

УДК 621.3

DOI [https://doi.org/10.15589/znp2025.3\(501\).14](https://doi.org/10.15589/znp2025.3(501).14)DEVELOPMENT OF ELECTRIC DRIVE OF THE CONSOLE ROTARY CRANE  
A LOAD CAPACITY OF 0,3 TРОЗРОБКА ЕЛЕКТРОПРИВОДА КОНСОЛЬНО-ПОВОРОТНОГО КРАНА  
ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЮ 0,3 Т

Andrii M. Voitasyk

andrii.voitasyk@nuos.edu.ua

ORCID: 0000-0002-9409-6108

А. М. Войтасик,

канд. техн. наук

*Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv**Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

**Abstract.** *Purpose.* Development and design of an electric drive for the console rotary crane capable of handling loads in the form of parts of various sizes with a nominal weight of 0,3 t. *Method.* The research used the method of complex modeling to build 3D models of the design of the electric drive mechanism for lifting/lowering cargo of the console rotary crane and all the executive equipment that is proposed to be used in its composition; the method of empirical description of technological processes to substantiate and explain the features of the organization of torque transmission; the method of analytical calculations to verify the functional capabilities of the product. *Results.* Based on the use of the necessary equipment consisting of: a control system, an electric motor, gear and brake mechanisms, a drum, a gripping device and the proposed 3D model of the structure, an electric drive for the console rotary crane has been developed for the purpose of operating the product during gripping and moving loads in the form of parts of various sizes with a nominal weight of 0,3 t. The functioning of the electric drive mechanism for lifting/lowering the load of the console rotary crane is ensured by the use of an asynchronous electric motor with a squirrel-cage rotor, which, compared to an asynchronous motor with a phase rotor, has a simpler design, lower cost, greater reliability and requires less maintenance. *Scientific novelty.* The principle of automated control has been further developed, associated with the use of a frequency converter to control the executive electric motor of the lifting/lowering mechanism of the console rotary crane, which allows for improvements in the efficiency of moving cargo in the form of parts of various sizes with a nominal weight of 0,3 t. An electric drive for the console rotary crane has been theoretically substantiated and developed, which ensures the processing of cargo with a nominal weight of 0,3 t while maintaining the lifting/lowering of the cargo over a distance of 3 m at a speed of 0,25 m/s. Control of the electric drive of the console rotary crane according to the scalar law is implemented on the basis of a frequency converter. *Practical importance.* The developed electric drive of the console rotary crane is designed to automate loading and unloading operations and is capable of performing the functions of handling cargo in the form of parts of various sizes with a nominal weight of 0,3 t within the console length of 2,45 m. The device is designed in the form of an L-shaped metal structure, on which a set of necessary equipment is installed to ensure the operation of the electric drive mechanism for lifting/lowering cargo using a mechanical gripping device. The use of an electric drive of the console rotary crane with a mechanical gripping device in the form of a single-horn hook makes it possible to reduce fatigue of working personnel and increase the level of safety when performing loading and unloading operations using cargo with a nominal weight of 0,3 t.

**Key words:** cargo handling; console rotary crane; electric drive.

**Анотація.** *Мета.* Розробка та проектування електропривода консольно-поворотного крана, що здатен обробляти вантажі у вигляді деталей різних типорозмірів масою номіналом 0,3 т. *Методика.* В рамках дослідження використано метод комплексного моделювання для побудови 3D моделей конструкції електроприводного механізму підйому/спуску вантажу консольно-поворотного крана та всього виконавчого обладнання, яке запропоновано застосувати у його складі; метод емпіричного опису технологічних процесів для обґрунтування та пояснення особливостей організації передачі обертових моментів; метод аналітичних розрахунків для засвідчення функціональних можливостей виробу. *Результати.* На базі використання необхідного обладнання у складі: системи керування, електродвигуна, редукторного та гальмівного механізмів, барабана, захватного пристрою та запропонованої 3D моделі конструкції, розроблено електропривод консольно-поворотного крана з метою експлуатації виробу під час захвату і переміщення вантажів у вигляді деталей різних типорозмірів масою номіналом 0,3 т. Функціонування електроприводного механізму підйому/спуску вантажу консольно-поворотного крана забезпечується застосуванням асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором,

який в порівнянні з асинхронним двигуном з фазним ротором має простішу конструкцію, меншу вартість, більшу надійність і потребує менше обслуговування. *Наукова новизна.* Отримав подальший розвиток принцип автоматизованого керування пов'язаний з використанням перетворювача частоти для керування виконавчим електродвигуном механізму підйому/спуску вантажу консольно-поворотного крана, що дозволяє досягти покращень у ефективності переміщення вантажів у вигляді деталей різних типорозмірів масою номіналом 0,3 т. Теоретично обґрунтовано та розроблено електропривод консольно-поворотного крана, який забезпечує обробку вантажів масою номіналом 0,3 т з підтриманням підйому/спуску вантажу на відстань 3 м зі швидкістю 0,25 м/с. Керування електроприводом консольно-поворотного крана за скалярним законом реалізовано на базі перетворювача частоти. *Практична значимість.* Розроблений електропривод консольно-поворотного крана призначений для автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт та здатен виконувати функції обробки вантажів у вигляді деталей різних типорозмірів масою номіналом 0,3 т в межах довжини консолі 2,45 м. Пристрій спроектований у вигляді Г-подібної металевої конструкції, на якій встановлюється комплект необхідного обладнання для забезпечення роботи електроприводного механізму підйому/спуску вантажу з застосуванням механічного захватного пристрою. Застосування електропривода консольно-поворотного крана з механічним захватним пристроєм у вигляді однорогового гаку надає можливість зменшити втомлюваність робочого персоналу та підвищити рівень безпеки при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт при використанні вантажів номіналом 0,3 т.

