

УДК 621.365

В статті розглядається сумісний вплив несиметрії та несинусоїдальності напруг на технічні характеристики асинхронного двигуна. Отримані відповідні залежності при різних коефіцієнтах навантаження

Ключові слова: показники якості електроенергії, асинхронний двигун

В статье рассматривается совместное влияние несимметрии и несинусоидальности напряжений на технические характеристики асинхронного двигателя. Получены соответствующие зависимости при разных коэффициентах загрузки

Ключевые слова: показатели качества электроэнергии, асинхронный двигатель

In the article the combined effect of asymmetry and nonsinusoidality voltages on the technical characteristics of an asynchronous motor are considered. The corresponding dependence for different load factors are given

Keywords: electricity quality parameters, asynchronous motor

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ВПЛИВУ ОКРЕМИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

С. А. Левченко

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: (061) 223-84-70

E-mail: Levchenko_S@rambler.ru

В. Л. Коваленко

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: (061) 223-83-71, 063-240-50-05, 099-621-96-38

E-mail: telkom82@mail.ru

А. С. Мних

Кандидат технічних наук, доцент

*Кафедра електротехніки та енергетичного менеджменту

Запорізька державна інженерної академія

пр. Леніна, 226, м Запоріжжя, 69000

Контактний тел.: (061) 223-84-70

Вступ

Тривалий час розвиток енергетики нашої країни супроводжувався недооцінкою, а часто і ігноруванням проблеми якості електричної енергії (ЕЕ), що призвело до масового порушення електромагнітної сумісності електричних мереж, споживачів та енергосистеми. На даний час ЕЕ необхідно розглядати як товар, який при будь-якій системі хазайнування характеризується певними (специфічними) показниками, перелік та значення яких визначають його споживчу якість. Відповідальність за якість ЕЕ повинні нести не тільки постачаючі організації, але і споживачі ЕЕ та виробники електрообладнання [1].

В даній роботі розглядається сумісний вплив несиметрії та несинусоїдальності напруг на технічні характеристики асинхронного двигуна (АД) з короткозамкненим ротором при різних завантаженнях, як найбільш розповсюджений споживач ЕЕ.

Основна частина

Для комплексної оцінки впливу несиметрії та несинусоїдальності напруг на технічні характе-

ристики АД була створена математична модель та експериментально-дослідна установка (рис. 1).

Технічні характеристики обладнання:

Асинхронний двигун 4АХ80А4У3; $P_{ном}=1,1$ кВт; $U_{ном}=380$ В; $I_{ном}=2,8$ А; $\cos\phi_{ном}=0,81$; $n_{ном}=1400$ об/хв.; $\eta_{ном}=0,75$.

Генератор ПЗ1; $P_{ном}=1$ кВт; $U_{ном}=230$ В; $I_{ном}=4,35$ А; $n_{ном}=1450$ об/хв.; $\eta_{ном}=0,75$.

Навантаженням на АД М1 є генератор постійного струму паралельного збудження М2. Несиметрія напруг робиться за допомогою трьох лабораторних автотрансформаторів (ЛАТР) Т1...Т3. Несинусоїдальність – оптосимисторами VS1...VS3, які регулюються резистором $R_{нес}$. Інформація уводиться до комп'ютера за допомогою вимірювальних трансформаторів напруги TV1...TV3, струму ТА1...ТА3 та аналого-цифрового перетворювача (АЦП). При цьому виникає похибка вимірювань, яка обумовлена наявністю вимірювальних трансформаторів. При малих відхиленнях показників якості ЕЕ від нормально - допустимих похибка буде більшою. Для її зниження трансформатори струму ТА1...ТА3 додатково завантажили [2].

Контролюючими параметрами були: потужність двигуна по фазам, обертовий момент, частота обертання, ККД, струм у фазах [3].

