

УДК 62-83-52.003(082)

## ВИЗНАЧЕННЯ ОЗНАК ТРИФАЗНИХ АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Закладний О.М. к.т.н., доцент НТУУ «КПІ», Закладний О.О. к.т.н., асистент НТУУ «КПІ», Броницький В.О., Пашкевич Б.П., студенти

Розглянуто різновидності трифазних коротких замикань асинхронних двигунів. Визначено їх основні ознаки та вплив на електропривод і мережу.

*Ключові слова:* асинхронний двигун, трифазне коротке замикання, аварійний режим.

Рассмотрены разновидности трехфазных коротких замыканий асинхронных двигателей. Определены их основные признаки и влияние на электропривод и сеть.

*Ключевые слова:* асинхронный двигатель, трехфазное короткое замыкание, аварийный режим.

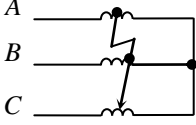
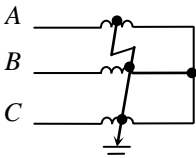
The varieties of three-phase short circuits of asynchronous engines are considered. Defined their main features and impact on electric and network.

*Keywords:* asynchronous motor, three-phase short circuit, emergency mode.

Автоматизована система діагностування рівня енергоефективності електромеханічних систем має визначати ознаки трифазних аварійних режимів електропривода з асинхронними двигунами (табл. 1).

Таблиця 1

Види трифазних струмових аварій асинхронного двигуна

Пошкодження	Різновидності	Електродвигун
Трифазні короткі замикання	Коротке замикання між трьома фазами	
	Трифазне коротке замикання на землю	

Найпростішим випадком трифазного коротке замикання є одночасне замикання трьох фаз в одній точці. За умови рівності перехідних опорів замикання буде симетричним, за нерівності - несиметричним. Векторні діаграми струмів і напруг є симетричними й урівноваженими, у них відсутні складові зворотних і нульових послідовностей (рис. 1).

На відміну від нормального режиму струми фаз різко зростають (струм короткого замикання може перевищувати пусковий струм двигуна), а фазні й лінійні напруги зменшуються. Крім того, залежно від співвідношення реактивного  $X_{ф.к}$  і активного  $R_{ф.к}$  опорів фази від джерела живлення до місця короткого замикання між струмами й відповідними ЕРС устанавлюється зсув

$$\varphi_k = \arctg \frac{X_{\phi,k}}{R_{\phi,k}}$$

відмінний від зсуву в нормальному режимі [1]. У кабельних мережах  $\varphi_k$  менший, а в повітряних лініях - більший кута зсуву між струмом і напругою в нормальному режимі.

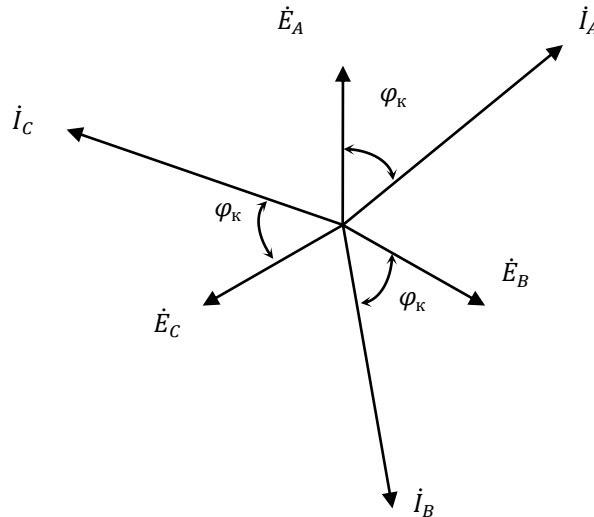


Рис. 1 Векторна діаграма ЕРС і струмів трифазного короткого замикання

Струм трифазного короткого замикання:

$$I_k^{(3)} = \frac{E_\phi}{Z_{\phi,k}},$$

де  $E_\phi$  – ЕРС фази;  $Z_{\phi,k}$  – повний опір однієї фази від джерела живлення до місця короткого замикання.

Максимальне значення струму короткого замикання (ударного) настає через половину періоду (0,01с) після початку короткого замикання і визначається співвідношенням:

$$i_y = \sqrt{2} \left( 1 + e^{-\frac{3.14 R_{\phi,k}}{X_{\phi,k}}} \right) I_k^{(3)}.$$

За наявності кількох двигунів, підімкнених безпосередньо до точки короткого замикання, сумарний ударний струм  $i_{y\Sigma}$  за спрощеною формулою:

$$i_{y\Sigma} = i_y + 6,5 \Sigma I_H,$$

де  $\Sigma I_H$  — сума номінальних струмів усіх підімкнених двигунів [1].

Зі зниженням напруги також різко спадає обертальний момент двигуна ( $M \equiv U^2$ ). За цими ознаками можливо визначити наявність внутрішнього симетричного трифазного короткого замикання (табл. 2).

Таблиця 2

## Ознаки трифазних аварійних режимів АД

Аварійний режим (пошкодження)	Ознаки аварійних режимів (зміна струмів і напруг)	Вплив на електропривод і мережу (характер змін у роботі двигуна й мережі)
Трифазні симетричні короткого замикання	Струми фаз різко зростають (струм короткого замикання може перевищувати пусковий струм двигуна), фазні й лінійні напруги зменшуються. Між струмами й відповідними напругами встановлюється зсув відмінний від зсуву в нормальному режимі. Вектори струмів і напруг є симетричними й урівноваженими, у них відсутні складові зворотних і нульових послідовностей.	При зниженні напруги різко зменшується обертаючий момент двигуна ( $M \propto U^2$ ), фазні обмотки статора. При зниженні напруги різко зменшується обертаючий момент двигуна ( $M \propto U^2$ ), фазні обмотки статора перегріваються й згорають. Ударні струми являють велику небезпеку – викликають значні зусилля між струмопровідними частинами устаткування, руйнуючи його й викликаючи нагрівання, що у багато разів перевищує термічну стійкість ізоляції.

## Висновок:

Для трифазних коротких замикань асинхронних двигунів встановлено їх основні ознаки та вплив на електропривод і мережу. Ці ознаки трифазних коротких замикань можуть бути використані в системах діагностування енергетичної ефективності асинхронних двигунів.

## Література

1. Гимоян Г.Г. Релейная защита горных электроустановок / Г.Г. Гимоян. – изд. 2, перераб. и доп. М.: «Недра», 1978, 349 с.
2. Корогодский В.И. Релейная защита электродвигателей напряжением выше 1 кВ / В.И. Корогодский, С.Л. Кужеков, Л.Б. Паперно. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 248 с.
3. Байтер И.И. Защита и АВР электродвигателей собственных нужд./ И.И. Байтер – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1980. – 104с.
4. Чернобровов Н.В. Релейная защита энергетических систем: Учеб. пособие для техникумов / Н.В. Чернобровов, В.А. Семенов – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
5. Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем: Учеб. для вузов./ А.М. Федосеев, М.А. Федосеев – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 528 с.
6. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов. / В.А. Андреев – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Выс. шк., 2006. – 639 с.
7. Мусин А.М. Аварийные режимы асинхронных электродвигателей и способы их защиты / А.М. Мусин– М.: Колос, 1979. – 112 с.
8. Беркович М.А. Основы техники релейной защиты / М.А. Беркович, В.В. Молчанов, В.А. Семенов, - 6-е изд., перераб и доп. – М.: Энергоиздат, 1984. – 376 с.