**Ключові слова:** обробка вантажів; консольно-поворотний кран; електропривод.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

На сучасному етапі розвитку промислового виробництва особливу актуальність набуває вдосконалення конструкцій та систем керування консольно-поворотними кранами, зокрема в частині їх електроприводного оснащення. Консольно-поворотні крани є важливою ланкою в логістичних та виробничих процесах, адже забезпечують швидке та безпечне переміщення вантажів у межах обмежених робочих зон. Такі крани набули широкого застосування в різних секторах економіки, зокрема в будівельній галузі, металургійному виробництві, хімічній та машинобудівній промисловості, на складах, логістичних терміналах, а також у морських і річкових портах.

У зв'язку з цим, розробка новітніх, високоефективних та енергозберігаючих електроприводів для даного типу підйомально-транспортного обладнання є надзвичайно актуальним завданням. Ефективні електроприводи дають змогу не лише оптимізувати процеси вантажопереміщення, підвищити загальну продуктивність підприємств, але й суттєво знизити витрати на експлуатацію, технічне обслуговування та ремонт обладнання впродовж усього терміну його експлуатації.

Крім того, сучасні вимоги до промислової автоматизації, цифровізації виробничих процесів і підвищення рівня безпеки праці диктують необхідність впровадження у склад електроприводних систем інтелектуальних технологій. Йдеться про застосування автоматизованих систем керування, сенсорів положення, обмежувачів навантаження, засобів дистанційного моніторингу та діагностики технічного стану. Все це дозволяє здійснювати точне позиціонування вантажів, забезпечувати надійне керування режимами роботи електродвигунів і гарантувати безпечні умови праці для операторів, які керують краном безпосередньо або дистанційно.

З конструктивної точки зору консольно-поворотні крани мають можливість обертання навколо вертикальної осі, що дозволяє здійснювати охоплення значної робочої зони. Поворотна функція реалізується за допомогою різних приводних механізмів: електричних, канатних, ланцюгових або навіть ручних. Водночас найбільш ефективним і зручним способом обертання визнано саме електроприводне виконання, оскільки воно забезпечує стабільність, плавність ходу та можливість автоматизованого керування.

Сучасні модифікації таких кранів часто комплектуються низкою додаткових опцій, спрямованих на розширення функціональних можливостей, покращення ергономіки, а також збільшення ресурсу роботи обладнання. До таких опцій належать частотні перетворювачі для плавного регулювання швидкості обертання, системи плавного пуску та гальмування, аварійні системи зупинки, обмежувачі зони повороту, а також системи компенсації коливань вантажу. Тому, набуває актуальності задача розробки та проектування електропривода консольно-поворотного крана, що здатен обробляти вантажі у вигляді металевих деталей різних типорозмірів масою номіналом 0,3 т.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Перші зразки консольно-поворотних кранів мали спрощену конструкцію з механічним приводом, який забезпечував поворот консолі за допомогою зубчастих передач або ланцюгових механізмів [1, 2]. Такі крани зазвичай використовувалися в умовах обмеженого простору, де була потреба у локальному переміщенні вантажів, наприклад, у цехах, майстернях чи на причалах [3, 4]. Незважаючи на відносну простоту конструкції, вони потребували значних зусиль оператора для приведення в дію поворотного механізму, що обмежувало їхню ефективність та точність позиціонування [5, 6].

Зі зростанням вимог до вантажопідйомного обладнання стало зрозуміло, що ручні системи керування не відповідають сучасним критеріям зручності, продуктивності та безпеки [7, 8]. Використання електроприводів у поворотних механізмах дало змогу автоматизувати обертання стріли, а також інтегрувати системи плавного пуску, гальмування й обмеження зони повороту [9, 10]. При цьому конструкція стала більш адаптованою до різних технологічних задач – від вантажно-розвантажувальних операцій до обслуговування складських зон і виробничих ліній [11, 12].

Згодом з'явилися крани з розподіленими приводами, кожен з яких відповідає за окрему функцію (підйом, обертання, переміщення), що дозволило гнучко налаштовувати режими роботи в залежності від типу вантажу та виробничих умов [13, 14]. Особливу роль у цьому відіграли системи частотного керування, які надали змогу точно регулювати швидкість обертання та позиціонування стріли [15, 16].