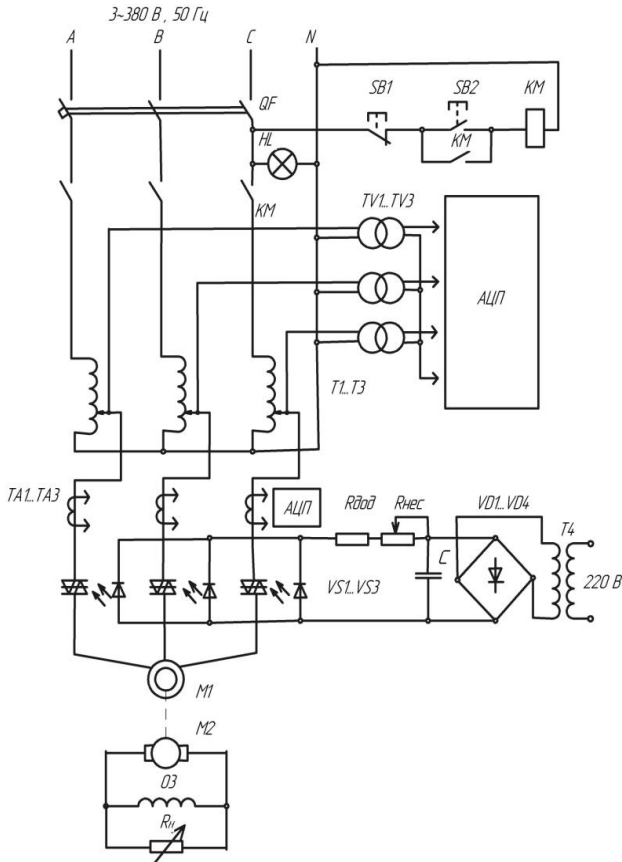


Рис. 1. Електрична принципова схема експериментально-дослідної установки

В результаті дослідів було виявлено, що незначна несиметрія напруг на зниження обертового моменту та на частоту обертання має незначний вплив. У більшій мірі несиметрія впливає на втрати в електродвигуні, нагрівання та скорочення строку служби ізоляції.

На роботу АД значною мірою впливають вищі гармоніки (ВГ). Так при роботі АД в умовах несинусоїдальної напруги його коефіцієнти потужності і обертовий момент на валу знижуються. Так, якщо амплітуди 5-ої та 7-ої гармонік напруг складуть відповідно 20% і 15% амплітуди 1-ої гармоніки, коефіцієнт потужності двигуна зменшиться до 25% у порівнянні зі значенням його при синусоїдальній напрузі. Якщо ВГ не перевищують нормально допустимі значення по ГОСТ13109-97, то їх вплив на коефіцієнт потужності та момент можна не враховувати. Вони не перевищують 0,5% моменту, що розвивається при промисловій частоті.

Суттєво ВГ впливають на ізоляцію електричних машин. ВГ активують появу іонізаційних процесів в ізоляції. При цьому розвиваються місцеві дефекти в ізоляції, які призводять до збільшення діелектричних втрат і скороченню строку служби [4].

Дослідження при різних коефіцієнтах завантаження АД дали наступні результати (рис. 2,3,4)

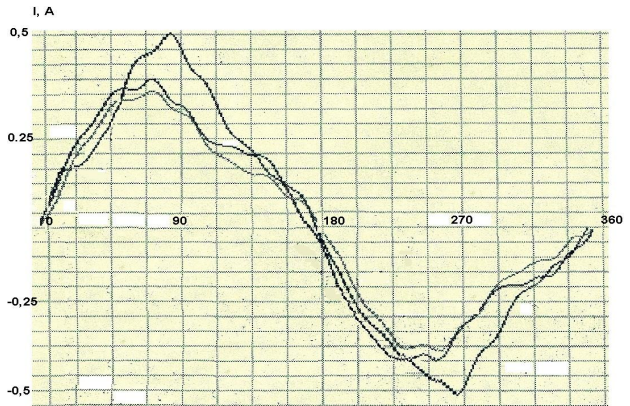
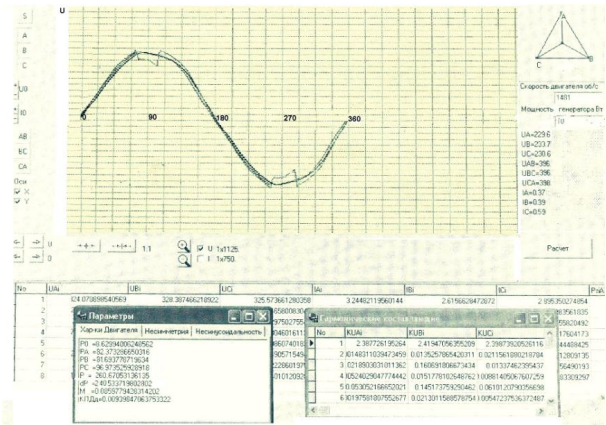


Рис. 2. Результати дослідження АД при різних значеннях несинусоїдальності та несиметрії і коефіцієнті завантаження $K_3=0$.

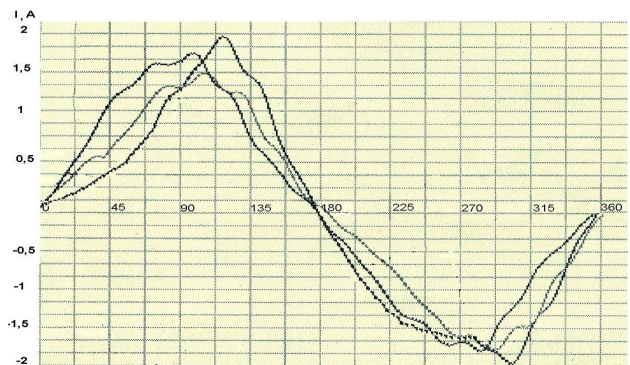
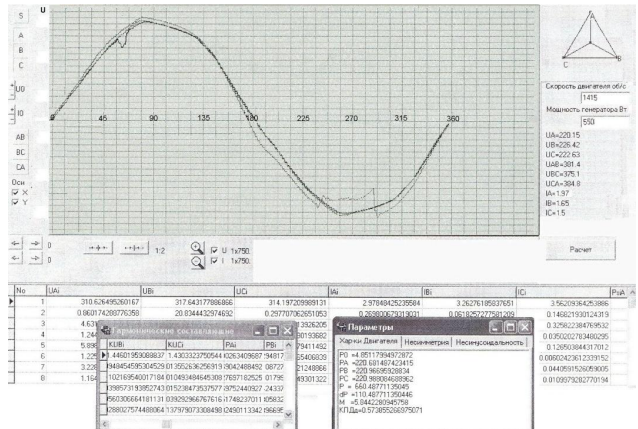


Рис. 3. Результати дослідження АД при різних значеннях несинусоїдальності та несиметрії і коефіцієнті завантаження $K_3=0,5$.

