

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕЧНОСТІ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО РЕЖИМУ ПРИ ОБРИВІ ФАЗИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Попова І. О., к.т.н.,
Таврійська державна агротехнічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

Постановка проблеми. Виникнення несиметрії фазних напруг і розрив фазного проводу обмотки статора, з'єднаної зіркою є однією з основних причин виходу з ладу асинхронних двигунів, бо до специфічних умов експлуатації асинхронних двигунів в АПК варто віднести низьку якість електроенергії [1].

Несиметрія напруг мережі проявляється в різкому погіршенні техніко-економічних характеристик асинхронних двигунів, зниженні експлуатаційної надійності і скороченні терміна служби електродвигунів [2].

Для підвищення експлуатаційної надійності асинхронних двигунів поточкових ліній, що працюють у сільськогосподарському виробництві, доцільно, поряд із використанням комбінованих пристроїв для захисту групи двигунів, передбачати заходи щодо полегшення режимів роботи асинхронних двигунів при обриві фазного проводу на час завершення технологічного процесу, бо на ліквідацію наслідків раптового відключення одного з асинхронних двигунів технологічної лінії витрачається багато часу. [1, 2].

Аналіз останніх досліджень. Одним із засобів полегшення режиму роботи асинхронного двигуна при розриві одного фазного проводу є з'єднання нульових точок джерела живлення й обмотки статора двигуна, з'єднаної зіркою [2,3]. З погляду електробезпеки такого режиму роботи асинхронного двигуна: при розриві одного фазного проводу й об'єднанні нульових точок джерела живлення (нульової точки вторинної обмотки силового трансформатора 0,38 кВ) й обмотки статора асинхронного двигуна, з'єднаної зіркою, в електричному колі виникає напруга зміщення нейтралі, а на корпусі асинхронного двигуна можливо поява небезпечного електричного потенціалу. Для визначення електробезпеки цього режиму роботи розраховуємо величину напруги зміщення нейтралі двигуна поточної лінії, працюючого при глибокій несиметрії напруг мережі (обриві одного фазного проводу) з об'єднаною нульовою точкою обмоток статора і джерела живлення

Основна частина. У роботі приведені результати дослідження величини напруги зміщення нейтралі асинхронного двигуна з найбільшою за потужністю з трьох приводних двигунів с цій

технологічній лінії, потужністю 5,5 кВт технологічної лінії змішування кормів СКО-Ф-3 у випадку обриву його одного фазного проводу при об'єднанні нульових точок джерела й обмотки статора асинхронного двигуна, з'єднаної зіркою (рис.1).

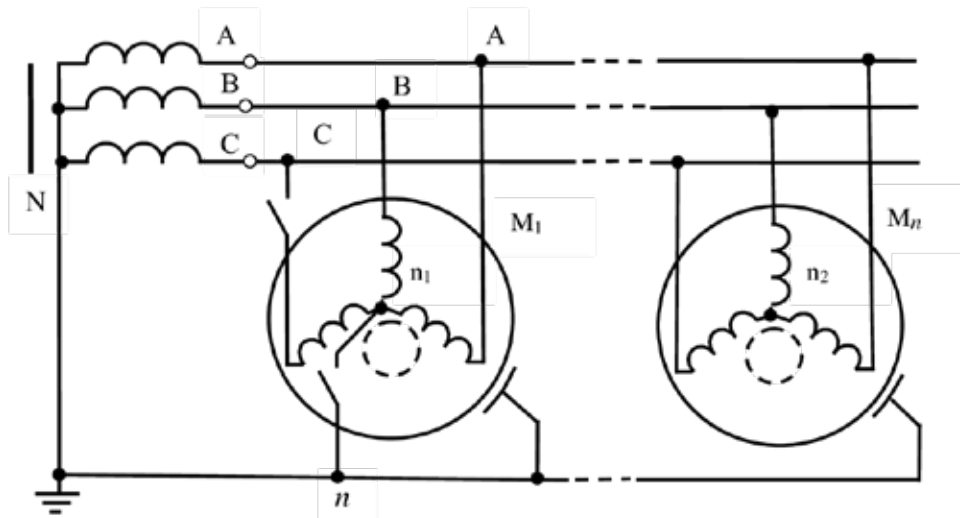


Рис. 1. Принципова схема електричного кола

Вихідні дані для розрахунку напруги зміщення нейтралі: асинхронний двигун 4A112M4У3, $\cos\varphi_n = 0,85$, $\eta_n = 0,855$, $r_1' = 1,036$ Ом, $r_2'' = 0,786$ Ом, $x_1' = 1,496$ Ом, $x_1'' = 2,49$ Ом, $x_\mu = 53,0721$ Ом, $x_2 = 1,457$ Ом, $I_n = 11,467$ А.