Сучасні консольно-поворотні крани часто обладнуються мікропроцесорними системами керування, які забезпечують діагностику стану привода, контроль за навантаженням і передбачають аварійне блокування у випадку перевищення критичних параметрів [17, 18]. Завдяки цьому досягається не лише підвищення надійності та довговічності обладнання, а й значне зниження витрат на технічне обслуговування та модернізацію упродовж усього життєвого циклу крана [19, 20].

### ВІДОКРЕМЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

Електроприводні механізми в конструкції консольно-поворотних кранів, визначають їхню функціональність, ефективність і надійність в умовах промислової експлуатації. Основними вузлами, що приводяться в дію електроприводами, є механізм підйому вантажу, механізм повороту консолі навколо вертикальної осі та, за потреби, механізм горизонтального переміщення візка вздовж консолю. Застосування електродвигунів дозволяє реалізовувати плавне регулювання швидкості, високоточне позиціонування вантажу та автоматизацію робочих циклів. Типовими є приводи з асинхронними короткозамкненими двигунами, що мають достатній крутний момент і надійність для роботи в важких умовах. Широкого поширення набули приводи з частотним керуванням, які забезпечують змінну швидкість обертання електродвигуна, а також можливість реалізації енергоощадних режимів роботи. Додаткові переваги забезпечуються за рахунок вбудованих функцій плавного пуску/гальмування, що істотно знижує динамічні навантаження на конструкцію крана та вантаж. Однак, незважаючи на значний технічний прогрес, електроприводні механізми консольно-поворотних кранів залишаються об'єктом для подальшого удосконалення.

В роботі запропоновано реалізувати можливість обробляти вантажі у вигляді деталей масою номіналом 0,3 т за допомогою консольно-поворотного крана, який облаштований механічним захватним пристроєм. Відмінною особливістю в представленій статті є реалізація електроприводного механізму підйому/спуску вантажу консольно-поворотного крана до складу якого входять: система керування, електродвигун, редукторний та гальмівний механізми, барабан, захватний пристрій. Електроприводний механізм руху розміщується на поворотній частині консолі крана. Прийняті технічні рішення повною мірою здатні забезпечити працездатність виробу.

**Метою дослідження** є розробка та проектування електропривода консольно-поворотного крана, що здатен виконувати підйом/спуску вантажів номіналом 0,3 т для виконання маніпуляційних операцій по їх переміщенню.

### ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

В якості **об'єкта дослідження** обрано технологічні процеси, які здатен реалізовувати електропривод консольно-поворотного крана до складу якого входять: система керування, електродвигун, редукторний та гальмівний механізми, барабан, захватний пристрій.

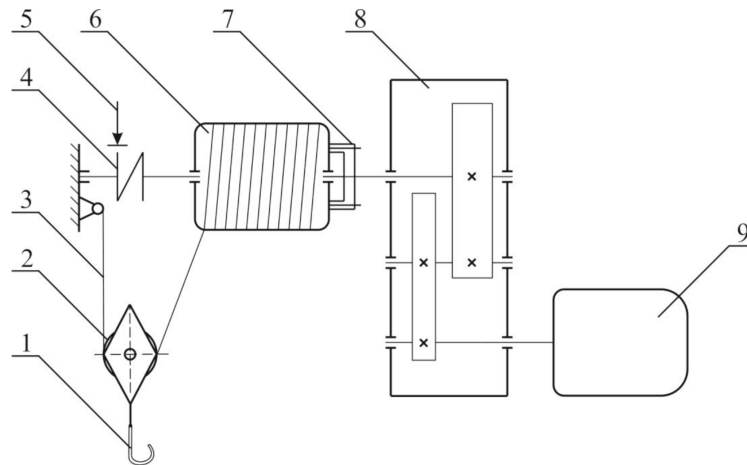
**Предметом дослідження** є моделі та методи аналізу для запровадження необхідної точності та надійності роботи електроприводного механізму підйому/спуску вантажу номіналом 0,3 т, розробка та реалізація кінематичної схеми привода для безпечної експлуатації виробу, забезпечення комунікації та сумісності застосованого обладнання, створення 3D моделей складових елементів обладнання та загальної конструкції електропривода консольно-поворотного крана.

### ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Механізм підйому та спуску вантажу електропривода консольно-поворотного крана вантажопідйомністю 0,3 т приводиться в рух від виконавчого електродвигуна, поєднаного з циліндричним двоступеневим редуктором. Гальмівний механізм розташований на осі обертання електродвигуна з протилежної сторони барабана. Барабан поєднаний обертовою віссю з електродвигуном та редуктором утворюють конструкцію тягової лебідки, яка за допомогою елементів кріплення розташовується на верхній частині консолі крана. Барабан з редуктором з'єднується з допомогою зубчастої муфти, одна частина якої (внутрішня) виконана разом з тихохідним валом редуктора, інша частина входить до складу барабана.

Кінематична схема запропонованого механізму підйому/спуску електропривода консольно-поворотного крана вантажопідйомністю 0,3 т представлена на рис. 1.

Енергетичне та керуюче обладнання механізмом розміщується в окремому блоці. Підведення комутації до електродвигуна реалізовується через кабель.



