

С. Т. ТОЛМАЧОВ, д-р техн. наук, проф., О. В. ІЛЬЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.,  
О. Г. ГАПОНОВ, магістр, Д. В. ГРИГОРЕНКО, магістрант  
Криворізький національний університет

## НЕПОВНОФАЗНІ РЕЖИМИ РОБОТИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Асинхронні двигуни (АД) із короткозамкненим ротором є найбільш поширеним типом електродвигунів у промисловості та інших галузях економіки України. Ефективність і надійність їх роботи суттєво залежить від симетрії фазних і лінійних напруг. З різних причин навіть незначне порушення симетрії приводить до виникнення напруг і струмів зворотної послідовності, які викликають додатковий нагрів обмоток статора і ротора АД. Найбільш небезпечним наслідком асиметрії є неповнофазний режим, тривала робота в якому не допускається через надмірне нагрівання обмоток АД і виходом його з ладу.

Поширеність і небезпечність неповнофазних режимів ініціювала низку досліджень щодо аналізу їх протікання і запобігання [1, 2]. При цьому, як правило, розглядаються можливі uszkodження статора і ротора при цілком обірваній одній із фаз напруги живлення. Практично не розглядаються випадки поперечної асиметрії, наприклад, короткого замикання кабельної лінії на землю, що також приводить до суттєвого порушення системи фазних напруг статора АД з потенційним розвитком аварійної ситуації. Прикладом такої ситуації є аварійний випадок приводного АД потужністю 160 кВт насосу VASA7010 системи гідротранспорту пульпи на одній зі збагачувальних фабрик Кривого Рогу. Робоча гіпотеза uszkodження АД: висока вологість атмосфери, асиметрія напруг, зафіксований пробій ізоляції кабеля на землю.

Важливо зазначити, що розрахунок опору ізоляції кабеля при одночасній дії температури і вологості є складною і недостатньо дослідженою проблемою, яка вимагає використання спеціальних експериментальних досліджень і розробки відповідних математичних моделей. Крім того, реальні умови експлуатації кабеля можуть включати, крім вологості і температури, різні фактори, такі як механічні пошкодження, ультрафіолетове випромінювання та інші.

Для своєчасного виявлення та запобігання неповнофазним режимам важливим є дослідження динаміки виникнення та розвитку процесу внаслідок порушення ізоляційних властивостей кабелю живлення АД. Тривалість дії вологості і температури може значно впливати на опір ізоляції кабеля, особливо якщо кабель експлуатується в умовах високої вологості та температур. Якщо вологість залишається на поверхні кабеля протягом довгого періоду, вона може поступово проникати в ізоляційний матеріал кабеля і зменшувати його опір. Так само, збільшення температури ізоляції може прискорити процес зменшення опору, зокрема у випадку, якщо він містить пластикову ізоляцію. Можна прогнозувати лавиноподібний розвиток ситуації за рахунок взаємного позитивного впливу основних факторів. Тому контроль динаміки зміни опору кабеля є важливим у контексті серйозних наслідків не лише для його функціонування в електричній системі, а й для безаварійної роботи відповідного обладнання.

Використанням методів емпіричного дослідження та математичного моделювання у програмному середовищі MATLAB було отримано результати, які підтвердили гіпотезу, що старіння ізоляції та важкі пуски АД в комплексі можуть у процесі експлуатації створювати передумови для виникнення неповнофазних режимів АД через пробій ізоляції кабеля живлення на землю.

Для комплексного аналізу режимів роботи АД необхідна розробка відповідної математичної моделі з комплексним урахуванням температури і вологості мережі живлення як основних факторів впливу на динаміку порушення симетрії фазних напруг АД, що у свою чергу стимулює розвиток процесу за рахунок збільшення лінійних струмів і додаткового нагрівання проводів кабеля з потенційною можливістю лавиноподібного розвитку процесу.

### Список літератури

1. Толочко О. И. Моделирование асинхронного двигателя при обрыве фазы статора / О. И. Толочко, П. И. Розкаряка, И. О. Журов // Электротехнические и компьютерные системы. № 15 (91), 2014. С. 262 – 266.
2. Кузнецов В. Г. Розробка методів і моделей аналізу аномальних режимів електричних мереж з метою їх оптимізації / В. Г. Кузнецов, Ю. І. Тугай, В. І. Кошман, В. В. Кучанський, Л. Р. Сабарно, І. Ю. Тугай, О. Г. Шполянський, Д. А. Нікішин // Праці ІЕД НАН України. 2019. Вип. 54. С. 19–27.