

СТРЕЛЬБИЦЬКИЙ Віктор

Одеський національний морський університет

ORCID ID: 0000-0001-7027-9498

e-mail: vict141174@gmail.com

## ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ МЕХАНІЗМІВ ПОРТАЛЬНИХ КРАНІВ АЛЬБАТРОС

В роботі проведено аналіз відмов механізмів, які виникають у процесі експлуатації порталних кранів з понаднормовими термінами експлуатації, за отриманими даними розраховано коефіцієнти відмов та відновлення. Аналіз отриманих результатів показав, що найбільше число відмов спостерігається у механізмах підйому та повороту, найменше – у механізмах підйому вантажу та переміщення кранів. Значна частка відмов та часу на відновлення припадає на редуктори механізмів повороту та зміни вольоту, а також котки механізму повороту.

Ключові слова: порталний кран, механізм, відмова, надійність.

STRELBITSKIY Victor

Odesa National Maritime University, Odesa

### EVALUATION OF THE RELIABILITY OF ALBATROSS GANTRY CRANE MECHANISMS

Portal cranes are widely used to perform transshipment operations in sea and river areas. Since they are the main link in the technological process, so the performance of Port lines directly depends on their reliable and continuous operation. However, today in the river and sea ports of Ukraine, more than 88% of cranes have fulfilled the standard service life and continue to be operated. Since overtime and long-term operation of metal structures of overhead cranes in the mode of intensive cyclic loading leads to the formation of fatigue defects and subsequent failure of components and accidents. Therefore, ensuring safe and reliable operation is one of the main tasks in the design, modernization and operation of cranes. The analysis of works on the reliability of complex technical systems indicates that the issue of reliability of gantry crane mechanisms, which have been soldered for more than 35 years in seaports, is not sufficiently studied. The purpose of the work is: analysis of failures of mechanisms that occur during the operation of gantry cranes with overtime service life, based on the obtained data, failure and recovery coefficients are calculated. Operating time affects the mechanical characteristics of materials ambiguously. The aim of the study is to analyze the failure statistics of gantry crane mechanisms with overtime periods to determine, determine the failure and recovery rates. The 30 identical Albatross cranes with a lifting capacity of 16 tons were selected for research, which operate in Grab mode and operate in seaports. Cranes are divided into 3 groups by year of production. The average annual capacity of cranes was 520 thousand tons, according to the warehouse-ship option. From the obtained data, the largest number of failures is observed in the lifting and turning mechanisms, the smallest – in the load lifting mechanism. Thus, the analysis of the results obtained showed that the largest number of failures is observed in the mechanisms of lifting and turning, the smallest – in the mechanisms of lifting the load and moving the crane.

Keywords: portal crane, mechanism, failure, reliability.

### Постановка проблеми у загальному вигляді

#### та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Портальні крани широко використовують для виконання перевантажувальних робіт у морських та річкових [1–4]. Так як вони є основною ланкою технологічного процесу, тому від їх надійної та безперервної роботи залежить продуктивність портових ліній.

Однак, на сьогодні у річкових та морських портах Україні більше 88% кранів відпрацювали нормативний термін служби та продовжують експлуатуватися [1–4].

Слід відмітити, що понаднормова та тривала експлуатація порталних кранів в режимі інтенсивного циклічного навантаження призводить до утворення втомних дефектів та подальшої відмови вузлів та аварій [2–6]. Тому, забезпечення безпечної та надійної роботи є одним з головних завдань при проектуванні, модернізації та експлуатації кранів.

### Аналіз досліджень та публікацій

Аналіз робіт з надійності складних технічних систем показав що:

- 1) питання надійності механізмів порталних кранів, які пропрацювали більше 30 років у морських портах вивчені недостатню [5–11];
- 2) напрацювання впливають неоднозначно на механічні характеристики матеріалів [1–4].

### Формулювання цілей статті

Метою дослідження є аналіз статистики відмов механізмів порталних кранів з понаднормовими термінами експлуатації визначити, визначення показників надійності.

### Виклад основного матеріалу

Для досліджень було обрано 30 ідентичних кранів Альбатрос, вантажопідйомністю 16 тонн, які працюють у грейферному режимі та експлуатують у морських портах.

Крани розподілені на 3 групи за роками випуску:

- 1) 1978–1980 pp;
- 2) 1980–1982 pp ;

3) 1982–1984 рр.

Середній коефіцієнт використання кранів у навігацію склав 0,49, річна продуктивність – 520 тисяч тонн, за варіантом склад судно.

Для статистичного аналізу використано інформацію яка міститься у відповідних журналах обліку, технічного обслуговування та ремонту відповідних кранів з 2014 до 2020 р.

Оцінку надійності кранів проводили за комплексним показником – коефіцієнт готовності, який розраховували для кожної групи (рис. 1).