**Рис. 1.** Кінематична схема механізму підйому/спуску вантажу електропривода консольно-поворотного крана: 1) гак; 2) блок; 3) вантажний канат; 4) муфта з гальмівним шківом; 5) гальма; 6) барабан; 7) зубчата муфта; 8) редуктор; 9) електродвигун

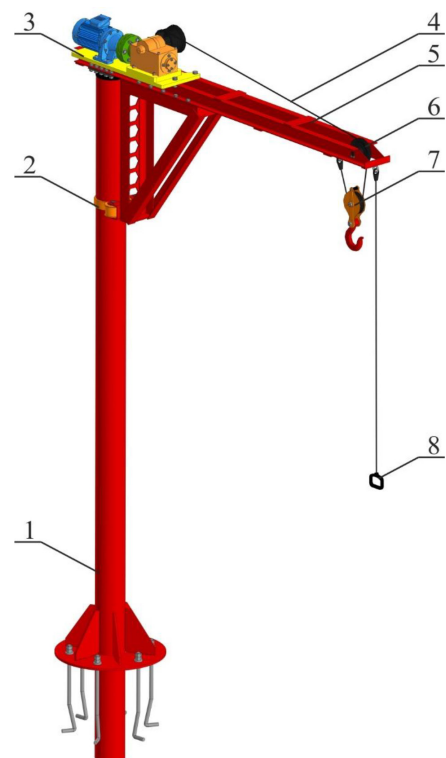
Для підйому/спуску вантажу використовується вантажний канат міцно закріплений з одного кінця на розчалі, а з другого на барабані через гаковий підвіс. Тип гаку запропоновано застосовувати однороговий, призначений для роботи з вантажем номіналом 0,3 т.

Розроблена 3D модель консольно-поворотного крана представляє собою Г-подібну металеву конструкцію утворену вертикальною колоною (1, рис. 2) та горизонтальною консоллю (5, рис. 2) з'єднаними між собою опорно-підшипниковим вузлом колони та поворотною опорою.

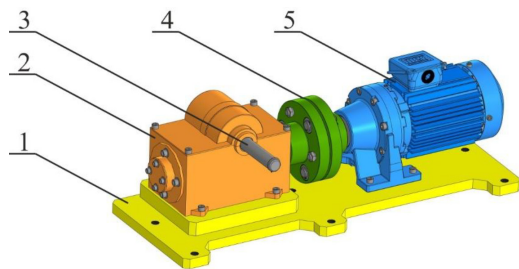
Електропривод консольно-поворотного крана вантажопідйомністю 0,3 т реалізує роботу механізму підйому/спуску вантажу (3, рис. 2). У якості виконавчих елементів задіяно один асинхронний двигун (АД) з короткозамкненим ротором та один конічно-циліндричний редуктор, які приводять до руху вантажний канат (4, рис. 2), що проходить через канатний блок (6, рис. 2). Для захвату та утримання вантажу застосовується гакова підвіска (7, рис. 2). Максимальна відстань підйому/спуску вантажу становить 3 м. Механізм повороту консолі (2, рис. 2) реалізовано у ручному режимі, для цього передбачено зміну його положення за допомогою ручки (8, рис. 2).

Намотування та змотування вантажного каната виконується через нарізний барабан встановлений на вихідному валу редуктора (2, рис. 3) підйому/спуску вантажу (3, рис. 3). Застосування нарізного барабану запобігає перекручуванню вантажного каната на барабані в процесі роботи. Обертання барабану виконує електродвигун механізму підйому/спуску вантажу (5, рис. 3). Редуктор з'єднується з виконавчим електродвигуном за допомогою муфти (4, рис. 3). Станина (1, рис. 3) виконується плоскою з застосуванням підйому для редукторного механізму, що необхідно для вирівнювання співвісності між валами редуктора та електродвигуна.

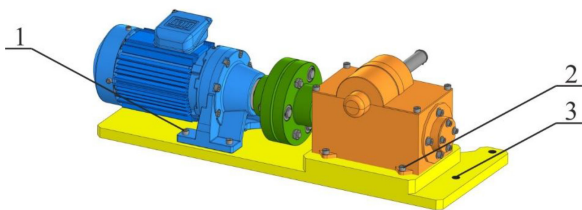
Елементи електроприводного механізму підйому/спуску вантажу закріплюються на станині (1, рис. 3) за допомогою болтових з'єднань передбачених у нижніх частинах застосованого обладнання (1 та 2, рис. 4). Аналогічним чином, за допомогою болтових з'єднань фіксується і сама станина відносно консолі крана (3, рис. 4).



