

SCI-CONF.COM.UA

**MODERN SCIENCE:
TRENDS, CHALLENGES,
SOLUTIONS**



**PROCEEDINGS OF III INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
OCTOBER 16-18, 2025**

**LIVERPOOL
2025**

MODERN SCIENCE: TRENDS, CHALLENGES, SOLUTIONS

Proceedings of III International Scientific and Practical Conference

Liverpool, United Kingdom

16-18 October 2025

Liverpool, United Kingdom

2025

УДК 631.37:621.313.13

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ СТРУМІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ВІД НАПРУГИ ТА КОВЗАННЯ

**Попова Ірина Олексіївна,
Вовк Олександр Юрійович**

к.т.н., доценти,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного,
м. Запоріжжя, Україна

Анотація.

В статті досліджено залежність фазного струму асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором від конструктивних параметрів: активних та реактивних опорів обмотки статора та ротора, прикладеної напруги до затискачів, швидкості обертання вала і ковзання, двигуна

Ключові слова: асинхронний двигун, фазний струм, напруга, схема заміщення, ковзання.

На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу для приводу робочих машин технологічних ліній використовують електропривода з асинхронними двигунами [1].

Такі електродвигуни є конструктивно надійними і енергетично ефективними, але їх експлуатація в даний час пов'язана з деякими проблемами [2, с. 362].

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 за від кліматичних впливів (вологість та

агресивність середовища: загазованість стійлових тваринницьких приміщень аміаком, вуглекислим газом, сірководнем тощо) визначається конструктивною надійністю [3, с. 45].

Обмотка статора асинхронного двигуна (АД) є найбільш вразливою його частиною. Причин виходу з ладу обмотки статора АД багато, до них відносяться: струмові перевантаження обмотки статора збоку робочої машини (до 50 %), також заклинення ротору і руйнація підшипникового вузла, виникнення неприпустимої несиметрії напруги фаз мережі або з причини обриву фазного проводу виходить з ладу до 45% статорних обмоток АД та інші. Однак, несиметричні режими напруги мережі і обрив фазного проводу АД є однією з головних причин його поламки [4].

Тому дослідження залежності величини фазного струму обмотки статора від напруги його на затискачах, конструктивних параметрів, навантаження на валу та інших є актуальним.

Основною характеристикою експлуатаційної надійності асинхронного двигуна є його працездатність, тобто. стан, що дозволяє електродвигуну виконувати задані функції у зазначених межах. Для дослідження кратності струму в обмотці статора асинхронного двигуна (АД) використаємо спрощену Г-подібну схему заміщення однієї фази АД (рис.1) та розрахункові значення її параметрів [5, с. 168, 6, 180].

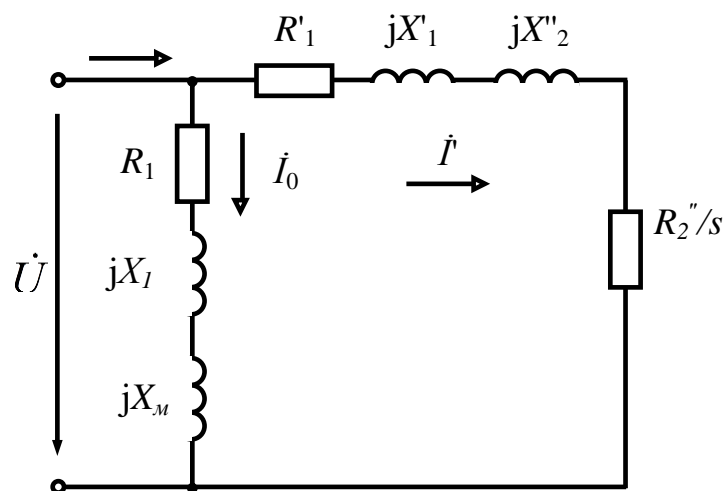


Рис. 1. Спрощена Г-подібна схема заміщення однієї фази АД

На рис. 1 введені наступні умовні позначення:

\dot{U} – комплекс діючого значення фазної напруги, В;

\dot{I} – комплекс діючого значення фазного струму АД, А;

R'_1 – приведений активний опір фази статора, Ом;

R''_2 – приведений активний опір фази ротора, Ом;

X'_1 – приведений реактивний опір фази статора, Ом;

X''_2 – приведений реактивний опір фази ротора, Ом;

R_1 – активний опір розсіювання фази статора, Ом;

X_l – реактивний опір розсіювання фази статора, Ом;

X_m – реактивний опір взаємної індуктивності між обмотками статора і ротора АД, Ом.

s – ковзання АД, в.о.;

\dot{I}_0 – комплекс діючого значення струму намагнічування (струму холостого ходу АД), А;

\dot{I} – комплекс діючого значення приведеного струму, А.

Опори X_l та R_1 можуть бути знайдені через параметри Г-подібної схеми заміщення за формулами

$$X_1 \approx \frac{2X'_1 \cdot X_m}{X_m + \sqrt{X_m^2 + 4X'_1 \cdot X_m}}, \quad (1)$$

$$R_1 = R'_1 \cdot \frac{X_1}{X'_1}. \quad (2)$$

Кратність сили струму в обмотці статора двигуна

$$k = \frac{I}{I_n}, \quad (3)$$

де I – діюче значення сили струму в обмотці статора, А;

I_n – номінальне діюче значення сили струму в обмотці статора, А.

