

РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ДАТЧИКА НАПРУГИ

к.т.н., доц. Попова І.О., Сідельніков Б.Ю., Щербаков С.В.
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра
Моторного, м. Мелітополь*
irinapopova54@gmail.com
Науковий керівник: к.т.н., доц. Попова І.О.

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. Таким чином, несиметричні режими напруги мережі і обрив фазного проводу АД є однією з головних причин його пошкодження [1].

Найбільш простими пристроями надійного контролю і діагностування несиметричних режимів трифазної напруги є датчики напруги, побудовані на базі симетричних складових, тобто фільтри симетричних складових, які розділяються на фільтрові датчики напруги: прямої, зворотної і нульової послідовностей. Параметри складових датчика, тобто елементів фільтрів напруги визначаються таким чином, щоб виділити ту, чи іншу симетричну складову напруги [2].

Одним з нескладних і найбільш застосованих у датчиках напруги для пристроїв контролю неповнофазного режиму АД є активно-ємнісний фільтр напруги зворотної послідовності (ФНЗП), який має два плеча, в кожному з яких послідовно з'єднані резистор і конденсатор (рисунок 1а). Вхідні затискачі *a, в, с* приєднуються до трифазної мережі живлення (або затискачів С1, С2, С3 АД), а вихідні *m* та *n* – до пристрою захисту АД.

Якщо на вході ФНЗП датчика напруги симетрична трифазна напруга прямої складової, векторна діаграма якої наведена на рисунку 1б, під впливом напруги U_{av} через ділянку R1-С1 тече струм I_1 , який випереджає напругу U_{av} на кут зсуву фаз φ_1 .

Струм I_1 створює падіння напруги на резисторі R1 і конденсаторі С1, тобто визначає положення точки *m* на векторній діаграмі. Під дією напруги U_{bc} через ділянку R2-С2 тече струм I_2 , які визначають положення точки *n* на векторній діаграмі.

Параметри елементів фільтра датчика: активні опори резисторів R1, R2 і ємнісні опори конденсаторів С1, С2 обираються таким чином, щоб точки *m* і *n* співпадали на векторній діаграмі.

Оскільки падіння напруги на опорах резисторів ФНЗП датчика напруги пропорційні цим опорам, тоді співвідношення опорів плечей ФНЗП визначаються наступним чином

$$\frac{r_1}{x_{C1}} = \frac{x_{C2}}{r_2} = \sqrt{3}, \quad (1)$$

де r_1, r_2 – активні опори резисторів, Ом;
 x_{C1}, x_{C2} – ємнісні опори конденсаторів, Ом.

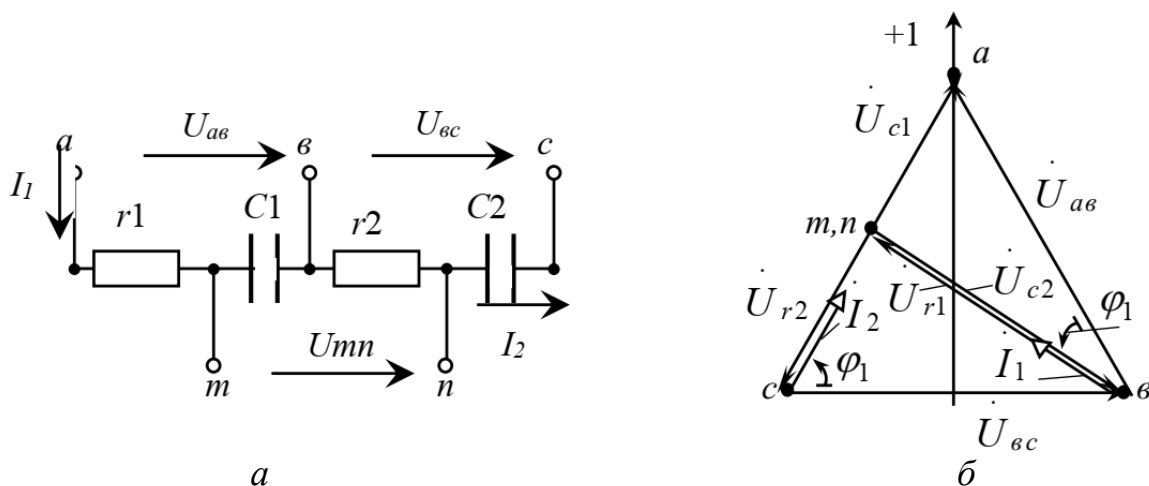


Рисунок 1 – Розрахункова електрична схема (а) і векторна діаграма (б) ФНЗП датчика напруги