**Рис. 2.** Зовнішній вигляд 3D-моделі конструкції електропривода консольно-поворотного крана (вид попереду, праворуч): 1) колона; 2) механізм повороту консолі; 3) механізм підйому/спуску вантажу; 4) вантажний канат; 5) консоль; 6) канатний блок; 7) гакова підвіска; 8) ручка



**Рис. 3.** Зовнішній вигляд 3D-моделі конструкції електропривода механізму підйому/спуску вантажу (вид збоку, ліворуч): 1) станина; 2) редуктор; 3) вал канатного барабану; 4) муфта; 5) електродвигун



**Рис. 4.** Зовнішній вигляд 3D-моделі конструкції електропривода механізму підйому/спуску вантажу (вид збоку, праворуч): 1) кріплення електродвигуна; 2) кріплення редуктора; 3) місця кріплення станини

Розчали кінцевих частин вантажного канату (3, рис. 5) та канату ручки повороту (1, рис. 5) знаходяться наприкінці консолі, у нижній її частині. Поруч розміщується і канатний блок зафіксований за допомогою болтового з'єднання (2, рис. 5). Опорна частина консолі сполучена з самою консоллю з одного боку болтовими з'єднаннями (5, рис. 5) – не рухома частина, а з іншого двома роликами кочення – рухома частина. Закріплення опорно-поворотного підшипника реалізовано розбірним з метою систематичного його огляду та обслуговування. У цьому ж місці (6, рис. 5) консоль сполучається з колоною. Зверху на консолі розташовується станина (4, рис. 5) з електрообладнанням механізму підйому/спуску вантажу. Фіксація станини також реалізується з застосуванням болтових з'єднань.

Установку конструкції консольно-козлового крана треба виконувати лише до твердої поверхні (бетонних плит, підлоги, фундаменту і т.п.) з застосуванням анкерного кріплення (7, рис. 5). Конструкція повороту крана забезпечує можливості повороту консолі ліворуч та праворуч на 360° відносно вертикальної колони. Що у свою чергу, засвідчує ефективне застосування робочої зони крана у виробничому цеху.

Для зменшення навантаження вертикальної колони у нижній частині передбачені підтримуючі ребра міцності (2, рис. 6). Для забезпечення стабільності конструкції і передачі ваги вантажу на підлогу використовується опорна плита (1, рис. 6), що забезпечує ефективний підйом і переміщення вантажу опорно-поворотною частиною консолі (3, рис. 6).

В конструкції консолі крана використовуються швелери (1, рис. 7) поєднані між собою пластинами



**Рис. 5.** Зовнішній вигляд 3D-моделі конструкції електропривода консольно-поворотного крана (вид збоку, ліворуч): 1) розчал для ручки; 2) кріплення канатного блока; 3) розчал гакової підвіски; 4) кріплення механізму підйому/спуску вантажу; 5) кріплення опорної частини консолі; 6) кріплення опорного підшипника; 7) анкерне кріплення

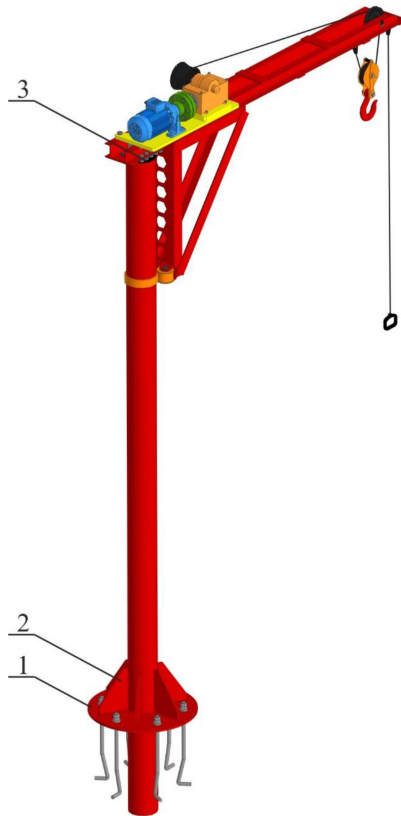
(2, рис. 7). Для зменшення дії навантаження на консоль передбачено її опорну частину (4, рис. 7). Ролик (5, рис. 7), закріплений на опорній частині консолі, використовується для зменшення тертя об вертикальну колону при повороті консолі з вантажем. Фланець (3, рис. 7) захищає підшипникову опору від забруднення та потрапляння сторонніх речовин.

Керування електроприводом консольно-поворотного крана можна здійснювати як місцево, з застосуванням провідної кнопкової станції так і дистанційно по радіоканалу. Модуль дистанційного керування гарантує безпечне керування електроприводом крана під час виконання перевантажувальних робіт. Підключення кнопкового поста керування до АД здійснюється через електричний кабель шляхом електричних з'єднань у комутаційному блоці.