Рівняння комплексу діючого значення сили струму в обмотці статора на базі спрощеної Г-подібної схеми заміщення асинхронного двигуна

$$\dot{I} = \dot{I}_0 + \dot{I}' = I e^{-j\varphi}, \quad (4)$$

де комплекс діючого значення струму намагнічування (струму холостого

ходу) за допомогою параметрів визначимо як

$$\dot{I}_0 = \frac{\dot{U}}{R_1 + j(X_1 + X_m)}, \quad (5)$$

а комплекс діючого значення приведенного струму

$$\dot{I}' = \frac{\dot{U}}{\left(R_1 + \frac{R_2''}{s}\right) + j(X_1' + X_2'')}. \quad (6)$$

Перепишемо рівняння діючого значення приведенного струму наступним чином

$$\dot{I}' = \frac{\dot{U}}{R_1' + jX_1' + jX_2''} = \frac{\dot{U}}{z' + \frac{R_2''}{s}}, \quad (7)$$

де комплекс повного приведенного опору асинхронного двигуна

$$Z' = R_1' + j(X_1' + X_2''). \quad (8)$$

Рівняння (7) є рівнянням кругової діаграми струму \dot{I}' в функції ковзання s . Перепишемо (7) наступним чином

$$\dot{I}' = \frac{\dot{I}'_k}{1 + \frac{R_2''/s}{z'} e^{j\psi}}, \quad (9)$$

де \dot{I}'_k – приведений струм короткого замикання, який визначається як

$$I'_k = \frac{\dot{U}}{z'}; \quad (10)$$

комплекс повного приведенного опору АД в показовій формі

$$Z' = z' e^{j\varphi}; \quad (11)$$

де z' – приведений повний опір фази асинхронного двигуна, Ом;

φ – кут зсуву фаз приведених параметрів, радіан (градус);

ψ – кут нахилу лінії змінних параметрів (л.з.п.) відносно приведенного

струму короткого замикання I'_k , радіан (градус).

Рівняння (9) є рівнянням кругової діаграми приведенного струму \dot{I}' .

З урахуванням рівнянь (4) та (9) будемо кругову діаграму струму у фазі статора \dot{I} в функції ковзання s асинхронного двигуна (рис.2).

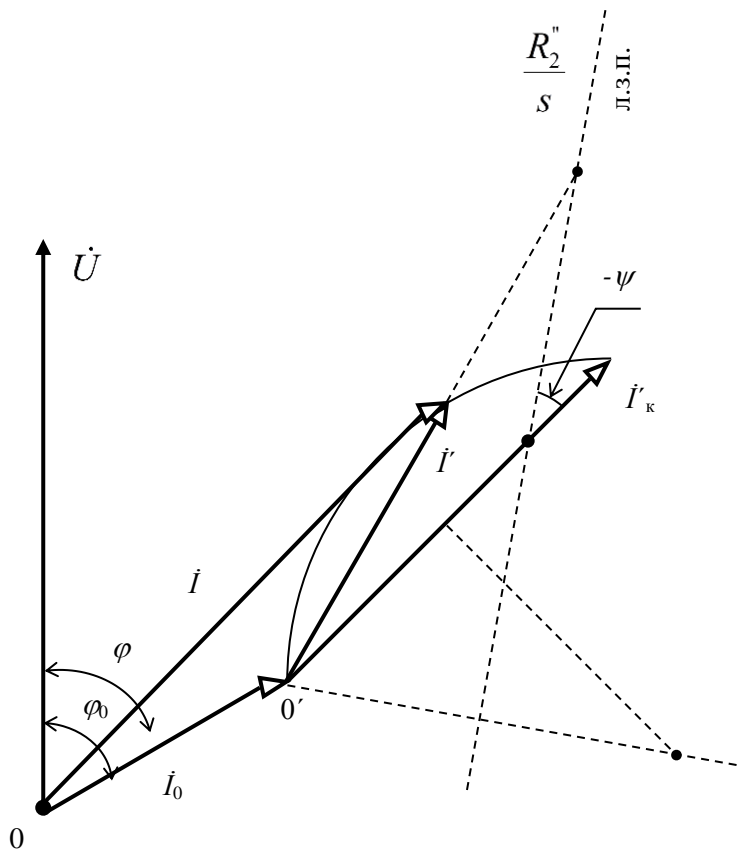


Рис. 2. Кругова діаграма струму фазного \dot{I} в функції ковзання s

Таким чином, сила струму в обмотці статора залежить від конструктивних параметрів асинхронного двигуна (R_1 , X_1 , R_m , X_m , R_2 , X_2), прикладеної напруги (U) та ковзання двигуна (s).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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. Пристрій діагностування та захисту групи асинхронних електродвигунів. *Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем*. /ІІ Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. пам'яті В.В. Овчарова: зб. тез доповідей. Мелітополь, 2020. с. 44-45.

4. Попова І.О., Попядухін В.С. Параметри контролю несиметричних режимів роботи асинхронних двигунів для розробки ефективного захисту. /Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання /ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В.М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, Вип. 9. Т. 1 (41), 2019 (41). doi: 10.31388/2220-8674-2019-1-41.

5. 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.

6. 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.