

УДК 621. 316. 929

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ РОБОТІ В НЕСИМЕТРИЧНОМУ РЕЖИМІ

Попова І. О., к.т.н.

irirnapopova54@gmail.com

Макенов П. С., студент

tankist2002mlt@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного,
м. Мелітополь

Актуальність та постановка проблеми. Сільські розподільчі мережі 0,38/0,22 кВ відзначаються значною довжиною та змішаним підключенням однофазних і трифазних споживачів. Число електроустановок з несиметричним навантаженням постійно збільшується. Поряд з цим зростає число однофазних споживачів, що вносять несиметричну складову в трифазну мережу, причому, включення їх носить випадковий характер. Тому, асинхронні двигуни (АД) у сільськогосподарському виробництві практично завжди працюють в режимі несиметрії напруг мережі [1].

Актуальність та постановка проблеми. Для оцінки несиметрії напруг, яка підведена до АД, скористаємося коефіцієнтом напруги зворотної послідовності, який знайдемо за рівнянням

$$K_{U2\%} = (U_2/U_{\text{лн}}) 100\%, \quad (1)$$

де U_2 – величина напруги зворотної послідовності, В;

$U_{\text{лн}}$ – номінальна лінійна напруга двигуна, В.

У АД в робочому режимі повні опори прямої і зворотної послідовностей відрізняються за величиною, при чому $Z_1 > Z_2$. Різниця в значеннях опорів Z_1 і Z_2 обумовлена різними напрямками обертання магнітних полів, утворених струмами прямої і зворотної послідовностей. Рівність цих опорів спостерігається тільки при знаходженні ротора в робочому режимі в нерухомому стані, тобто при пуску або при «перекиданні» двигуна [2].

Активний і індуктивний опір розсіювання обмоток статора АД визначаємо за формулами

$$r_1 = \frac{R_1' X_1'}{X_1'}; \quad (1)$$

$$x_1 = \frac{2X_1' X_\mu'}{X_\mu' + \sqrt{X_\mu'^2 + 4X_1' X_\mu'}}. \quad (2)$$

Схема заміщення АД зворотної послідовності аналогічна схемі заміщення прямої послідовності, тільки активний опір r_2''/s прямої послідовності замінюється на $r_2''/(2-s)$ зворотної послідовності, де s – ковзання. Повні приведені опори фаз ротора АД прямої і зворотної послідовностей визначимо наступним чином [3]

$$Z_{r1} = r_2''/s + jX_2''; \quad (4)$$

$$Z_{r2} = r_2''/(2-s) + jX_2''. \quad (5)$$

Величини повних опорів АД прямої і зворотної послідовностей для Г-образної схеми заміщення визначимо за допомогою рівнянь

$$Z_1 = \frac{Z_m(Z_s + Z_{r1})}{Z_m + Z_s + Z_{r1}}, \quad (6)$$

$$Z_2 = \frac{Z_m(Z_s + Z_{r2})}{Z_m + Z_s + Z_{r2}}, \quad (7)$$

де Z_m, Z_s, Z_{r1}, Z_{r2} – повні опори, відповідно, намагнічуючого контура, фазних обмоток статора, ротора прямої і зворотної послідовностей.

Ковзання s АД залежить від навантаження робочої машини, тобто є функцією моменту опору тертя M_0 , моменту опору при номінальній швидкості $M_{с.н.}$, коефіцієнта завантаження κ_3 , коефіцієнта x , характеризуючого механічну характеристику робочої машини, симетричних складових напруги прямої U'_1 і зворотної U'_2 послідовностей, а також величини номінального ковзання s_H АД. Залежності ковзання при несиметрії напруги АД для різних типів робочих машин в залежності від коефіцієнта x визначаються наступним чином [2, 3]

$$x=0 \quad s = \frac{\kappa_3}{\frac{u_1}{s_H} - u_2^2 m_{II}}, \quad (8)$$

$$x=1 \quad s = \frac{m_0 + \frac{\kappa_3 - m_0}{1 - s_H}}{\frac{\kappa_3 - m_0}{1 - s_H} + \frac{1}{s_H} u_1^2 - m_{II} u_2^2}, \quad (9)$$

$$x=2 \quad \frac{\kappa_3 - m_0}{(1 - s_H)^2} s^2 + [m_{II} u_2^2 - \frac{1}{s_H} u_1^2 - 2 \frac{(\kappa_3 - m_0)}{(1 - s_H)^2}] s + m_0 + \frac{\kappa_3 - m_0}{(1 - s_H)^2} = 0, \quad (10)$$

$$\text{де } m_0 = \frac{M_0}{M_H}, \quad m_{с.н.} = \frac{M_{с.н.}}{M_H} = 1, \quad m_k = \frac{M_k}{M_H}, \quad u_1 = \frac{U'_1}{U_H}, \quad u_2 = \frac{U'_2}{U_H},$$

M_H – номінальний момент АД при номінальній фазній напрузі U_H і номінальній частоті f_H .

Висновки. Оскільки повні опори прямої і зворотної послідовностей фаз АД є функцією ковзання s , тому збільшення ковзання АД, в силу збільшення коефіцієнта навантаження робочої машини, зменшує повний опір обмоток к статора, так ротора, збільшує фазні струми в обмотках статора АД.

Список використаних джерел

1. Попова І. О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.09.16. Мелітополь: ТДАТА, 2003. 20с.
2. Попова І. О. Математична модель режимів роботи асинхронного двигуна при несиметрії напруги. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь, 2002. Вип. 5. С. 11–18.
3. Попова І. О. Визначення параметрів асинхронного електродвигуна при несиметрії напруги. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь, 2002. Вип. 6. С. 90–94.