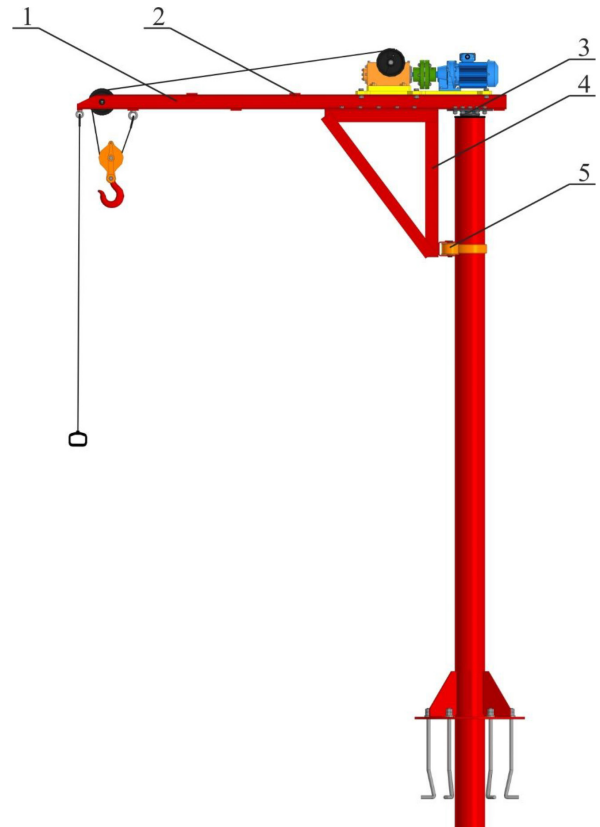
Основні технічні характеристики розробки представлені у табл. 1.

### ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Для забезпечення роботи механізму підйому/спуску вантажу консольно-поворотного крана вантажопідйомністю 0,3 т використовується електропривод,



**Рис. 6.** Зовнішній вигляд 3D-моделі конструкції електропривода консольно-поворотного крана (вид позаду, праворуч): 1) опорна плита; 2) ребра міцності колони; 3) опорно-поворотна частина консолі



**Рис. 7.** Зовнішній вигляд 3D-моделі конструкції електропривода консольно-поворотного крана (вид збоку, ліворуч): 1) швелер; 2) пластина; 3) фланець; 4) опорна частина консолі; 5) ролик

**Таблиця 1.** Основні технічні характеристики розробки

| № з/п | Найменування параметра                | Значення                                                    |
|-------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1     | Напруга змінного живлення, В          | 380                                                         |
| 2     | Частота мережі, Гц                    | 50                                                          |
| 3     | Вантажопідйомність, т                 | 0,3                                                         |
| 4     | Висота підйому/спуску вантажу, м      | 3                                                           |
| 5     | Швидкість підйому/спуску вантажу, м/с | 0,25                                                        |
| 6     | Електродвигун                         | АД з короткозамкненим ротором, 4А90LB8V3                    |
| 7     | Редуктор                              | конічно-циліндричний, Hydro Mec X63a                        |
| 8     | Пристрій керування                    | модуль AK-FS02A, пульт CXAC-1A                              |
| 9     | Система керування                     | частотно-регульована, з перетворювачем частоти GD20-1R5G-S2 |
| 10    | Гальма                                | двоколodкові, ТКТ-100                                       |
| 11    | Тривалість включення, %               | 25                                                          |
| 12    | Захватний пристрій                    | механічний, однороговий гак, підвіска CD1                   |
| 13    | Тип вантажного каната                 | 3,6-Г-Н-1860                                                |
| 14    | Габаритні розміри крана, м            | 2,45 × 0,28 × 4,32                                          |
| 15    | Маса у спорядженому стані, т          | 0,382                                                       |

який об'єднує в собі надійні компоненти та сучасну систему керування, орієнтовану на ефективне виконання вантажопідіймальних операцій у межах заданої робочої зони. Механізм підйому/спуску сформовано на базі класичного конструктивного рішення з використанням АД з короткозамкненим ротором,

редукторного та гальмівного механізмів, вантажного барабана, механічного захватного пристрою у вигляді однорогового гака та частотно-регульованої системи керування.

Головним виконавчим елементом привода є АД, який забезпечує необхідний обертовий момент при

оптимальних габаритах, простоті конструкції та високій надійності в експлуатації. Електродвигун працює у складі частотно-регульованої системи керування, яка базується на перетворювачі частоти змінного струму, що дозволяє точно регулювати швидкість обертання приводу в залежності від режиму роботи. Застосування частотного регулювання не лише сприяє підвищенню плавності ходу, але й дозволяє знизити динамічні навантаження на конструкцію крана та електромеханічні вузли.

Передача обертового моменту від двигуна до вантажного барабана здійснюється за допомогою редукторного механізму, який зменшує частоту обертання та збільшує тягове зусилля, необхідне для підйому вантажу номінальною масою 0,3 т. Для реалізації безпечної зупинки та утримання вантажу в підвішеному стані у випадку аварійного знеструмлення або завершення операції підйому, у приводній системі передбачено двоколовий гальмівний механізм. Цей тип гальма характеризується підвищеним ступенем надійності та забезпечує ефективне гальмування навіть при повному навантаженні.

Вантажний барабан, встановлений на вихідному валу редуктора, виконує функцію намотування

каната, з'єднаного з однороговим гаком, який виконує функцію механічного захватного пристрою. Всі елементи електропривода узгоджено функціонують у складі єдиної системи, що забезпечує стабільну роботу, відповідність технічним нормам безпеки та можливість підлаштування до конкретних виробничих умов.