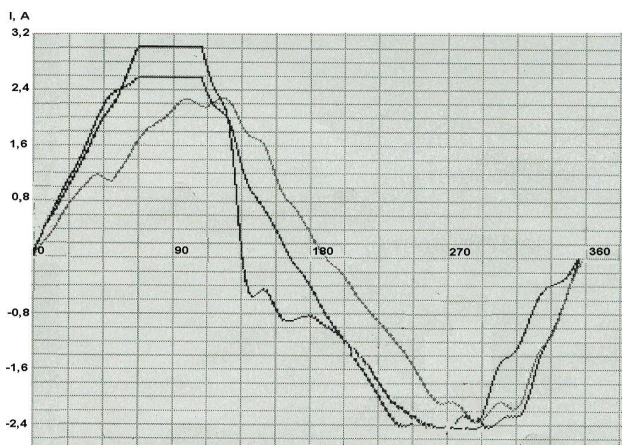
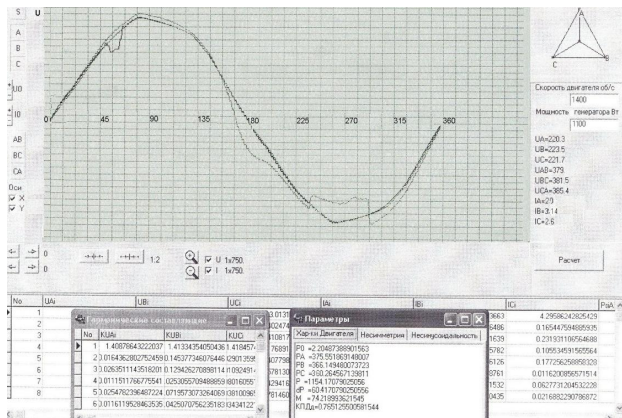


Рис. 4. Результати дослідження АД при різних значеннях несинусоїдальності та несиметрії і коефіцієнті завантаження $K_3=1$.

Аналізуючи отримані графіки, можна скласти електричні рівняння залежностей M , p_2 , $\eta=f(K_{2U}, K_U)$, які є цільовими функціями. Завдяки нелінійному характеру переміщення АД коефіцієнти несинусоїдальності по напрузі та струму неоднакові. Для отримання комплексного впливу несиметрії та несинусоїдальності напруг на технічні характеристики АД був поставлений плановий експеримент за методом Бокса-Уїлсона, який має вигляд $f(x_1, x_2)=a_0+a_1x_1+a_2x_2+a_3x_1x_2$. Експеримент дав наступні залежності за різних коефіцієнтах завантаження (K_3).

$$K_3=0,5:$$

$$p_2=1415-15,75 K_{2U} - 5,75 K_U + 0,75 K_{2U} K_U;$$

$$M=5,95-0,0875 K_{2U} - 0,0525 K_U + 0,0125 K_{2U} K_U;$$

$$\eta=63,8-4,625 K_{2U} - 2,125 K_U + 0,325 K_{2U} K_U.$$

$$K_3=1:$$

$$p_2=1400-26,5 K_{2U} - 11,5 K_U + 3,5 K_{2U} K_U;$$

$$M=7,5-0,2 K_{2U} - 0,06 K_U + 0,015 K_{2U} K_U;$$

$$\eta=75-5,65 K_{2U} - 3,15 K_U + 0,15 K_{2U} K_U.$$

Висновки

1. Технічні характеристики, як АД, так і іншого електроустаткування, слід досліджувати при відхиленні від нормально-допустимого значення не одного показника якості ЕЕ, а у комплексі.
2. Цільові функції M , p_2 , $\eta=f(K_{2U}, K_U)$ залежать від завантаження АД та його типу і тому не можуть бути уніфікованими.
3. Точність вимірювань технічних характеристик АД залежить від величини відхилення показників якості ЕЕ від нормально допустимих значень.

Література

1. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Проектирование и расчет. / А.С. Овчаренко, М.Л. Рабинович - К.: Техника, 1985. – 279 с.
2. Усатенко, С.Т., Даченюк, Т.К., Терехова, М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. - М.: Издательство стандартов, 1989. – 325с.
3. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций : учеб, пособие / Б.Н. Неклепаев. – М.: Энергия, 1976. - 552 с.
4. Жежеленко, И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях : учеб, пособие / И.В. Жежеленко. – М. Энергоатомиздат, 1986 – 168 с.