Тобто співвідношення активного опору до реактивного опору у плечі дорівнює

$$r_1 = \sqrt{3} \cdot x_{C1} \quad (2)$$

Величина напруги плечей ФНЗП у симетричному режимі визначається за рівняннями

$$U_{r1} = U_{C2} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}}}{2}, \quad (3)$$

$$U_{r2} = U_{C1} = \frac{U_{\text{л}}}{2}, \quad (4)$$

Відповідно сили струмів плечей I_1 і I_2 визначаються за рівняннями

$$I_{C1} = \frac{U_{\text{л}}}{2 \cdot x_{C1}} \quad (5)$$

$$I_{r2} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}}}{2 \cdot x_{C2}}. \quad (6)$$

Якщо на вхід ФНЗП подати симетричну напругу зворотної послідовності, тоді електрорушійна сила на вихідних затискачах ФНЗП $E_{\text{ф.н.}}$ визначається співвідношенням

$$E_{\text{ф.н.}} = 1,5 \cdot U_2. \quad (7)$$

В разі обриву фази В живлячої мережі до місця підключення фільтру напруги зворотної послідовності остається лише лінійна напруга U_{AC} . В

результаті між точками m та n з'явиться напруга. Якщо задатися ємністю конденсатора $C1$, визначивши ємнісний опір, по співвідношенню (1) і (2) визначають значення резисторів r_1 , r_2 і їхні потужності розсіювання.

Якщо резистори r_1 і r_2 виконати у вигляді двох послідовно з'єднаних резисторів, то в разі шунтуванні одного з них відбудеться розбаланс ФНЗП датчика напруги і на його виході з'явиться напруга, що викличе спрацювання регулюючого органа [4].

Шунтування резистора ФНЗП датчика, наприклад, можна здійснити за допомогою герконового або струмового реле РТ-40. В цьому випадку датчик напруги на базі ФНЗП може поєднати захист від несиметрії напруги живлячої мережі (в тому числі і обриву фази) і перевантаження від струму. Якщо виникне обрив фази живлячої мережі за місцем приєднання ФНЗП, то збільшиться струм в обмотці асинхронного електродвигуна і спрацює струмове реле, яке викличе спрацювання пристрою захисту АД.

Висновок.

1. Запропонований розрахунок параметрів елементів ФНЗП дозволяє відстроїти захисний пристрій від граничного значення несиметрії напруги живлячої мережі і підвищити його надійність.

2. Рішення про виконання плечей ФНЗП у вигляді двох резисторів, дозволить при перевантаженні і спрацюванні струмових реле викликати шунтування одного з них, що призведе до спрацювання пристрою захисту. Це дозволить розширити його функціональні можливості: поєднати в одному пристрої захист від перевантаження за струмом і несиметрії напруги живлячої мережі.

Список літератури:

1. Попова І.О. Захист асинхронного двигуна від несиметричних режимів. /І.О. Попова, С.Ф. Курашкін, Д.М. Нестерчук. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Технічні науки. // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Вип. 195. –Харків: ХНТУСГ, 2018. –С. 114-115.

2. Попова І.О. Ресурсозберігаючий пристрій захисту від несиметричних режимів асинхронних двигунів двигуна / І.О. Попова, О.В. Мінкін. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку», 17 листопада 2018 року Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди // Технічні науки. Транспорт: Збірник наукових праць. –Переяслав-Хмельницький, 2018. – Вип. 46 . –с. 495-499.

3. Попова І.О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі. /І.О. Попова Автореф. дис... кандидата техн. наук. – Мелітополь: 2003. – 20 с.

4. Иваница М.А. Расчет фильтра напряжения обратной последовательности. /М.А. Иваница //Механизация и электрификация животноводства, растениеводства. № 4, 2010. – с. 28-30.