

## ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ КОЗЛОВОГО КРАНА

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Розглянуто існуючі системи керування регульованого електропривода механізму підйому козлового крана та шляхи їх модернізації. Проаналізовано переваги та недоліки традиційних систем (релейно-контакторних, з фазним ротором, тиристорних). Запропоновано сучасне рішення — систему електропривода типу ПЧ-АД.

**Ключові слова:** електропривод, козловий кран, перетворювач частоти, автоматизація, ПЧ-АД.

**Abstract** The existing control systems of the regulated electric drive of the gantry crane lifting mechanism and ways to modernize them are considered. The advantages and disadvantages of traditional systems (relay-contactor, wound-rotor, thyristor) are analyzed. A modern solution is proposed — the FC-AM electric drive

**Keywords:** electric drive, gantry crane, frequency converter, automation, FC-IM.

Автоматизована система управління технологічними процесами (АСУТП) електропривода механізму підйому козлового крана є основним елементом, який дозволяє ефективно і безпечно керувати підйомом та опусканням вантажу. Система забезпечує регулювання швидкості в широкому діапазоні, плавність пуску та гальмування, обмеження динамічних навантажень та захист від аварійних режимів.

Основними вимогами до електропривода механізму підйому є:

1. Забезпечення широкого діапазону регулювання швидкості (до 40...50:1) для точних установочних робіт.

2. Плавність регулювання та висока жорсткість механічних характеристик.

3. Обмеження динамічних моментів і прискорень.

4. Можливість реверсування та електричного гальмування.

5. Надійність роботи в повторно-короткочасному режимі (S3) з великим числом включень.

Розглянуто існуючі системи електропривода: релейно-контакторна з двигунами постійного струму (РКС-ДПС), релейно-контакторна з асинхронним двигуном і фазним ротором (РКС-АД з ФР), тиристорний привід (ТП-Д) та частотно-регульований асинхронний привід (ПЧ-АД).

Проведено порівняльний їх порівняльний аналіз (таблиця 1).

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз систем керування

| Характеристика        | РКС-ДПС                       | РКС-АД з ФР                        | ТП-Д                       | ПЧ-АД                            |
|-----------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Регулювання швидкості | Ступінчасте, широкий діапазон | Ступінчасте, вузький діапазон      | Плавне, висока точність    | Плавне, найширший діапазон       |
| Надійність двигуна    | Низька (колекторний вузол)    | Середня (щітково-контактний вузол) | Низька (колекторний вузол) | Найвища (короткозамкнений ротор) |
| Енергоефективність    | Низька                        | Дуже низька (втрати в резисторах)  | Середня                    | Найвища (оптимізація споживання) |

|                         |                           |                                   |                 |                     |
|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------|---------------------|
| Масогабаритні показники | Великі габарити двигуна   | Середні габарити                  | Великі габарити | Мінімальні габарити |
| Вартість обслуговування | Висока (ремонт колектора) | Висока (заміна щіток, резисторів) | Висока          | Мінімальна          |

Опис систем та їх недоліків

1. РКС-ДПС: Хоча двигуни постійного струму мають гарні регульовальні властивості, вони дуже дорогі у виробництві та потребують постійного нагляду за колекторно-щітковим вузлом, який іскрить та зношується.

2. РКС-АД з ФР: Найпоширеніша "стара" система. Головний недолік – величезні втрати енергії на нагрівання пускових резисторів та низька жорсткість характеристик (швидкість сильно залежить від ваги вантажу).

3. ТП-Д (Тиристорний привід): Дозволяє плавно регулювати швидкість двигуна постійного струму, але зберігає всі проблеми колекторних двигунів та вносить завади в електричну мережу.

Система ПЧ-АД забезпечує найширший діапазон регулювання швидкості (1:20000), високу жорсткість характеристик, найкращу економічність (зниження енергоспоживання на 20–50 %) та найменші приведені витрати.

В зв'язку з цим можливі такі шляхи модернізації регульованого електропривода механізму підйому козлового крана:

- Заміна застарілих релейно-контактних систем на сучасні частотно-регульовані.
- Застосування мікроконтролерного керування з програмним забезпеченням для точного виконання тахограми руху.
- Інтеграція перетворювача частоти ПЧ-АД для ефективнішого керування насосом (двигуном) з метою зниження енергоспоживання та динамічних навантажень.
- Додаткове використання IoT-датчиків для моніторингу стану обладнання в реальному часі.

### Висновки

Модернізація регульованого електропривода механізму підйому козлового крана є актуальною, особливо на підприємствах з застарілим обладнанням (наприклад, Одеська залізниця). Запропонована система ПЧ-АД забезпечує вищий рівень ефективності, безпеки, точності керування та економічності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Danfoss AC drives (VFD) for industrial crane and hoist movement. Danfoss Solutions Guide 2025. URL: <https://www.danfoss.com/> (дата звернення: 25.03.2026).
2. A Review of Recent Trends in High-Efficiency Induction Motor Drives // MDPI – Sustainable Energy Use. — 2024. — Vol. 7, Issue 1.

**Бомбик Вадим Сергійович** – к.т.н., ст. викл. кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [bombyk.v.s@vntu.edu.ua](mailto:bombyk.v.s@vntu.edu.ua)

**Волошин Артем Вікторович** – студент групи ЕМСА-226, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [artemvolosyn2@gmail.com](mailto:artemvolosyn2@gmail.com)

**Vadym Bombyk** – Phd, senior lecturer, department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [bombyk.v.s@vntu.edu.ua](mailto:bombyk.v.s@vntu.edu.ua)

**Artem Voloshyn** – student of the faculty of electroenergetics and electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: artemvolosyn2@gmail.com