

СТРЕЛЬБИЦЬКИЙ В.В.

Одеський національний морський університет

ORCID ID: 0000-0001-7027-9498

e-mail: vict141174@gmail.com

КІБАКОВ О.Г.

Одеський національний морський університет

ORCID ID: 0000-0001-8339-345X

e-mail: kibakov60@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ У МЕХАНІЗМІ ПІДЙОМУ ПОРТАЛЬНИХ КРАНІВ «СОКІЛ»

У роботі наведено експериментальні дослідження динамічних зусиль у механізмі підйому грейферних порталних кранів «СОКІЛ», які відпрацювали свій нормативний термін. Об'єкт досліджень використовують для перевантажень сипких матеріалів у морському порту. Для визначення динамічних зусиль використано електротензометричний метод. За отриманими даними розраховано коефіцієнти динамічності. Аналіз результатів показав, що при роботі з вантажами вагою від 10 т до 15 т коефіцієнти динамічності у замикаючих канатах змінюються від 1,35 до 1,9. Розраховані значення коефіцієнтів динамічності перевищують рекомендовані для порталних кранів, що вказує на перевантаження механізмів підйому. Як показали записи журналів у механізмах підйому кранів електродвигуни вже було заміно.

Ключові слова: порталний кран, грейфер, механізм підйому, динамічні зусилля, коефіцієнт динамічності.

STRELBITSKIY V. V.

Odessa National Maritime University, Odessa

KIBAKOV O. H.

Odessa National Maritime University, Odessa

RESEARCH OF DYNAMIC LOADS IN THE LIFTING MECHANISM OF THE «SOKOL» PORTAL CRANES

Portal grappling cranes are widely used for transshipment of bulk cargo in sea and river ports. The economic state of the country over the past 25 years has led to the fact that more than 90% of portal cranes that are currently operated in ports have fulfilled the standard period. Their further operation is due to the fact that new equipment arrives at ports in small volumes.

As practical experience shows, a considerable number of mechanism failures and accidents are associated with lifting equipment that has served its time and continues to be intensively operated in a cyclic mode. Today, an extremely important scientific and applied task is to determine the level of dynamic loads in the lifting mechanisms of Grab cranes.

The analysis of works showed that the dynamic loads in the lifting drive of a portal grab crane, which were soldered for more than 40 years, have not been sufficiently studied. It should be noted that each crane requires a separate study, since the dynamic characteristics of mechanisms depend on the operating conditions, geometric, physical and mechanical parameters of its

The object of research is used for transshipment of bulk materials to a ship in a seaport. The elktrotensometric method was used to determine dynamic forces. The maximum measured load values in the rope branches were observed at the moment of separation of the Grab with the load from the base. Changes in loads over time are fluctuating, which is consistent with known studies. Based on the obtained data, the dynamism coefficients are calculated. Analysis of the results showed that when working with loads weighing from 10 tons to 15 tons, the dynamism coefficient varies from 1.35 to 1.95, and the dependence on the weight of the load is nonlinear. The calculated values of the dynamism coefficients exceed the standard values, which indicates an overload of the lifting drive, and also leads to periodic replacement of its components.

Keywords: portal crane, grab, lifting mechanism, dynamic forces, dynamism coefficient.

Постановка проблеми

Портальні грейферні крани широко використовуються для перевалки сипких вантажів в морських і річкових портах [1-6]. Економічний стан країни за останні 25 років призвів до того, що на сьогодні більше 90% портових кранів відпрацювали нормативний термін. Їх подальша експлуатація пов'язана з тим, що нова техніка надходить у порти незначних об'ємах [1-4]. Так як вони є основною ланкою технологічного процесу, тому від їх надійної і безперервної роботи залежить продуктивність портових ліній.

Як показує досвід, основною причиною виходу з ладу кранів є їх понаднормова експлуатація у режимі інтенсивного циклічного навантаження [1-9]. Тому надзвичайно важливим науково-прикладним завданням є визначення рівня динамічних навантажень у механізмах підйому грейферних кранів.

