

СТРЕЛЬБИЦЬКИЙ ВІКТОР

Одеський національний морський університет

<https://orcid.org/0000-0001-7027-9498>e-mail: vict141174@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ РУКАВІВ ВИСОКОГО ТИСКУ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВИЛОЧНИХ НАВАНТАЖУВАЧІВ У МОРСЬКИХ ПОРТАХ

У роботі наведено дослідження впливу умов експлуатації на технічний стан рукавів високого тиску виловних навантажувачів, котрі експлуатуються у морських портах. Наведено види дефектів рукавів, котрі виникають в зимовій та літній періоди експлуатації. Аналіз отриманих даних показав, що найпоширенішим видом відмови рукавів є вихід з ладу внаслідок розриву. Кількість відмов у зимовий період значно вище ніж у літній, що можна пояснити негативним впливом низьких температур на фізико-механічні характеристики рукавів.

Ключові слова: виловний навантажувач, рукава високого тиску, гідропривід, відмова, знос.

STRELBITSKIY VIKTOR
Odesa National Maritime University

RESEARCH OF THE RELIABILITY OF HIGH-PRESSURE HOSES IN THE OPERATION OF FORKLIFTS IN SEAPORTS

Forklifts are widely used for cargo transshipment in seaports. Their integral part is a hydraulic drive, the widespread use of which can significantly improve the operational characteristics of loaders. The introduction of hydraulic drives can significantly improve the performance of forklifts. The widespread use of which is due to a number of advantages: relatively small dimensions and weight, smooth running, the ability of the working fluid to compensate for shock loads, etc.

However, during the operation of loaders in the port, the negative impact of factors leads to a deterioration in the operation of the hydraulic drive. In particular, an increase in the working pressure, the presence of cuts on the surfaces, delamination of rubber layers, and braid breaks lead to a decrease in the durability of the sleeves [1,3,4,5]. As the experience of operation shows, even today for machines with higher reliability, the problem of sudden failures of high-pressure hoses has not been solved. Ensuring the reliability and durability of hydraulic drives is a complex and complex task, the solution of which involves a qualitative and quantitative analysis of the causes of malfunctions, analysis of the impact of operating factors on the technical condition.

Analysis of studies has shown that despite the continuous improvement of the design of the hydraulic drive, the reliability of its components remains low today. Moreover, each loader requires an individual study, since its operation is affected by certain operating conditions, geometric, physical and mechanical parameters of the components. 24 forklifts with a load capacity of 10 tons were selected for research. The loader survey was conducted once every 3 months for 3 years. In addition, visual inspection and inspection of hydraulic systems, brakes A was carried out by the loader driver before and after the start of work.

Analysis of the obtained data showed that the most common type of failure of hoses is failure due to rupture. The number of failures in winter is significantly higher than in summer, which can be explained by the negative impact of low temperatures on the physical and mechanical characteristics of the hoses. Premature failure of the sleeves is a consequence of poor-quality crimping and a small depth of the fitting in the sleeve during their manufacture. When studying the destroyed high-pressure hoses using an electron microscope, it was found that the mechanism of destruction of the reinforcing layer wires is fatigue.

Keywords: forklift, high pressure hoses, hydraulic drive, failure, wear.

Постановка проблеми

Вилочні навантажувачі широко використовують для перевантаження вантажів у морських портах [1–4]. Їх невід'ємною частиною є гідропривід, широке використання якого дозволяє значно покращити експлуатаційні характеристики навантажувачів [1–4].

Однак, у процесі експлуатації навантажувачів в порту негативна дія факторів призводить до погіршення роботи гідроприводу. Зокрема, підвищенню робочого тиску, наявності на поверхнях порізів, розшарування гумових шарів, розриви обплетення призводять до зниження довговічності рукавів [1, 3–5]. Як показує досвід експлуатації, навіть на сьогодні для машин з більш високою надійністю не вирішена проблема раптових відмов рукавів високого тиску.

До того ж, труднощі в забезпеченні оптимального теплового режиму гідравлічної системи призводять до скорочення терміну служби, зниження надійності гідравлічних систем, підвищенню витрат на їх експлуатацію і технічне обслуговування та різкого зниження продуктивності навантажувача [1, 3, 4].

Забезпечення надійності та довговічності гідравлічних приводів це комплексне та складне завдання, розв'язок якого передбачає якісний та кількісний аналіз причин несправностей, аналіз впливу факторів експлуатації на технічний стан.