Припустимо, що коефіцієнт завантаження електропривода робочої машин $\kappa_3 = 1$, коефіцієнт, що характеризує механічну характеристику робочої машини, $x = 1$ і, у випадку розриву фазного проводу, ковзання аварійного асинхронного двигуна $s = 1$, тобто відбувається його “опрокидування”, що відповідає моменту пуску на механічній характеристиці. Відповідно до методики [4], знайдено повні опори асинхронного двигуна прямої Z_1 , зворотної Z_2 і нульової Z_0 послідовностей: $Z_1 = 17,725$ Ом, $Z_2 = 4,85$ Ом, $Z_0 = 7,207$ Ом.

Для досліджуваного режиму асинхронного двигуна комплекси струмів, відповідно, прямої, зворотної і нульової послідовностей

$$\dot{I}_1 = 11,8 e^{-j36,7^\circ} = 8,965 - j6,69 \text{ А}; \quad \dot{I}_2 = 6,635 e^{j148,2^\circ} = -5,639 + j3,46 \text{ А};$$

$$\dot{I}_0 = -(\dot{I}_1 + \dot{I}_2) = -3,32 + j3,186 = 4,578 \times e^{j136,5^\circ} \text{ А}.$$

Оскільки струм у нейтральному проводі $\dot{I}_N = 3\dot{I}_0$, тоді діюче значення струму в нейтралі $I_N = 13,734$ А.

Напруга зміщення нейтралі електродвигуна (напруга між нейтраліями трансформатора і двигуна) визначимо за формулою

$$U_N = I_N \times Z_N.$$

Прийнято, що нульовий провід, виконаний проводом А-16, має параметрами $r_0 = 1,98$ Ом/км, $x_0 = 0,46$ Ом/км, $z_0 = 2,033$ Ом/км і довжину 0,2 км. Тоді повний опір нульового проводу $Z_N = 0,4066$ Ом,

а напруга зміщення нейтралі в нульовому проводі $U_N = 5,49$ В.

Це значення напруги зміщення нейтралі електродвигуна значно менше 36 В – найбільшій припустимій напруги доторкання при аварійному режимі виробничих електроустановок напругою до 1000 В з глухо-заземленою нейтраллю при тривалості більше 1 с згідно з [5]. *Висновок.* При обриві одного фазного проводу обмотки статора асинхронного двигуна технологічної лінії на термін, необхідний для завершення технологічного процесу для полегшення роботи двигуна, зменшення витрати ресурсу ізоляції і поліпшення технічних показників, можливо з'єднання нульових точок джерела живлення і обмоток статора асинхронного двигуна, з'єднаних зіркою, без шкоди електробезпечності обслуговуючого персоналу.

Список використаних джерел

1. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Попова І.О., Діордієв В.Т. Збереження роботоздатності трифазного статичного навантаження за неповнофазного живлення. /Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 24, т. 1. С.136-150. doi: 10.32782/2078-0877-2024-24-1-10.

2. Попова І.О., Чаусов С.В. Дослідження схемного рішення пристрою для застосування в якості фільтра лінійних несиметричних напруг /Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ; гол.ред д.т.н. В.М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 23, т.2. с.177-185. doi: 10.31388/2078-0877-2023-23-2-177-185.

3. 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.

4. Попова І.О., Роціна А.А. Дослідження опорів динамічного навантаження при несиметричному режимі роботи. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку* /матеріали Всеукр. наук. інтернет-конф. (18 жовтня 2023 р., університет Григорія Сковороди у Переяславі): зб. наук. праць. Переяслав, 2023. Вип.91. С. 103-104.3.

5. ДСТУ ГОСТ 12.1.038.2008 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Гранично допустимі рівні напруги дотику та струмів.