

СТРЕЛЬБИЦЬКИЙ Віктор

Одеський національний морський університет

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

## ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ МЕХАНІЗМІВ ПОРТАЛЬНИХ КРАНІВ «ГАНЦ»

У роботі проведено аналіз відмов механізмів порталних кранів «ГАНЦ», які виникають у процесі понаднормової експлуатації, за отриманими даними розраховано коефіцієнти готовності, відмов та відновлення. Аналіз отриманих результатів показав, що найбільша кількість відмов виявлена у механізмах переміщення, підйому, зміни вильоту стріли та металокопонування крану. Основними причинами виходу з ладу механізмів переміщення є знос зубчастих коліс та валів-шестерен редукторів, руйнування та знос підшипників у редукторах, утворення тріщин у корпусах редукторів. Вихід з ладу механізмів підйому пов'язаний зі зносом канатів, канатних блоків та баранів, а також гальмівних накладок. Відмови механізмів зміни вильоту стріли викликані зносом зубців рейок та зубчастих коліс, підшипників та корпусів редуктора механізму.

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

STRELBITSKIY Victor  
Odessa National Maritime University

## EVALUATION OF THE RELIABILITY OF «GANZ» PORTAL CRANE MECHANISMS

Portal cranes are widely used in various ports for transshipment operations. 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 portal cranes are the main link in the technological process, therefore, the productivity of Port lines depends on their reliable and trouble-free operation. The analysis of statistical data shows that the processing and long-term operation of portal cranes in the mode of intense cyclic loading leads to the formation of fatigue defects and the subsequent failure of their components and accidents [1-9]. Therefore, ensuring safe and reliable operation is one of the main tasks in the design, modernization and operation of cranes. The analysis of works showed that the reliability of portal crane mechanisms that have been soldered for more than 35 years in sea and river ports has not been sufficiently studied. For research, 24 identical Ganz cranes with a lifting capacity of 16 tons were selected, which operate in clamshell mode in sea and river ports. The analysis uses information contained in the respective maintenance and repair logs of the respective cranes from 2008 to 2021.

Data analysis shows that the greatest number of failures is observed in the mechanisms of movement, lifting, changing the boom departure and metal structures of cranes. It should be noted that up to 75% of all time is spent on restoring the operation of reducers. The reasons for the failure of movement mechanisms are: wear of gears and shafts of gearboxes, destruction and wear of bearings in gearboxes, cracks in gearbox housings. The failures of the mechanisms for changing the reach of the boom are caused by wear of the teeth of the racks and gears, bearings and gear housings of the mechanism.

Keywords: portal crane, Ganz, mechanism, failure, reliability.

### Постановка проблеми у загальному вигляді

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

Портальні крани широко використовують у різних портах для виконання перевантажувальних робіт [1–6]. Проте на сьогодні в Україні більше 88% кранів відпрацювали свій нормативний термін служби та продовжують інтенсивно експлуатуватися [1–7].

Оскільки порталні крани є основною ланкою технологічного процесу, тому від їх надійної та безперервної роботи залежить продуктивність портів ліній.

Аналіз статистичних даних свідчить, що понаднормова та тривала експлуатація порталних кранів в режимі інтенсивного циклічного навантаження призводить до утворення втомних дефектів та подальшої відмови вузлів та аварій [1–9]. Тому, забезпечення безпечної та надійної роботи є одним з головних завдань при проектуванні, модернізації та експлуатації кранів.

### Аналіз останніх джерел

Аналіз робіт [1–11] показав що питання надійності механізмів порталних кранів, які пропрацювали більше 35 років у морських та річкових портах вивчені недостатню.

### Формулювання цілей статті

Метою дослідження є аналіз відмов механізмів порталних кранів «ГАНЦ» з понаднормовими термінами експлуатації визначити, визначення показників надійності їх вузлів.

### Виклад основного матеріалу

Для досліджень було обрано 24 ідентичні крани «ГАНЦ», вантажопідйомністю 16 тонн, які працюють в грейферному режимі у морських та річкових портах.

Крани розподілені на 3 групи за роками випуску:

- 1) 1977...1979 рр.;
- 2) 1980...1982 рр.;
- 3) 1982...1985 рр.

Для аналізу використано інформацію яка міститься у відповідних журналах технічного обслуговування та ремонту відповідних кранів з 2008 по 2021 роки.

Типові поломки вузлів, котрі були виявлені при огляді кранів наведені на рис. 1.

