

УДК 621.8

*Войтасик А.М., к.т.н., Буравченко В.Є.**Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв***ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА СУДНОВОЇ ЛЕБІДКИ
ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЮ 3 Т**

Підвищення безпеки та зручності виконання вантажно-розвантажувальних операцій на водному транспорті є важливою складовою ефективної роботи суден [1, 2]. Для цього широко застосовуються суднові вантажопідіймальні механізми, серед яких лебідки займають провідне місце [3, 4]. Суднова лебідка дозволяє піднімати, опускати та утримувати вантажі заданої маси, що істотно спрощує виконання технічних і швартових робіт на борту [5, 6]. Встановлення електропривода забезпечує надійне та плавне керування лебідкою, покращуючи точність і швидкість вантажних операцій [7, 8]. Завдяки використанню електроприводних механізмів значно зменшуються фізичні навантаження на екіпаж і підвищується загальна продуктивність суднового комплексу.

Метою роботи є огляд конструктивних особливостей суднових лебідок, які застосовують привод та вибір певного варіанту для його подальшої розробки та реалізації.

Аналіз літератури [9, 10], свідчить, що лебідки класифікують за призначенням, типом приводу та умовами експлуатації [11]. Постійний розвиток технологій дозволяє виробникам удосконалювати ці механізми, підвищуючи їхню надійність, продуктивність і безпеку, особливо в складних морських умовах. Знання сучасних рішень у цій сфері є важливим для спеціалістів, що займаються проєктуванням, виготовленням і впровадженням лебідкових систем.

Швартовні лебідки призначені для закріплення судна біля причалу чи іншого судна, забезпечуючи його стійке положення під час стоянки, завантаження або розвантаження (а, рис. 1). Вони поділяються на два основні типи:

- 1) Ручні лебідки – обслуговуються безпосередньо людиною, зазвичай застосовуються на малих суднах, де зусилля незначні.
- 2) Електричні лебідки – оснащені електроприводами, призначені для великих суден, де потрібна велика сила тяги. Такі механізми забезпечують точне та безпечне керування процесом швартування.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд електроприводних лебідок:
а) – швартовна; б) – буксирувальна; в) – якірна ; г) – палубна.

Буксирувальні лебідки призначені для переміщення суден або об'єктів по воді, працюючи під значними навантаженнями (б, рис. 1). Вони обладнані посиленими системами безпеки, гальмування та контролю, що дозволяють витримувати великі тягові зусилля та стабільно функціонувати в складних умовах. Такі лебідки зазвичай мають інтегровані системи моніторингу навантажень і передачі даних у реальному часі.

Основні типи буксирувальних лебідок:

- 1) Однобарабанні – використовуються для нескладних буксирувальних операцій, мають один барабан і просту конструкцію.
- 2) Двобарабанні – забезпечують більший контроль над процесом та дозволяють працювати з кількома тросами, що важливо для складних завдань.
- 3) Гідравлічні – оснащені приводами, що створюють високий крутний момент, і надійно справляються з великими навантаженнями, переважно застосовуються на потужних буксирувальних суднах.

Якірні лебідки (брашпілі) призначені для опускання та підйому якорів суден (в, рис. 1). Вони повинні мати високу міцність і здатність працювати з великими ваговими навантаженнями. Основні типи:

1) Ручні – застосовуються на малих суднах для легких якорів, обслуговуються вручну.

2) Електричні – моторизовані, використовуються на середніх і великих суднах, забезпечують більший контроль і зусилля.

3) Гідравлічні – встановлюються на комерційних та спеціалізованих суднах, відзначаються високою потужністю й витривалістю для важких умов.

Кабельні лебідки – це вертикальні механізми, призначені для швартування та якорування суден. Вони розміщуються на палубі та часто працюють у парі з іншими лебідковими системами, підвищуючи точність і надійність операцій.

Залежно від потужності та розмірів судна, кабельні лебідки можуть бути:

1) Електричними – для середніх і малих суден.

2) Гідравлічними – для великих кораблів, де потрібна підвищена сила та витривалість.

