

**SCI-CONF.COM.UA**

# **INNOVATIONS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION**



**PROCEEDINGS OF II INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE  
OCTOBER 29-31, 2025**

**VANCOUVER  
2025**

# **INNOVATIONS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION**

Proceedings of II International Scientific and Practical Conference

Vancouver, Canada

29-31 October 2025

**Vancouver, Canada**

**2025**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗНИЖЕННЯ НАПРУГИ НА РЕЖИМ  
РОБОТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА**

**Попова Ірина Олексіївна,**

к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, г. Запоріжжя, Україна

**Анотація.** В роботі досліджено залежність ковзання асинхронного двигуна від коефіцієнту завантаження, моменту зрушення робочої машини та номінального ковзання асинхронного двигуна при зниженні напруги від номінального значення на асинхронному двигуні та наведені математичні рівняння залежності ковзання від різних коефіцієнтів механічної характеристики робочої машини при зниженні напруги на електродвигуні.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, навантаження, зниження напруги, ковзання, момент, коефіцієнт завантаження.

**Постановка проблеми.** У агропромисловому комплексі виробництво та переробка сільськогосподарської продукції відрізняється від промислового виробництва щодо електропостачання тим, що мережі мають велику протяжність; до одних і тих же електричних мереж підключено виробниче і побутове навантаження, остання носить явно виражений несиметричний характер; рівень технічного обслуговування електрообладнання в агропромисловому комплексі значно нижчий, ніж у промисловому виробництві; відсутність інвестицій у сільську електроенергетику призводить до зниження надійності електроживлення споживачів та якості електричної енергії [1; 2, с. 362; 3, с. 167].

**Аналіз останніх досліджень.** Експлуатаційна надійність асинхронних двигунів в значній мірі визначається надійністю його фазних обмоток, яка в свою чергу залежить від стану ізоляції. В процесі експлуатації асинхронні

двигуни піддаються цілій низці експлуатаційних впливів, які можна розділити на два класи: режимні та кліматичні. Експлуатаційна надійність, на відміну від кліматичних впливів (вологість та агресивність середовища: загазованість стійлових тваринницьких приміщень аміаком, вуглекислим газом, сірководнем тощо), визначається конструктивною надійністю.

У експлуатаційних умовах сільськогосподарського виробництва на асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором приводу робочих машин технологічних ліній спостерігаються такі впливи [4, с. 179; 5]:

- навантаження на валу;
- зниження напруги;
- несиметрія напруги;
- неповнофазне живлення;
- підвищення напруги;
- поштовхи, удари, вібрації з боку робочих машин.

Зазначені експлуатаційні впливи можуть проявлятися як поодинокі, і сукупно у різному поєднанні. У разі цих впливів режим роботи асинхронного двигуна різко погіршується, що впливає на його швидкість обертання ротора та ковзання

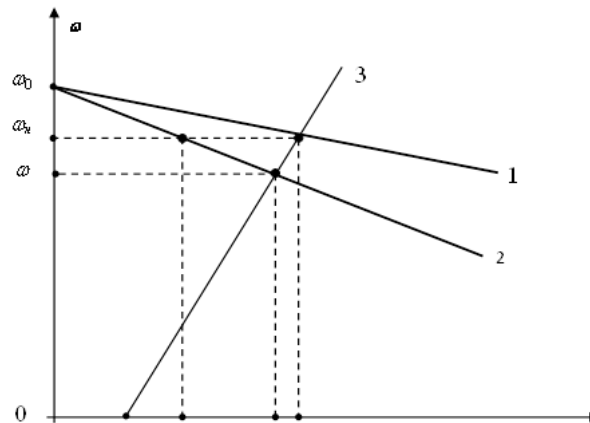
**Мета статті.** Дослідити та визначити, як залежить режим роботи асинхронного двигуна від зниження напруги, прикладеної до його затискачів, коефіцієнту завантаження робочої машини.

**Основні матеріали дослідження.** В залежності від величини фазних напруг на затискачах асинхронного двигуна (АД), його магнітне поле може бути круговим (при симетричній системі фазних напруг) або еліптичним (при несиметричній системі фазних напруг). Розглянемо випадок симетричної системи фазних напруг на затискачах [6, с. 141; 7, с. 269].

Для дослідження впливу зниження напруги на режим роботи електродвигуна використаємо механічну характеристики асинхронного двигуна на робочій

ділянці при номінальній напрузі (характеристика 1) та при зниженій

напрузі (характеристика 2), а також механічній характеристикою робочої машини (характеристика 3) (рисунок 1).