Оцінку надійності кранів проводили за комплексним показником – коефіцієнтами готовності (К<sub>гот</sub>), вузлів та механізмів – за коефіцієнтами відмов (К<sub>відм</sub>) та відновлення (К<sub>відн</sub>), які розраховували за формулами (1)..(3) для кожної групи.

$$K_{\text{гот}} = \frac{T_{\text{м}}}{T_{\text{м}} + T_{\text{в}}} \quad (1)$$

де  $T_{\text{м}}$  – середній час роботи між відмовами крану за встановлений період часу;

$T_{\text{в}}$  – середній час відновлення роботи крану за встановлений період часу.

$$K_{\text{гот}} = \frac{n_1}{n_o} \cdot 100\% \quad (2)$$

де  $n_1$  – кількість відмов вузла за встановлений період часу;

$n_o$  – загальна кількість відмов крана за встановлений період часу.

$$K_{\text{гот}} = \frac{t_1}{t_o} \cdot 100\% \quad (3)$$

де  $t_1$  – тривалість часу відновлення вузла за встановлений період часу;

$t_o$  – загальний час відновлення крана за встановлений період часу.

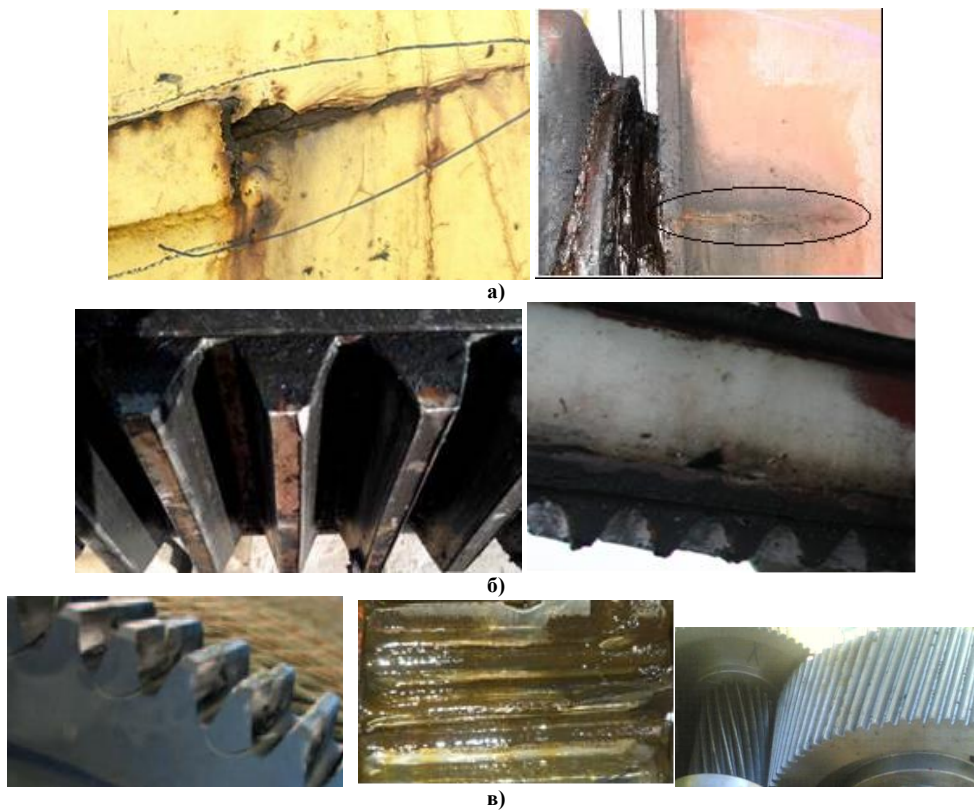


Рис. 1. Виявлені дефекти у механізмах кранів: тріщини у металоконструкціях (а), знос та руйнування рейки зміни вильоту (б), руйнування зубчастих передач (в)

Результати розрахунків коефіцієнтів для кожної групи наведені на рис. 2, 3.

Розрахункове значення середнього коефіцієнту готовності (складає 0,82) дорівнює граничному [5, 6, 9]. Проте для кранів 1977...1979 рр. побудови значення коефіцієнту готовності нижче рівня надійності встановленого стандартом [5, 6, 9].