Аналіз останніх джерел

Аналіз досліджень [4–8] показав, що незважаючи на постійне вдосконалення конструкції гідроприводу, надійність його компонентів на сьогодні залишається невисокою. Більше того, кожен навантажувач вимагає індивідуального дослідження, оскільки на його роботу впливають певні умови експлуатації, геометричні, фізико-механічні параметри складових елементів [4–8].

Метою роботи є дослідження впливу умов експлуатації на технічний стан та надійність рукавів високого тиску виловних навантажувачів.

Виклад основного матеріалу

Для досліджень було обрано 24 вилочних навантажувачів вантажопідйомністю 10 т.

Обстеження навантажувачів проводилось один раз у 3 місяці протягом 3-х років. Крім того, візуальний контроль і перевірку гідросистем, гальм а здійснював водій навантажувачів перед початком та після закінчення роботи. Виявлені дефекти записували у відповідні журнали навантажувачів.

Аналіз результатів моніторингу гідроприводів навантажувачів показав, що найчисельнішими є відмови рукавів внаслідок їх розриву (рис. 1, 2), які можна пояснити перевищенням граничного тиску, динамічним згином при сумісній дії з пульсуючим навантаженням, утворенням на їх поверхнях мікротріщин, зносу поверхневих шарів, а також порушенням технології сказання. При дослідженні зруйнованих рукавів за допомогою електронного мікроскопу було встановлено, що механізм руйнування дротів армуючого шару є втомним.

Значну кількість відмов у зимовий період, котра перевищує у літній, можна пояснити негативним впливом низьких температур на фізико-механічні характеристики рукавів. Крім того, у в момент пуску і перші хвилини роботи гідроприводу тиски в гідросистемі перевищують граничні значення.

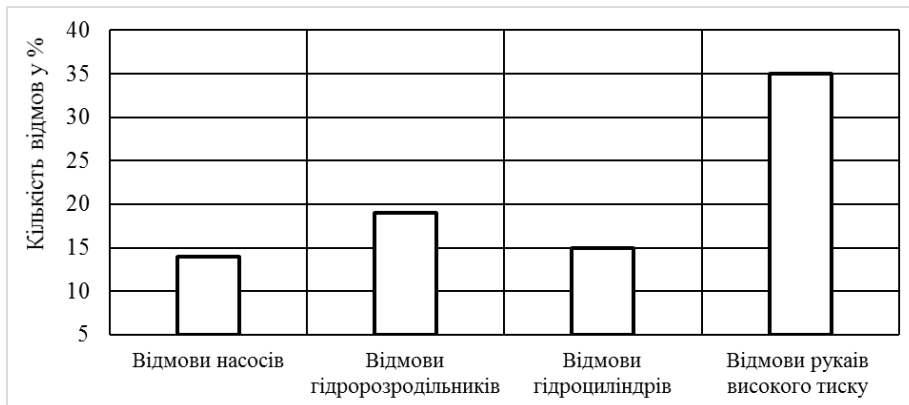


Рис. 1. Розподіл відмов (осереднені значення) елементів гідроприводу навантажувачів

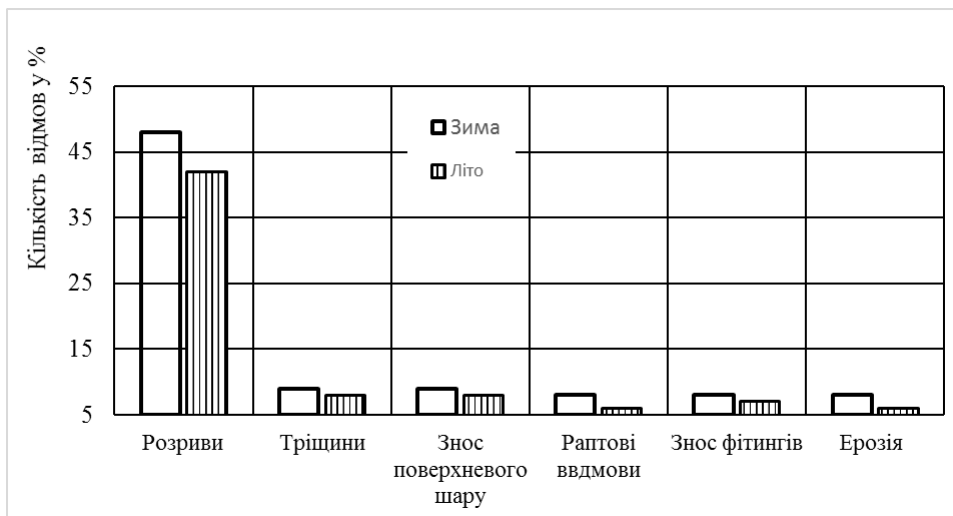


Рис. 2. Розподіл відмов (осереднені значення) рукавів у літній та зимовий періоди експлуатації