**Рис. 1. Механічні характеристики асинхронного двигуна та робочої машини**

З подібних трикутників маємо

$$\frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0 - \omega_n} = \frac{M}{k_u^2 M_n}, \quad (1)$$

де  $\omega_0$  – кутова швидкість ідеального холостого ходу АД,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\omega_n$  – номінальна швидкість АД та робочої машини при прямій передачі,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\omega$  – кутова швидкість робочої машини,  $\text{с}^{-1}$ ;

$M_0$  – момент зрушення робочої машини, Н·м;

$M_n$  – номінальний момент АД, Н·м;

$M$  – поточний момент АД, Н·м;

$M_c$  – момент опору робочої машини, приведений до валу АД, Н·м;

$k_u$  – коефіцієнт зниження напруги на затискачах АД відносно його номінальної напруги, в.о.

З виразу (1) знаходимо

$$M = \frac{s}{s_n} k_u^2 M_n. \quad (2)$$

В усталеному режимі роботи асинхронного двигуна з робочою машиною

$$M_c = M. \quad (3)$$

Підставимо рівняння (1), (2) у (3)

$$\frac{k_u^2 M_H}{s_H} s = M_0 + (k_3 M_H - M_0) \left( \frac{1-s}{1-s_H} \right)^x. \quad (4)$$

де  $s$  – ковзання електродвигуна, в.о.;

$s_H$  – номінальне ковзання електродвигуна, в.о.;

$k_3$  – коефіцієнт завантаження робочої машини (АД), в.о.

Перепишемо рівняння (4) у відносних одиницях

$$k_u^2 \frac{s}{s_H} = m_0 + (k_3 - m_0) \left( \frac{1-s}{1-s_H} \right)^x. \quad (5)$$

де  $m_0$  – відносний момент зрушення робочої машини, в.о.

$$m_0 = \frac{M_0}{M_H}. \quad (6)$$

Знайдемо залежність ковзання  $s$  від кратності прикладеної напруги  $k_u$  та коефіцієнта завантаження  $k_3$ .

Для приводу робочої машини з незалежною механічною характеристикою ( $x = 0$ ) знаходимо

$$s = \frac{k_3}{k_u^2} s_H. \quad (7)$$

Для приводу робочої машини з лінійно-зростаючою механічною характеристикою маємо

$$s = \frac{k_3 - m_0 s_H}{\frac{1-s_H}{s_H} k_u^2 + k_3 - m_0}. \quad (8)$$

Для приводу робочої машини з параболічною механічною характеристикою маємо

$$s = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \quad (9)$$

де  $a = k_3 - m_0$ ;

$$b = -2(k_3 - m_0) - \frac{(1-s_H)^2}{s_H} k_u^2; \quad (10)$$

$$c = m_0 (1 - s_H)^2 + (k_3 - m_0). \quad (11)$$

**Висновок.** Таким чином, при зниженні напруги на затискачах електроприводу, ковзання асинхронного двигуна залежить від моменту зрушення робочої машини ( $m_0$ ), коефіцієнту її завантаження ( $k_3$ ) та номінального ковзання асинхронного двигуна ( $s_H$ ).

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Попова І.О., Чаусов С.В., Вовк О.Ю. Обґрунтування ресурсозберігаючого режиму трифазного симетричного динамічного навантаження при обриві однієї фази /Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання /ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В.М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 24, т. 2. DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-2-24.
2. Kurashkin S., Popova I., Popryaduhin V.S., Kovalov O.V. Mathematical model of asynchronous motor diagnosis /Science progress in European countries: new concepts and modern solutions. Proceedings of the 6th International conference. ORT Publishing. Stuttgart, Germany. 2019. Pp. 361-366.
3. Попова І.О. Аналіз параметрів обмоток динамічного навантаження при несиметрії напруги. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* /Матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (30 квітня 2024 р., університет Григорія Сковороди у Переяславі): зб. наук. праць. Переяслав, 2024. Вип.104. С. 167-169.
4. Попова І.О., Квітка С.О., Вовк О.Ю. Дослідження несиметричного режиму на роботу динамічного індуктивного навантаження / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред д.т.н. В.М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 23, т.1. с.179-187. DOI: 10.31388/2078-0877-2023-23-1-179-187.
5. Попова І.О., Ковальов О.В. Визначення напруги зміщення нейтралі як діагностичного параметра режиму роботи асинхронного двигуна. /Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне

наукове фахове видання /ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип.11, том 2 (39). doi: 10.31388/2220-8674-2021-2-39.

6. Попова І.О., Олійник Д.Є., Кот А.А. Дослідження теплових процесів в асинхронном двигуні з короткозамкненим ротором *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* / матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (27 грудня 2024 р., університет Григорія Сковороди у Переяславі): зб. наук. праць. Переяслав, 2024. Вип.112. С. 139-143.

7. Попова І.О. Дослідження струмового навантаження асинхронного двигуна // *Scientific achievements of contemporary society: Proceedings of the 6th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. London, United Kingdom. 2025. Pp. 268-273. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-scientificachievements-of-contemporary-society-10-12-01-2025-london-velikobritaniya-arhiv/>.*