Палубні лебідки встановлюються на палубі суден і виконують широкий спектр завдань: від вантажно-розвантажувальних робіт до якірних і буксирувальних операцій (г, рис. 1). Вони можуть мати електричний, гідравлічний або ручний привід, що дозволяє адаптувати їх під конкретні умови роботи.

Такі лебідки активно застосовуються на вантажних, риболовецьких і військових суднах, забезпечуючи надійне кріплення, підйом і переміщення вантажів.

В рамках кваліфікаційної роботи запропоновано розробити електропривод саме палубної вантажної суднової лебідки здатної обробляти вантажі масою до 3 т. Основним параметром вантажної лебідки є вантажопідйомність, яка визначає максимально допустиму вагу вантажу. Важливою також є швидкість підйому, що змінюється залежно від маси вантажу. Для легких вантажів швидкість становить 0,5 – 1,5 м/с, для середніх – 0,25 – 0,6 м/с, для важких – 0,12 – 0,3 м/с.

Запуск лебідки здійснюється увімкненням електродвигуна, одночасно з чим розблоковується колодкове гальмо. Обертання двигуна передається на провідний вал і барабан через зубчасту муфту та сателіти, що взаємодіють із зубчастим вінцем барабана та плаваючими вінцями. Це у свою чергу, забезпечує обертання барабана і підйом вантажу. Регулювання швидкості відбувається перемиканням режимів двигуна.

Для утримання вантажу та безпеки при швартуванні використовується стрічкове гальмо барабана, а колодкове гальмо запобігає зворотному обертанню при знеструмленні. Мастило підшипників і зубчастих передач здійснюється оливою, залитою всередину барабана, що забезпечує безперервне змащення.

Перед початком роботи вантажні стріли встановлюються у робоче положення, що потребує часу та обмежує можливість приймання вантажу лише в одну точку трюму. Для спрощення цього процесу стріли оснащують топенантними лебідками з ручним або електроприводом, які дозволяють змінювати виліт стріли без зупинки роботи. Назва таких лебідок походить від топенантного троса, намотаного на барабан.

Висновки. В рамках виконання кваліфікаційної роботи запропоновано розробити електропривод суднової лебідки вантажопідйомністю 3 т. Застосування такої лебідки забезпечить реалізацію режимів вибирання/травлення вантажного троса зі швидкістю 0,7 м/с при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт на палубі судна. Разом з тим, у подальшій роботі за наведеною темою, заплановано:

1. Розрахунки силової частини електропривода та швидкісних характеристик виконавчого електродвигуна.
2. Вибір складових елементів електрообладнання електропривода суднової лебідки.
3. Розробку 3D моделі його конструкції з детальним описом прийнятих технічних рішень.

Список використаних джерел

1. Shuo L., Yi L. Finite element analysis for the stability of marine winch system. *Journal of coastal research*, 2025, 110 (1), DOI: 10.2112/JCR-S110-042.1.
2. Liao W., Zhao Y., Liu D., Jin Y. Active heave compensation active disturbance rejection control system of electric driven marine winchs. *Zhongguo Jixie Gongcheng / China mechanical engineering*, 2018, 29(24), 2999-3008. DOI: 10.3969/j.issn.1004-132X.2018.24.015.
3. Berg T.E., Selvik O., Indergård R., Ringen E. Maritime emergency preparedness – drifting ships. *IOP conference series materials science and engineering*, 2023, 1288(1):012001. DOI: 10.1088/1757-899X/1288/1/012001.
4. Tiancai X., Liangpei H., Yong G. Modeling and simulation analysis of active heave compensation control system for electric-driven marine winch under excitation of irregular waves. *Measurement and control*, 2023, 56(24), 002029402211016. DOI: 10.1177/00202940221101666.
5. Martelli M., Viviani M., Altosole M. Numerical modelling of propulsion, control and ship motions in 6 degrees of freedom. *Engineering for the maritime environment*, 2014; 228(4), 373–397.
6. Huang W., Binbin L., Kim D.K. An investigation on material diversity of synthetic fiber ropes in the course stability of towing under wind. *Ocean engineering*, 2023, 279(2):114410. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2023.114410.
7. Haoran Y., Wenhua L., Shanying L., Qingtao L., Dinghua Zh. Load assessment method for multi-layer oceanographic winch with synthetic fibre ropes based on non-rotation symmetric cylindrical model. *Journal of marine science and engineering*, 2024, 12(3), 409. DOI: 10.3390/jmse12030409.