Отримане значення середнього коефіцієнту готовності кранів, складає 0,83, перевищує граничне значення 0,82 [5, 6, 9].

На рис. 2 наведено розподіл відмов та час відновлення вузлів для 3-х груп кранів.

Аналіз отриманих статистичних даних показав, що:

- 1) найбільша кількість відмов спостерігалась у механізмі повороту та металоконструкції стріли крана;
- 2) найбільш небезпечними з виявлених дефектів були тріщини у стріловій системі та механізмах повороту;

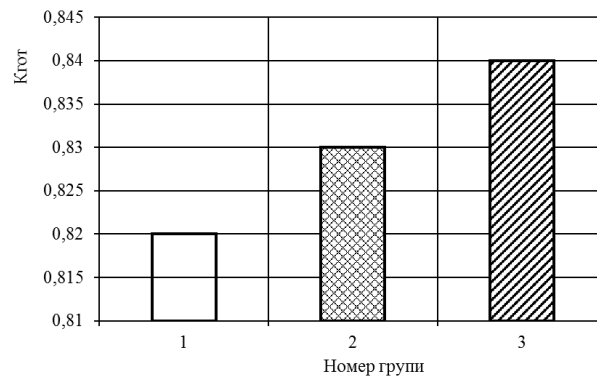
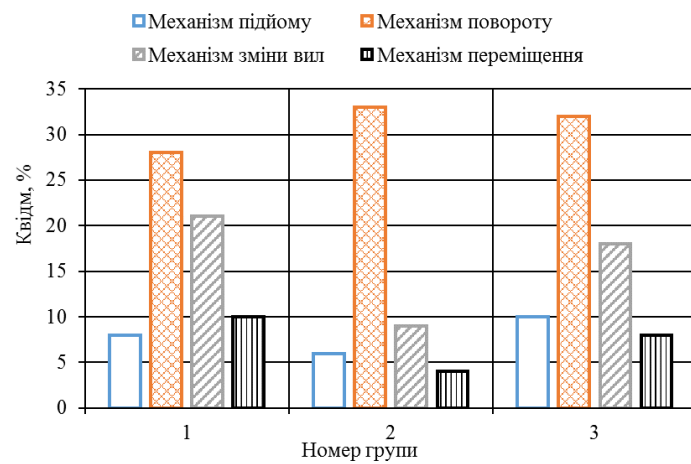
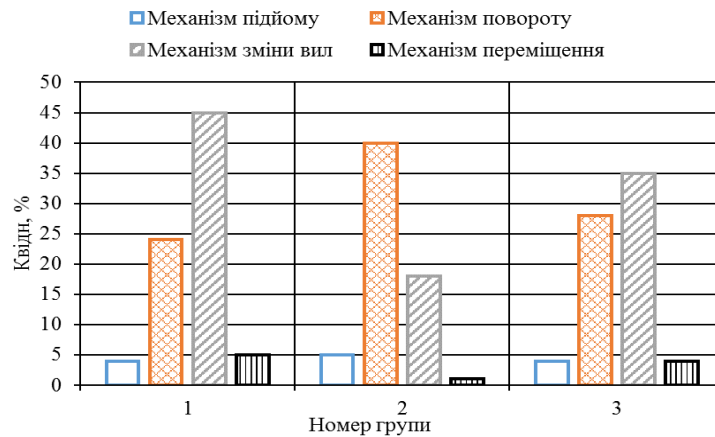


Рис. 1. Коефіцієнти готовності для 3-х груп кранів



а)



б)

Рис. 2. Розподіл коефіцієнтів відмов Квідм (а) та часу відновлення Квідн (б) вузлів для 3-х груп кранів

3) майже у всіх кранах спостерігались відмови болтових з'єднань стрілових пристроїв з подальшою їх заміною;

4) значна частка відмов та часу на відновлення припадає на редуктори механізмів повороту та зміни вильоту, а також котки механізму повороту.

5) майже у всіх кранів було виявлено знос зубців рейок механізму вильоту.

У 2 кранах було виявлено критичні дефекти у вигляді вибоїни зубців та тріщини у рейці механізму вильоту стріли, які не вимагають її заміни.

Виявлений знос, вибоїни та відколи зубців рейки механізму зміни вильоту стріли виникли внаслідок порушення умов експлуатації та технології їх ремонту.

З наведеного на рис. 2 розподілу видно, що найбільше число відмов спостерігається у механізмах підйому та повороту, найменше – у механізмах підйому вантажу та переміщення крана.

Виявлені тріщини у металевих конструкціях механізмів виникають внаслідок порушення умов експлуатації, а також вібраційних навантажень які виникають у процесі роботи та призводяться до зміни напружено-деформованого стану елементів крана [1–4].

### Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Таким чином аналіз отриманих результатів показав, що найбільше число відмов спостерігається у механізмах підйому та повороту, найменше – у механізмах підйому вантажу та переміщення кранів. Найбільш небезпечними з виявлених дефектів були тріщини у стріловій системі та механізмах повороту, які виникають внаслідок порушення умов експлуатації, а також вібраційних навантажень та призводять до відмови елементів крана. Виявлений знос, вибоїни та відколи зубців рейки механізму зміни вильоту стріли виникли внаслідок порушення умов експлуатації та технології їх ремонту. Левова частка відмов та часу на відновлення припадає на редуктори механізмів повороту та зміни вильоту, а також котки механізму повороту.

### Література

1. Григоров О. В., Петренко Н. О. Вантажопідйомні машини : навч. посібник. Харків : НТУ «ХПІ», 2005. 304 с.
2. Стрельбіцький В.В., Немчук О.О. Експериментальне дослідження впливу напрацювання та асиметрії циклу на тріщиностійкість сталей порталних кранів. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2020. № 1. С. 245–248.
3. Стрельбіцький В.В. Експериментальне дослідження впливу напрацювання на тріщиностійкість сталей мостових кранів. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2020. № 4. С. 138–142.
4. Немчук О.О., Стрельбіцький В.В. Експериментальне дослідження впливу напрацювання на тріщиностійкість сталей порталних кранів. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2019. № 1. С. 17–20.
5. Брауде В.И., Семенов Л.Н. Надежность подъемно-транспортных машин. Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. 183 с.
6. Зубко Н.Ф., Постан М.Я., Корниец Т.Е. Проблема определения эксплуатационной надежности портовых перегрузочных комплексов. Вісник ОДМУ, 2001. № 6. С. 81-89.
7. Qin Li & Zhang Bin & Li Xinren & Huang Zheng-qiu. The Application Research on Safety performance Evaluation of Portal Crane based on Reliability Evaluation and risk Assessment. E3S Web of Conferences. Volume 257. 2021. p. 1-4.
8. Huang Hai. Study on the Safety Performance Assessment Method for Metal Structures of PortCranes: Doctoral Dissertation; 2008.
9. A Report of the Crane Unit of the Division of Occupational Safety and Health. Philip Yow, 2000.
10. Luo Shengnan. Study on the Safety Assessment Method of Portal Cranes. 2015.
11. Pan Yang, Liang Chengji and Zheng Huiqiang. Analysis of Operational Safety of Quayside Container Gantry Cranes Based on Human Factors. China Safety Science Journal. 2012, 22(10): 65.

### References

1. Hryhorov O. V., Petrenko N. O. Vantazhopidionni mashyny : navch. posibnyk. Kharkiv : NTU «KhPI», 2005. 304 s.
2. Strelbitskiy V.V., Nemchuk O.O. Eksperymentalne doslidzhennia vplyvu napratsiuвання ta asymetrii tsykladu na trishchynostiikist stalei portalnykh kraniv. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. 2020. № 1. S. 245–248.
3. Strelbitskiy V.V. Eksperymentalne doslidzhennia vplyvu napratsiuвання na trishchynostiikist stalei mostovykh kraniv. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. 2020. № 4. S. 138–142.
4. Nemchuk O.O., Strelbitskiy V.V. Eksperymentalne doslidzhennia vplyvu napratsiuвання na trishchynostiikist stalei portalnykh kraniv. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. 2019. № 1. S. 17–20.
5. Braude V.I., Semenov L.N. Nadezhnost podemno-transportnyh mashin. L. : Mashinostroenie, Leningr. otd-nie, 1986. 183 s.
6. Zubko N.F., Postan M.Ya., Korniec T.E. Problema opredeleniya ekspluatatsionnoy nadezhnosti portovyh peregruzochnykh kompleksov. Visnyk ODMU, 2001. № 6. S. 81-89.
7. Qin Li & Zhang Bin & Li Xinren & Huang Zheng-qiu. The Application Research on Safety performance Evaluation of Portal Crane based on Reliability Evaluation and risk Assessment. E3S Web of Conferences. Volume 257. 2021. p. 1-4.

- 
8. Huang Hai. Study on the Safety Performance Assessment Method for Metal Structures of PortCranes: Doctoral Dissertation; 2008.
  9. A Report of the Crane Unit of the Division of Occupational Safety and Health. Philip Yow, 2000.
  10. Luo Shengnan. Study on the Safety Assessment Method of Portal Cranes. 2015.
  11. Pan Yang, Liang Chengji and Zheng Huiqiang. Analysis of Operational Safety of Quayside Container Gantry Cranes Based on Human Factors. China Safety Science Journal. 2012, 22(10): 65.

Надійшла/Paper received : 22.08.2022 р.    Надрукована/Printed :01.11.2022 р.