Прискорений знос рукавів був пов'язаний з тертям поверхонь, котрі контактують з рухомими вузлами та деталями, недотриманням вимог виробника з вибору відповідних розмірів та монтажу (складання). Тому, при ремонті необхідно вибирати розміри та способи установки рукавів згідно рекомендацій виробника.

Слід відмітити, що головною умовою працездатності механізму підйому вил є справність рукавів гідравлічного приводу, т.т. їх цілісність і відсутність слідів зносу. Однак, при підйомі або опусканні щогли гідравлічні рукави рухаються, гума зношується, оголюючи металевий каркас та відбувається їх розрив.

При ретельному огляді рукавів навантажувачів, які передчасно вийшли з ладу, виявлено брак з'єднання з фітінгами у вигляді неякісного обжиму елементів та малого заглиблення їх в рукав при виготовленні. Хоча рукави протестовані виробниками, однак після їх розрізання було встановлено, що сила обжиму та глибина кріплення фітінгу була недостатньою для тривалої надійної роботи.

Знос фітінгів у вигляді тріщин і корозії призвів до порушення герметичності з'єднань рукавів.

Збільшення часу безперервної експлуатації навантажувачів протягом доби в літній період призвела перегріву та «старіння» гуми рукавів, котрі призвели до передчасного старіння та підвищеної крихкості гуми. З метою уникнення можливих аварій було запропоновано використати рукави з додатковим захисним зовнішнім шаром або з більш міцної гуми.

Розриви на ділянках вигину рукавів навантажувачів можна пояснити зростанням тиску, через недотримання кутів їх вигину та зменшення пропускної площі поперечного перерізу.

Ерозія внутрішньої оболонки рукавів зумовлена великими швидкостями та забрудненням робочого середовища твердими частинками. Поява цих частинок може бути викликана несумісністю матеріалу їх виготовлення з робочою рідиною, яка призводить до їх розбухання, розшарування та руйнування.

Переважає більшість виявлених дефектів та відмов є наслідком бажання власників отримати максимальний прибуток при зменшенні витрат на експлуатацію, обслуговування, збільшення часу безперервної експлуатації навантажувачів у сукупності з небажаннями водіїв навантажувачів сумлінно виконати свої обов'язки.

За результатами статистичної обробки відмов рукавів побудовані емпірична функція розподілу, представлені на рис. 3.

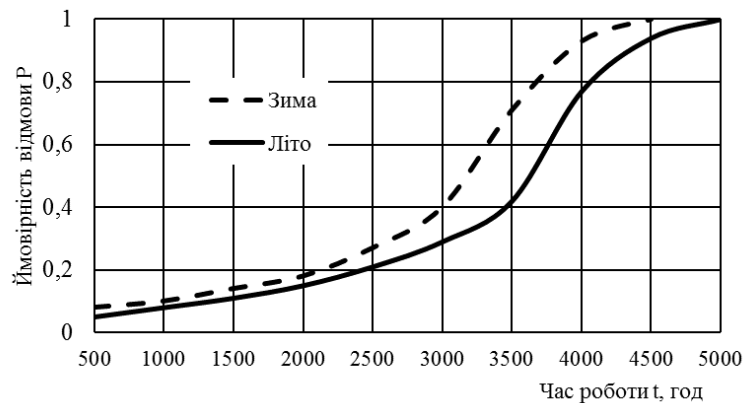


Рис. 3. Функції розподілу відмов рукавів у літній та зимовий періоди експлуатації

Як видно з рис. 3, при експлуатації навантажувачів в зимовий період спостерігається зменшення ресурсу елементів гідроприводу порівнянні з літнім.

За регламентом перевірка гідравлічних шлангів повинна проводитися кожні 3 місяці і залежить від інтенсивності експлуатації техніки, проте її слід скородити до 2 місяців. При цьому терміни перевірки слід коректувати в залежності від умов експлуатації, часу безперервної роботи, температури і тиску мастила в системі.