8. Reidar A.S., Henry P., Sverre T., Mette L.N., Vilmar E. Experimental investigation of stresses in winch drums subjected to multilayer spooling loads from synthetic fibre ropes. *ASME 2019 38th International conference on ocean*, 2019. DOI: 10.1115/OMAE2019-95283

9. Kongde H., Meng W., Shaopeng L., Weihua Y., Gongfa L. Dynamic characteristics analysis and safety evaluation of lifting mechanism for winch ship lift. *Journal of the Brazilian society of mechanical sciences and engineering*, 2025, 47(3). DOI: 10.1007/s40430-025-05442-y.

10. Zhang L., Wenjie L., Zhe D., Lei D., Xiaobin L. Speed and heading control-based collision avoidance for a ship towing system. *ISA Transactions*, 2022, 135(4). DOI: 10.1016/j.isatra.2022.10.010.

11. Лівінський О.М., Курок О.І., Пелевін Л.Є. Підйомно-транспортні та вантажно-розвантажувальні машини: навч. посібник. – К.: «МП Леся», 2016. – 676 с.

УДК 621.8

Войтасик А. М., к.т.н., Гоцуленко Я. В.

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА МОСТОВОГО КРАНА ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЮ 5 Т

Функціональність вантажопідіймальних машин наповнюється різноманітними механізмами, які значно впливають на загальну продуктивність даних установок [1, 2]. Вантажопідіймальна машина, оснащена цілою низкою механізмів, здатна ефективно обробляти вантажі, які розташовані на значних відстанях, що забезпечує безперебійну та продуктивну роботу крана на великих площах [3, 4]. Мостові крани знайшли широке застосування як у закритих складських приміщеннях, так і на відкритих промислових територіях, виконуючи підйом/спуск та переміщення вантажів із різних площадок [5, 6]. У повному функціоналі такі машини обладнані трьома основними механізмами: перший механізм відповідає за підйом/спуск вантажів, другий – за переміщення вантажного візка, а третій – за пересування самого крана по рейках [7, 8]. Серед методів забезпечення роботи зазначених механізмів, електроприводи змінного струму є найбільш поширеними та популярними. Вони забезпечують надійність та ефективність в роботі, що дозволяє підвищити загальний рівень продуктивності [9].

Метою роботи є огляд конструктивних особливостей електроприводних механізмів мостових кранів та вибір певного варіанту для його подальшої розробки та реалізації.

Аналіз літератури [10, 11], свідчить, що механізми мостового крана – це пристрої, що забезпечують стабільну роботу вантажопідіймної техніки, а саме захоплення, підняття/спуск вантажу, переміщення самого крана, систему гальмування, методи керування та безпеку в робочому процесі [12]. Необхідність застосування певних механізмів залежить від технічних характеристик крана [13, 14].

Мостові крани відносяться до категорії найпопулярніших вантажопідіймних пристроїв (рис. 1). Вони використовуються у будівництві, у ремонтних цехах та на виробництві для транспортування габаритних об'єктів. Мостові крани понад міцні та надійні, при цьому доступні та прості в експлуатації.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд мостового двобалочного крана

Залежно від способу кріплення типу привода і конструктивних особливостей розрізняють такі види мостових кранів.

За типом виконання мосту крана:

1) однобалочні – здебільшого мобільні та економічні у використанні, легка конструкція з невеликою вантажопідйомністю (до 20 т). Затребовані на невеликих площах, приміщеннях, складах, будівельних об'єктах;