Аналіз даних вказує на те, що найбільша кількість відмов спостерігається у механізмах переміщення, підйому, зміни вильоту стріли та металоконструкціях кранів (рис. 2, 3). Основними елементами що відмовили є: вали-шестерні та зубчасті колеса редукторів, зубчасті рейки механізмів зміни вильоту, вали, підшипники, зубчасті колеса редукторів та відкриті зубчасті передачі та колеса механізму переміщення, металоконструкції кранів. Слід відмітити, що до 75% усього часу витрачають на відновлення роботи редукторів.

Крім того, чимало часу витрачено на відновлення працездатності металоконструкцій колон, платформ машинного відділення, важелів противаг, елементів стріл. Майже у всіх кранах спостерігались відмови заклепових та різьбових з'єднань стрілових пристроїв, також знос елементів демпферів. Заміна останніх не викликає особливих складнощів.

У деяких порожнинах металоконструкцій коробчастих елементах спостерігалось накопичення вологи на стінках.

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

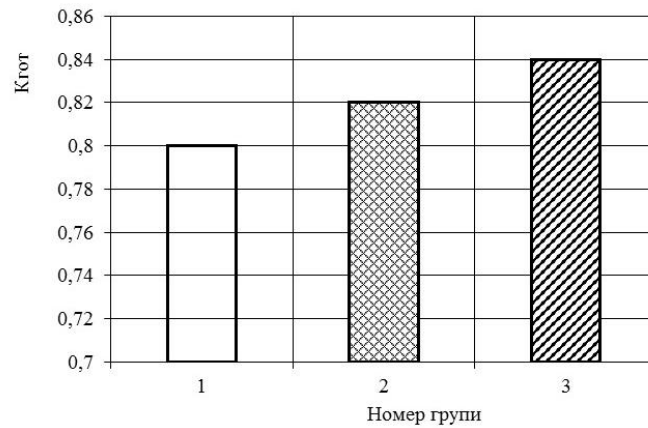
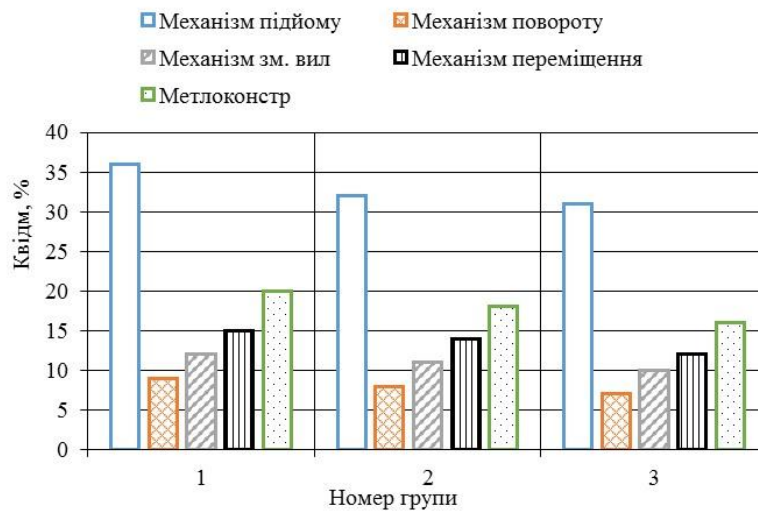
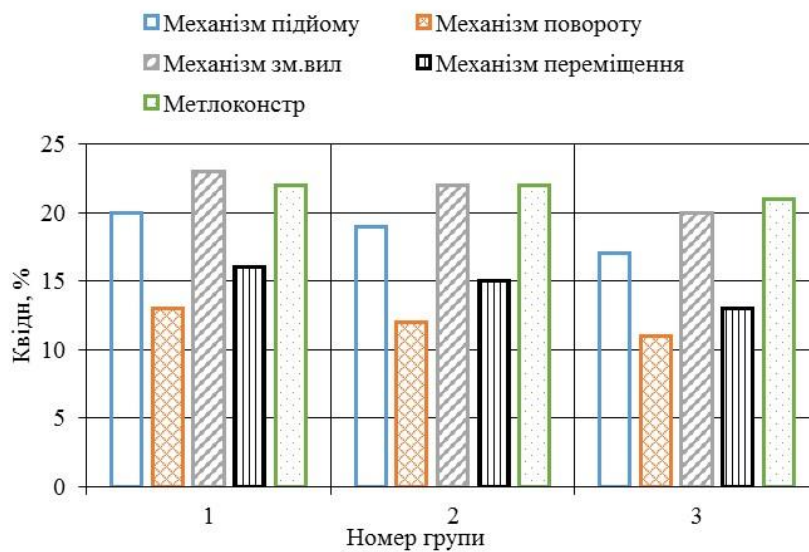


Рис. 2. Коефіцієнти готовності порталних кранів «Ганц»



а)



б)

Рис. 3. Розподіл коефіцієнтів відмов Kвідм (а) та часу відновлення Kвідн (б) вузлів порталних кранів «Ганц»

Знос канатів, канатних блоків та баранів, знос зубців та поламка підшипників редакторів, а також гальмівних накладок є основні причини виходу з ладу механізму підйому.