Аналіз останніх джерел

Аналіз робіт [7-11] показав що динамічні навантаження у порталних грейферних кранах з понаднормовим терміном експлуатації (більше 40 років) вивчені недостатньо. Кожен кран вимагає окремого дослідження, оскільки динамічні характеристики механізмів залежить від умов їх експлуатації, геометричних, фізичних і механічних параметрів складових [7-11].

Метою дослідження є дослідження та аналіз динамічних навантажень в приводі підйому грейферних порталних кранів «СОКІЛ» котрі відпрацювали нормативні термінами.

Виклад основного матеріалу

Оскільки зусилля у канатах приводів підйому залежать від багатьох факторів, які неможливо врахувати при моделюванні, тому їх визначали експериментальним шляхом.

Об'єктами досліджень було обрано 4 ідентичні крани «СОКІЛ», які працюють в грейферному режимі з вантажами вагою 10т, 13т та 15 т у морських та річкових портах на вильотах стріли 16 м.

Для вимірювання динамічних зусиль у механізмі підйому використано електротензометричний метод.

Процес підйому вантажу розпочинали лише після вмикання системи вимірювання. На підтримуючому та замикаючому канатах біли закріплені тензодатчики, сигнал з яких надходив до пристрою збору даних (АЦП), котрий під'єднано до блоку портативного комп'ютера. Отримані значення остаточно оброблялися та виводилися на монітор комп'ютера. Попередньо тензодатчики протаровані заводом виробником.

У процесі досліджень одночасно вимірювали і швидкість підйому, за допомогою тахометрів які були встановлені співвісно з валами електродвигунів.

Після опускання грейфера, вмикалися прилади і правився безперервний запис показань датчиків. Щелепи грейфера змикалися і його піднімали на висоту 2,5 м, далі грейфер розвантажували (щелепи розкривали) та припиняли запис. Процес підйому вантажу для кожної ваги повторювали 5 раз, а отримані значення осереднювали.