## ВИСНОВКИ

1. Розроблений електропривод консольно-поворотного крана призначений для автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт та здатен виконувати функції обробки вантажів у вигляді деталей різних типорозмірів масою номіналом 0,3 т в межах довжини консолі 2,45 м. Пристрій спроектований у вигляді Г-подібної металевої конструкції, на якій встановлюється комплект необхідного обладнання для забезпечення роботи електроприводного механізму підйому/спуску вантажу з застосуванням механічного захватного пристрою.

2. Застосування електропривода консольно-поворотного крана з механічним захватним пристроєм у вигляді однорогового гаку надає можливість зменшити втомлюваність робочого персоналу та підвищити рівень безпеки при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт при використанні вантажів номіналом 0,3 т.

## REFERENCES

- [1] Ramli, L., Mohamed, Z., Abdullahi, A. M., Jaafar, H. I., & Lazim, I. M. (2017) Control strategies for crane systems: a comprehensive review, *Mechanical systems and signal processing*, 95, 1–23.
- [2] Chalermpong, K., Hirata, Sh., & Yamaura, H. (2022) Vibration reduction of the rotary crane with flexible boom. *Mechanical engineering*, 9(5). DOI: 10.1299/mej.22-00231
- [3] Jian, Y., Shengfang, Zh., Yuchen, L., Zhihua, Sh., Fujian, M., Dapeng, Y., Dongfang, Y. (2019) Structural topology optimization of cantilever crane boom based on equivalent moving load method. *IOP Conference series materials science and engineering*, 692(1), 012020. DOI: 10.1088/1757-899X/692/1/012020
- [4] Ashitosh, P., Karan, S., Tejas, G., Akshay, B., & Gourav, N. (2023) Mobile crane for workshop. DOI: 10.22214/ijraset.2023.54346
- [5] He, M., Zhang, Y., Shen, Y., & Mi, Ch. (2024) Research on architecture of intelligent simulation system for automatic quay crane training based on embedded digital twin technology. *The 8th International conference on advances in construction machinery and vehicle engineering*, 1081–1089. DOI: 10.1007/978-981-97-1876-4\_86
- [6] Kang, S., Lee, S., & Choo, Y. (2015) Development of a remote operation system for a quay crane simulator. *Journal of institute of control, robotics and systems*, 21(4), 385–390.
- [7] Xiong, G., Helo, P., Ekström, S., & Shen, Zh. (2024) A service-oriented autonomous crane system. *IEEE Transactions on computational social systems*, 99, 1–16. DOI: 10.1109/TCSS.2024.3404395
- [8] Shufang, W., & Tiexiong, S. (2014) Optimization design of cantilever beam for cantilever crane based on improved GA. *Indonesian journal of electrical engineering*, 12(4). DOI: 10.11591/telkomnika.v12i4.4807
- [9] Molnár, D., Blatnický, M., & Dižo, J. (2022) Comparison of analytical and numerical approach in bridge crane solution. *Manufacturing technology*, 22(3). DOI: 10.21062/mft.2022.018
- [10] Yao, H. Zh., Cunbao, Zh., & Shi, T. Ch. (2010) New type of cantilever crane for high-speed railway track plate constructions. *Advanced materials research*, 97–101. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.97-101.4474
- [11] Shaole, C., Qihuai, Ch., Tianliang, L., Mingkai, X., & Haoling, R. (2022) Automatic shift control of an electric motor direct drive for an electric loader. *Machines*, 10(5), 403. DOI: 10.3390/machines10050403
- [12] Haizhou, L., Xianghua, M., & Yinzhong, Y. (2024) Energy coupling control of bridge crane based on adaptive fuzzy strategy. *Journal of physics conference series*, 2479(1), 012055. DOI: 10.1088/1742-6596/2479/1/012055
- [13] Voitasyk, A. M. (2024) Rozrobka servopryvodu perevantazhuvalnoho prystroiu [Development of a servo drive for a reloading device]. *Zbirnyk naukovykh prats NUK im. adm. Makarova*, №4-497, 89–96.
- [14] Niu, C., & Ouyang, H. (2020) Nonlinear dynamic analysis of lifting mechanism of an electric overhead crane during emergency braking. *Applied sciences*, 10(23), 8334. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10238334>
- [15] Crowder, R. (2020) Electromechanical systems: electric drives and electromechanical systems. 2nd edition. Elsevier: p. 1–35. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102884-1.00001-7>

- [16] Veltman, A., Pulle, D. W. J., De Doncker, R. W. (2016) Fundamentals of electrical drives. Cham: Springer International Publishing, p. 341. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29409-4>
- [17] Hughes, A., Drury, B., D.C. (2019) motors: in electric motors and drives, 5th edition. Elsevier: p. 89–129. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102615-1.00003-9>
- [18] Veltman, A. (2012) Fundamentals of electrical drives: power systems paperback. Netherlands: Springer International Publishing, p. 345.
- [19] Niu, C. M., Zhang, H. W., & Ouyang, H. (2012) A comprehensive dynamic model of electric overhead cranes and the lifting operations. *Proceedings of the institution of mechanical engineers, Part C. Journal of mechanical engineering science*, 226, 1484–1503. DOI: 10.1177/0954406211423586
- [20] Tomasz, H. (2017) Modeling the dynamics of cargo lifting process by overhead crane for dynamic overload factor estimation. *Journal of vibroengineering*, 19, pp. 75–86. DOI: 10.21595/jve.2016.17310