Висновки

Аналіз результатів дослідження технічного стану рукавів високого тиску виловних навантажувачів показав, що:

- 1) найпоширенішим видом відмови є вихід з ладу рукавів внаслідок розриву;
- 2) прискорений знос поверхонь рукавів був пов'язаний з тертям поверхонь, котрі контактують з рухомими вузлами та деталями, недотриманням вимог виробника з вибору відповідних розмірів та монтажу;
- 3) передчасний вихід з ладу рукавів є наслідком неякісного обжиму та малого заглиблення фітингу в рукав при їх виготовленні;
- 4) кількість відмов у зимовий період значно вище ніж у літній;
- 5) механізм руйнування дротів армуючого шару рукавів є втомним;
- 6) терміни перевірки рукавів слід коректувати в залежності від умов експлуатації, часу безперервної роботи, температури і тиску в системі навантажувачів.

Література

1. Григоров О. В., Петренко Н. О. Вантажопідйомні машини : навч. посібник. Харків : НТУ «ХПІ», 2005. 304 с.
2. Тіщенко Л. М., Білостоцький В. О. Проектування вантажопідйомних машин та навантажувачів. Харків, 2003. 401 с.
3. Strelbitskiy V.V., Bovnegra L.V., Pavlyshko A.V. Analysis of strength of a fork of the forklift by numerical methods. System technologies. N 3(146). Dnipro, 2023. P. 38–45.
4. Андренко П.М., Лебедев А.Ю., Дмитрієнко О.В., Свиначенко М.С. Надійність, технічне діагностування та експлуатація гідро- і пневмоприводів : навч. посіб.; під ред. проф. П.М. Андренка. Харків : Видавничий центр НТУ «ХПІ», 2018. 519 с.
5. Фінкельштейн З. Л., Андренко П. М., Дмитрієнко О. В. Надійність та експлуатація гідромашин та гідроприводів : навч. посібник. Донбаський держ. техн. ун-т, Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Алчевськ : ДонДТУ, 2013. 142 с.
6. Тіщенко Л. М., Білостоцький В. О. Проектування вантажопідйомних машин та навантажувачів. Харків, 2003. 401 с.

7. Сырицын Т.А. Эксплуатация и надежность гидро- и пневмоприводов. М. : Машиностроение, 1990. 248 с.
8. Karpenko M., Prentkovskis O., Šukevičius Š. Research on high-pressure hose with repairing fitting and influence on energy parameter of the hydraulic drive. *Eksplatacija i Niezawodność*. 2022. T. 24. № 1. P. 25-32.

References

1. Hryhorov O. V., Petrenko N. O. Vantazhopidiomni mashyny : navch. posibnyk. Kharkiv : NTU «KhPI», 2005. 304 s.
2. Tishchenko L. M., Bilostotskyi V. O. Proektuvannia vantazhopidiomnykh mashyn ta navantazhuvachiv. Kharkiv, 2003. 401 s.
3. Strelbitskyi V.V., Bovngra L.V., Pavlyshko A.V. Analysis of strength of a fork of the forklift by numerical methods. *System technologies*. N 3(146). Dnipro, 2023. P. 38–45.
4. Andrenko P.M., Lebediev A.Iu., Dmytriienko O.V., Svyarenko M.S. Nadiinist, tekhnichne diahnostuvannia ta ekspluatatsiia hidro- i pnevmopryvodiv : navch. posib.; pid red. prof. P.M. Andrenka. Kharkiv : Vydavnychiy tsentr NTU «KhPI», 2018. 519 s.
5. Finkelshtein Z. L., Andrenko P. M., Dmytriienko O. V. Nadiinist ta ekspluatatsiia hidromashyn ta hidropryvodiv : navch. posibnyk. Donbaskyi derzh. tekhn. un-t, Nats. tekhn. un-t "Kharkiv. politekhn. in-t". Alchevsk : DonDTU, 2013. 142 s.
6. Tishchenko L. M., Bilostotskyi V. O. Proektuvannia vantazhopidiomnykh mashyn ta navantazhuvachiv. Kharkiv, 2003. 401 s.
7. Syrytsyn T.A. Ekspluatatsiya y nadezhnost hydro- y pnevmopryvodov. M. : Mashynostroenye, 1990. 248 s.
8. Karpenko M., Prentkovskis O., Šukevičius Š. Research on high-pressure hose with repairing fitting and influence on energy parameter of the hydraulic drive. *Eksplatacija i Niezawodność*. 2022. T. 24. № 1. P. 25-32.