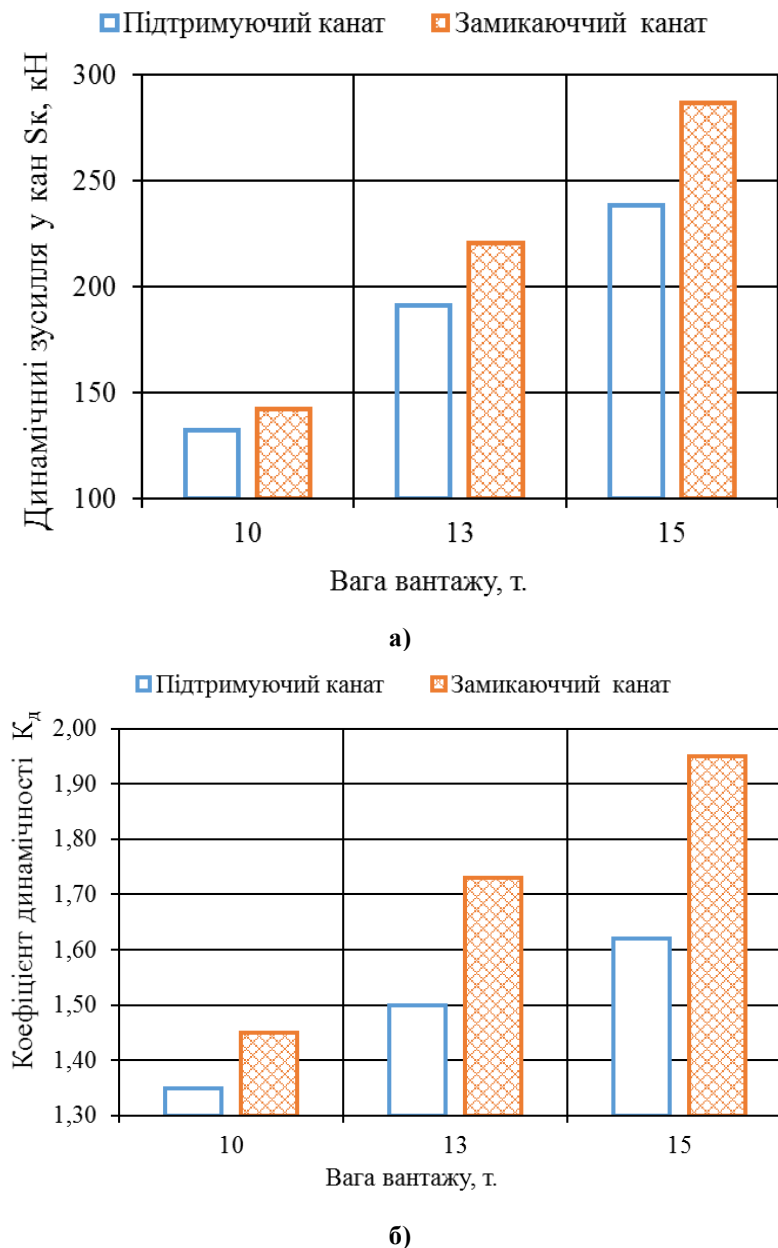


Рис. 1 - Осереднених значень динамічних зусиль S_к в підтримуючих та замикаючих канатах (а) та розраховані коефіцієнти динамічності K_д (б)

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

$$K_{\text{д}} = \frac{S_{\text{к}}}{Q}. \quad (1)$$

де Q- вага вантажу;

$S_{\text{к}}$ – динамічне зусилля в канаті.

Отримані значення динамічних зусиль в канатах та розраховані коефіцієнти динамічності $K_{\text{д}}$ наведені на рис.1.

Аналіз результатів показав, що при роботі з вантажами вагою від 10т до 15 т коефіцієнт динамічності змінюється від 1,35 до 1,95, залежність від ваги вантажу є нелінійною. Навантаження у замикаючому канаті перевищують навантаження у підтримуючому. Максимальні виміряні значення навантаження в гілках канатів спостерігались у момент відриву грейфера з вантажем від основи. Зміна навантажень з часом має коливний характер, що узгоджується з дослідженнями [7-10]. Згасання коливань з часом можна пояснити діями сил внутрішнього тертя в металевій конструкції і канатах, конструкційним демпфіруванням в з'єднаннях та втратами на згин канату [1, 7-12].

Розраховані значення коефіцієнтів динамічності перевищують нормативні [7-9], що вказує на перевантаження приводу підйому та можливий вихід з ладу його складових. Як свідчать записи у журналах в механізмах підйому кранів періодично замінювали електродвигуни.

Висновки

Аналіз отриманих результатів дослідження динамічних навантажень у механізмі підйому порталного крану «Сокіл» показав, що:

- 1) максимальні значення динамічних навантажень у гілках канатів спостерігались у момент відриву грейфера з вантажем від основи;
- 2) зміна навантажень з часом має коливний характер, що узгоджується з відомими дослідженнями;
- 3) що при роботі з вантажами вагою від 10т до 15 т коефіцієнт динамічності складає 1,35...1,95, залежність від ваги є нелінійною;
- 4) зміна навантажень з часом має коливний характер, згасання коливань з часом можна пояснити діями сил внутрішнього тертя в металевій конструкції і канатах, конструкційним демпфіруванням в з'єднаннях та втратами на згин канату;
- 5) розраховані значення коефіцієнтів динамічності перевищують нормативні, що вказує на перевантаження приводу підйому, а також призводить до періодичної заміни його складових.
- 6) як свідчать записи у журналах кранів, у механізмах підйому двох кранів електродвигуни вже було заміно на нові.