У механізмах переміщення відмови пов'язані зі зносом зубчастих коліс та валів-шестерен

редукторів, руйнуванням та зносом підшипників у редукторах, утворенням тріщини у корпусах редукторів,

Причинами виходу з ладу механізмів зміни вильоту стріли є: знос зубців рейок та зубчастих коліс, підшипників редуктора механізму. У 3-х кранах було виявлено дефекти у вигляді вибоїни зубців та мікротріщини у рейці механізму вильоту стріли, які не вимагають її заміни. Виявлені дефекти виникли внаслідок порушення умов експлуатації та технології їх ремонту.

Відмови механізму повороту переважно пов'язані з виходом з ладу опорної колони, валів редукторів механізму.

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

Аналіз отриманих результатів експлуатаційної надійності порталних кранів Ганц показав наступне:

1) значення середнього коефіцієнту готовності (складає 0,82) дорівнює граничному. Проте для кранів 1977...1979 рр. побудови значення коефіцієнту готовності нижче норми;

2) найбільшу кількість відмов виявлено у механізмах переміщення, підйому, зміни вильоту стріли та металокопункціях кранів;

3) основні причинами виходу з ладу механізму підйому – знос канатів, канатних блоків та баранів, знос зубців та поламак підшипників редукторів, а також гальмівних накладок;

4) причинами виходу з ладу механізмів переміщення є знос зубчастих коліс та валів-шестерен редукторів, руйнуванням та зносом підшипників у редукторах, тріщини у корпусах редукторів;

5) вихід з ладу металокопункції пов'язаний з утворенням тріщин у колонах, тягах, платформах, важелях, елементах стріл;

6) відмови механізмів зміни вильоту стріли викликані зносом зубців рейок та зубчастих коліс, підшипників та корпусів редуктора механізму.

Виявлені дефекти механізмів виникли внаслідок порушення умов експлуатації та технології їх ремонту.

### **Література**

1. Григоров О. В. Вантажопідйомні машини : навч. посібник / Григоров О. В., Петренко Н. О. – Харків : НТУ «ХП», 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. Брауде В.И. Надежность подъемно-транспортных машин / Брауде В.И., Семенов Л.Н. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. – 183 с.

6. Зубко Н.Ф. Проблема определения эксплуатационной надежности портовых перегрузочных комплексов / Н.Ф. Зубко, М.Я. Постан, Т.Е. Корниец // 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.

### **References**

1. Hryhorov O. V. Vantazhopidomni mashyny : navch. posibnyk / Hryhorov O. V., Petrenko N. O. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2005. – 304 s.

2. Strelbitskyi V.V. Otsinka nadiinosti mekhanizmv portalnykh kraniv Albatros / V.V. Strelbitskyi // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. – 2022. – № 5. – S. 196–199.

3. Strelbitskyi V.V. Ekspyrymentalne doslidzhennia vplyvu napratsiuвання ta asymetrii tsykladu na trishchynostiikist stalei portalnykh kraniv / V.V. Strelbitskyi, O.O. Nemchuk // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. – 2020. – № 1. – S. 245–248.

4. Nemchuk O.O. Ekspyrymentalne doslidzhennia vplyvu napratsiuвання na trishchynostiikist stalei portalnykh kraniv / O.O. Nemchuk, V.V. Strelbitskyi // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. – 2019. – № 1. – S. 17–20.

5. Braude V.I. Nadezhnost podemno-transportnyh mashin / Braude V.I., Semenov L.N. – L. : Mashinostroenie, Leningr. otd-nie, 1986. – 183 s.

6. Zubko N.F. Problema opredeleniya ekspluatatsionnoy nadezhnosti portovyh peregruzochnyh kompleksov / N.F. Zubko, M.Ya. Postan, T.E. Korniec // 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.