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Ramli, L., Mohamed, Z., Abdullahi, A. M., Jaafar, H. I., Lazim, I. M. (2017) Control strategies for crane systems: a comprehensive review, *Mechanical systems and signal processing*, 95, 1–23.
- [2] Chalermpong, K., Hirata, Sh., Yamaura, H. (2022) Vibration reduction of the rotary crane with flexible boom. *Mechanical engineering*, 9(5). DOI: 10.1299/mej.22-00231
- [3] Jian, Y., Shengfang, Zh., Yuchen, L., Zhihua, Sh., Fujian, M., Dapeng, Y., Dongfang, Y. (2019) Structural topology optimization of cantilever crane boom based on equivalent moving load method. *IOP Conference series materials science and engineering*, 692(1), 012020. DOI: 10.1088/1757-899X/692/1/012020
- [4] Ashitosh, P., Karan, S., Tejas, G., Akshay, B., Gourav, N. (2023) Mobile crane for workshop. DOI: 10.22214/ijraset.2023.54346
- [5] He, M., Zhang, Y., Shen, Y., Mi, Ch. (2024) Research on architecture of intelligent simulation system for automatic quay crane training based on embedded digital twin technology. *The 8th International conference on advances in construction machinery and vehicle engineering*, 1081–1089. DOI: 10.1007/978-981-97-1876-4\_86
- [6] Kang, S., Lee, S., Choo, Y. (2015) Development of a remote operation system for a quay crane simulator. *Journal of institute of control, robotics and systems*, 21(4), 385–390.
- [7] Xiong, G., Helo, P., Ekström, S., Shen, Zh. (2024) A service-oriented autonomous crane system. *IEEE Transactions on computational social systems*, 99, 1–16. DOI: 10.1109/TCSS.2024.3404395
- [8] Shufang, W., Tiexiong, S. (2014) Optimization design of cantilever beam for cantilever crane based on improved GA. *Indonesian journal of electrical engineering*, 12(4). DOI: 10.11591/telkomnika.v12i4.4807
- [9] Molnár, D., Blatnický, M., Dižo, J. (2022) Comparison of analytical and numerical approach in bridge crane solution. *Manufacturing technology*, 22(3). DOI: 10.21062/mft.2022.018
- [10] Yao, H.Zh., Cunbao, Zh., Shi, T.Ch. (2010) New type of cantilever crane for high-speed railway track plate constructions. *Advanced materials research*, 97–101. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.97-101.4474
- [11] Shaole, C., Qihuai, Ch., Tianliang, L., Mingkai, X., Haoling, R. (2022) Automatic shift control of an electric motor direct drive for an electric loader. *Machines*, 10(5), 403. DOI: 10.3390/machines10050403
- [12] Haizhou, L., Xianghua, M., Yinzong, Y. (2024) Energy coupling control of bridge crane based on adaptive fuzzy strategy. *Journal of physics conference series*, 2479(1), 012055. DOI: 10.1088/1742-6596/2479/1/012055
- [13] Войтасик, А. М. (2024) Розробка сервопривода переваантажувального пристрою. *Збірник наукових праць НУК ім. адм. Макарова*, №4-497, 89–96.
- [14] Niu, C. Ouyang, H. (2020) Nonlinear dynamic analysis of lifting mechanism of an electric overhead crane during emergency braking. *Applied sciences*, 10(23), 8334. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10238334>
- [15] Crowder, R. (2020) Electromechanical systems: electric drives and electromechanical systems. 2nd edition. – Elsevier: p. 1–35. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102884-1.00001-7>
- [16] Veltman, A., Pulle, D. W. J., De Doncker, R. W. (2016) Fundamentals of electrical drives. – Cham: Springer International Publishing, p. 341. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29409-4>
- [17] Hughes, A., Drury, B., D. C. (2019) motors: in electric motors and drives, 5th edition. Elsevier. p. 89–129. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102615-1.00003-9>
- [18] Veltman, A. (2012) Fundamentals of electrical drives: power systems paperback. Netherlands: Springer International Publishing, p. 345.
- [19] Niu, C. M., Zhang, H. W., Ouyang, H. (2012) A comprehensive dynamic model of electric overhead cranes and the lifting operations. *Proceedings of the institution of mechanical engineers, Part C. Journal of mechanical engineering science*, 226, 1484–1503. DOI: 10.1177/0954406211423586
- [20] Tomasz, H. (2017) Modeling the dynamics of cargo lifting process by overhead crane for dynamic overload factor estimation. *Journal of vibroengineering*, 19, pp. 75–86. DOI: 10.21595/jve.2016.17310

© Войтасик А. М.

Дата надходження статті до редакції: 06.08.2025

Дата затвердження статті до друку: 15.08.2025

Опубліковано: 24.11.2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0