота крана у зазначеному режимі може призвести до виходу з ладу механізму підйому.

### Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено, що зміна зусилля гілках канату з часом має коливальний характер, залежить від ваги та режиму підйому вантажу, досягають граничних значень при підйомі вантажу у режимі з "підхопленням". За однакової ваги вантажу динамічні зусилля у канаті у режимі підйому з „підхопленням” перевищують у 1,05...1,1 рази зусилля з „ваги”, що цілком узгоджується з відомими результатами досліджень. Залежність зусиль в канатах від ваги підйому є нелінійною. Динамічні навантаження у канатах досягають максимуму у момент відриву вантажу від основи (землі). Розраховані значення коефіцієнтів динамічності для режиму підйому з „підхопленням” перевищують рекомендовані значення.

### Література

1. Григоров О. В., Петренко Н. О. Вантажопідйомні машини: Навч. посібник. — Харків: НТУ «ХПІ», 2005. 304 с..
2. Стрельбіцький В.В. Дослідження впливу напрацювання 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. Стрельбіцький В. В., Яременко В. О. Аналіз дефектів мостового крана вантажопідйомністю 10 тон // The V International Science Conference «Trends in science and practice of today», October 19 – 22, 2021, Ankara, Turkey. 4., 2021. С.453-454.
4. Стрельбіцький В.В. Експериментальне дослідження впливу напрацювання на тріщиностійкість сталей мостових кранів/ В.В. Стрельбіцький // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.,2020, № 4., С. 138–142.
5. Голубенцев А.Н. Динамика переходных процессов в машинах со многими массами. Москва: Машгиз, 1959. 147 с
6. Казак С.А. Динамика мостовых кранов / С.А. Казак. – М.: Машиностроение, 1968. 331 с. .
7. Комаров М.С. Нелинейные задачи динамики машин / М.С. Комаров. –М.: Машиностроение, 1968. 284 с..
8. Лобов Н.А. Динамика грузоподъемных кранов / Н.А. Лобов. – М.:Машиностроение, 1987. 160 с.
9. Гайдамака В.Ф. Грузоподъемные машины / В.Ф. Гайдамака. – К.: Выща школа, 1989. 328 с.
10. Ловеikin 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. Strelbitskiy V.V. Doslidzhennia vplyvu napratsiuвання na dovhovichnist mekhanizmu peresuvannia mostovoho kрана. 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. Strelbitskiy V. V., Yaremennko V. O. Analiz defektiv mostovoho kрана vantazhopidionnistiu 10 ton // The V International Science Conference «Trends in science and practice of today», October 19 – 22, 2021, Ankara, Turkey. 4., 2021. S.453-454
4. Strelbitskiy V.V. Eksperymentalne doslidzhennia vplyvu napratsiuвання na trishchynostiikist staley mostovykh kранiv/ V.V. Strelbitskiy // Visnik Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky.,2020, № 4., С. 138–142.
5. Golubencev N.A. Dinamika perehodnyh processov v mashinah so mnogimi massami / N.A. Golubencev. – М.: Mashgiz, 1959. 147 s..
6. Kazak S.A. Dinamika mostovykh kранov / S.A. Kazak. – М.: Mashinostroenie, 1968. 331 s.
7. Komarov M.S. Nelinejnyye zadachi dinamiki mashin / M.S. Komarov. –М.: Mashinostroenie, 1968. 284 s..
8. Lobov N.A. Dinamika gruzopodemnykh kранov / N.A. Lobov. – М.:Mashinostroenie, 1987. 160 s.
9. Gajdamaka V.F. Gruzopodemnyye mashiny / V.F. Gajdamaka. – К.: Vysha shkola, 1989. 328
10. Loveikin V.S., Romasevych Yu.O. Dinamichna optymizatsiia mekhanizmu pidiomu vantazhu mostovykh kранiv. – К.: TsP “Komprint”, 2015. – 197 s..