Література

1. Григоров О. В., Петренко Н. О. Вантажопідйомні машини: Навч. посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2005. 304 с.
2. Стрельбіцький В.В. Оцінка надійності механізмів порталних кранів Альбатрос / В.В. Стрельбіцький // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки, 2022. № 5. С. 196–199.
3. Стрельбіцький В.В. Експериментальне дослідження впливу напрацювання та асиметрії циклу на тріщиностійкість сталей порталних кранів / В.В. Стрельбіцький, О.О. Немчук // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки, 2020. № 1. С. 245–248.
4. Немчук О.О. Експериментальне дослідження впливу напрацювання на тріщиностійкість сталей порталних кранів / О.О. Немчук, В.В. Стрельбіцький // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки, 2019. № 1. С. 17–20.
5. A Report of the Crane Unit of the Division of Occupational Safety and Health. Philip Yow, 2000.
6. Luo Shengnan. Study on the Safety Assessment Method of Portal Cranes. 2015.
7. Гохберг М.М. Металлические конструкции подъемнотранспортных машин / М.М. Гохберг. М.: Машиностроение, 1969. 520 с.
8. Комаров М.С. Нелинейные задачи динамики машин / М.С. Комаров. М.: Машиностроение, 1968. 284 с.
9. Гайдамака В.Ф. Грузоподъемные машины / В.Ф. Гайдамака. К.: Выща школа, 1989. 328 с.
10. Александров М.П. Динамика грузоподъемных кранов / М.П. Александров и др. М., 1986. 400 с.
11. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О. Динаміка машин. К.: КОМПРИНТ, 2013. 227 с.
12. Дослідження динаміки, міцності і технологічності механічних систем : монографія / Л. М. Мамаєв, О. Д. Романюк, О. В. Нікулін та ін. Кам'янське: ДДТУ, 2017. 183 с.

References

1. Hryhorov O. V., Petrenko N. O. Vantazhopidiomni mashyny: Navch. posibnyk. Kharkiv: NTU «KhPI», 2005. 304 s.
2. Strelbitskiy V.V. Otsinka nadiinosti mekhanizmiv portalnykh kraniv Albatros / V.V. Strelbitskiy // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky, 2022. № 5. S. 196–199.
3. Strelbitskiy V.V. Eksperymentalne doslidzhennia vplyvu napratsiuвання ta asymetrii tsykladu na trishchynostiikist stalei portalnykh kraniv / V.V. Strelbitskiy, O.O. Nemchuk // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky, 2020. № 1. S. 245–248.
4. Nemchuk O.O. Eksperymentalne doslidzhennia vplyvu napratsiuвання na trishchynostiikist stalei portalnykh kraniv / O.O. Nemchuk, V.V. Strelbitskiy // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky, 2019. № 1. S. 17–20.
5. A Report of the Crane Unit of the Division of Occupational Safety and Health. Philip Yow, 2000.
6. Luo Shengnan. Study on the Safety Assessment Method of Portal Cranes. 2015.
7. Gohberg M.M. Metallicheskie konstrukcii podemnotransportnykh mashin / M.M. Gohberg. – M.: Mashinostroenie, 1969. 520 c..
8. Komarov M.S. Nelinejnye zadachi dinamiki mashin / M.S. Komarov. M.: Mashinostroenie, 1968. 284 s.
9. Gajdamaka V.F. Gruzopodemnye mashiny / V.F. Gajdamaka. – K.: Vysha shkola, 1989. 328 s.
10. Aleksandrov, M.P. Dinamika gruzopodemnykh kranov / M.P. Aleksandrov i dr. M., 1986. 400 s..
11. Loveikin V.S., Romasevych Yu.O. Dinamika mashyn. K.: KOMPRYNT, 2013. 227 s.
12. Doslidzhennya dinamiki, micnosti i tehnologichnosti mehanichnih sistem: monografiya / L. M. Mamayev, O. D. Romanyuk, O. V. Nikulin ta in. — Kam'yanske : DDTU, 2017. 183 s.