

INFLUENCE OF PIEZOELECTRIC EFFECT ON THE PROPAGATION OF LAMB WAVES IN PLATES OF THE CLASS 6_{mm} CRYSTALS

P. Ilyin

Annotation. *The results of theoretical investigation of piezoelectric effect influence on propagation of Lamb waves in plates of the class 6_{mm} crystals near cutoff frequencies are presented. It has been found that due to piezoelectric effect presence some Lamb modes can have opposite directions of phase and group velocities (the phenomenon of backward wave).*

Key words: *Lamb waves, piezoelectric effect, backward waves*

УДК 62 - 83 : 621. 313. 333

ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ОБМОТКИ СТАТОРА КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

*P. M. Чуєнко, кандидат технічних наук
e-mail: roman_chuenko@ukr.net*

Анотація. *Розглянуто особливості виготовлення обмоток статора асинхронних двигунів із використанням внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності.*

Ключові слова: *асинхронний двигун, обмотка статора, обмоткові дані, напрям обертання*

Щорічно в агропромисловому комплексі України близько 20% парку асинхронних електродвигунів (АД) підлягають капітальному ремонту [6]. Під час його проведення є можливість здійснити модернізацію асинхронних електродвигунів із використанням внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності (ВЄКРП) з метою поліпшення їх техніко-економічних показників [2].

Мета досліджень – розглянути особливості виготовлення обмоток статора асинхронних двигунів під час їх модернізації із застосуванням ВЄКРП.

Матеріали та методика досліджень. Згідно з класифікацією, прийнятою у [1], обмотки статора базових машин серій 4А та АІ поділяються на такі основні види: 01 – одношарова концентрична; 02 – одношарова "врозвалку"; 03 – двошарова петльова рівносекційна.

Саме такі види обмоток рекомендуються для модернізації з використанням внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності.

Будь-яку з обмоток, рекомендованих для модернізації, можна розділити на дві рівні частини з виведенням на клемний щиток

© P. M. Чуєнко, 2016

початків та кінців напівобмоток фаз статора для подачі трифазного живлення та приєднання конденсаторів внутрішньої ємнісної компенсації. При цьому напівобмотки розташовуються під різнойменними полюсами або різними парами полюсів зі зміщенням своїх осей одна відносно іншої на обраний кут $\delta(\theta) = 30^\circ$.

Результати досліджень. Реалізація ВЄКРП в АД може бути здійснена двома способами залежно від прийнятої схеми та кількості паралельних віток обмотки статора базової машини. При цьому враховується, що, відповідно до парної кількості полюсів, обмотку статора завжди можна розділити на дві однакові, послідовно або паралельно з'єднані частини, причому такий розподіл може бути виконаний для машини будь-якої потужності та частоти обертання [5].

Перший спосіб ВЄКРП в АД полягає у тому, що при послідовному з'єднанні напівобмоток статора одна з них шунтується конденсатором електричної ємності. При цьому зашунтована напівобмотка обмінюється реактивною потужністю не з мережею живлення, а з конденсатором, унаслідок чого, струм незашунтованої напівобмотки зменшується [6]. Характерною рисою даного способу ВЄКРП в АД є зменшення струму та втрат потужності не лише у мережі живлення, але й у самому двигуні за рахунок зменшення струму в одній з напівобмоток статора.

При паралельному з'єднанні напівобмоток статора базового двигуна дві напівобмотки фази з'єднуються за схемою поворотного автотрансформатора на електричну ємність. При цьому одна з напівобмоток є основною і включається на фазну напругу джерела живлення, а додаткова напівобмотка (як вторинна обмотка поворотного автотрансформатора) може бути зміщена відносно основної на довільний кут [5].

Для всіх двигунів, модернізованих із використанням ВЄКРП при послідовному з'єднанні напівобмоток фаз статора, зберігаються переріз, діаметр і марка провoda; кількість провідників у пази, кількість елементарних провідників у одному ефективному та кількість паралельних віток базової обмотки. Якщо ж до використання обрано паралельне з'єднання напівобмоток фаз статора, то кількість елементарних провідників у одному ефективному залишається незмінними, кількість провідників у пази збільшується вдвічі, а площа поперечного перерізу провoda вдвічі зменшується. Виготовлення секцій обмоток здійснюється на типовому обладнанні за загальноприйнятими технологіями. Розміри секцій приймаються залежно від габаритів машини, схеми обмотки та величини її кроку.

Проте обов'язковою особливістю модернізованої обмотки є її розподіл на дві однакові напівобмотки, що в окремих випадках передбачає певні відхилення від схем базових обмоток. У такому разі одношарова обмотка може бути пошарово поділена на дві напівобмотки, одна з яких розташовується у нижній частині пазів, інша – у верхній (наприклад, при q = непарне число) з просторовим зміщенням напівобмоток одна відносно іншої на обраний кут.

Пазова ізоляція обмотки статора виконується у такій самій послідовності й тими самими ізоляційними матеріалами, що й при проведенні звичайного ремонту обмотки. Розподіл одношарової обмотки на два шари окремих напівобмоток потребує застосування міжшарової ізоляції як і у двошарових обмотках. При цьому спочатку укладається напівобмотка нижнього шару, потім – верхнього.

Після укладання секцій (котушок) паяють схему обмотки. Виконання схеми обмотки передбачає з'єднання окремих котушок у напівобмотці, з'єднання паралельних віток у напівобмотці, послідовне з'єднання між собою напівобмоток у фазу тощо.

У загальному випадку на клемний щиток мають бути виведені початки основних (C1, C2, C3) та додаткових (C1', C2', C3') напівобмоток фаз статора, а також їх відповідні кінці (C4, C5, C6) та (C4', C5', C6'). При цьому обидві напівобмотки фаз статора перетинаються єдиним обертовим магнітним потоком. За незмінного положення в пазах осердя статора основної обмотки зміна положення додаткової обмотки призводить до того, що вона перетинається тим самим полем, що й основна, але раніше чи пізніше її на час проходження магнітним полем просторового кута між ними.

Для схем із послідовним з'єднанням напівобмоток необхідно змістити додаткові напівобмотки фаз статора відносно основних за напрямом обертання магнітного поля статора (рис. 1), а у схемах із паралельним з'єднанням напівобмоток – проти (рис. 2).

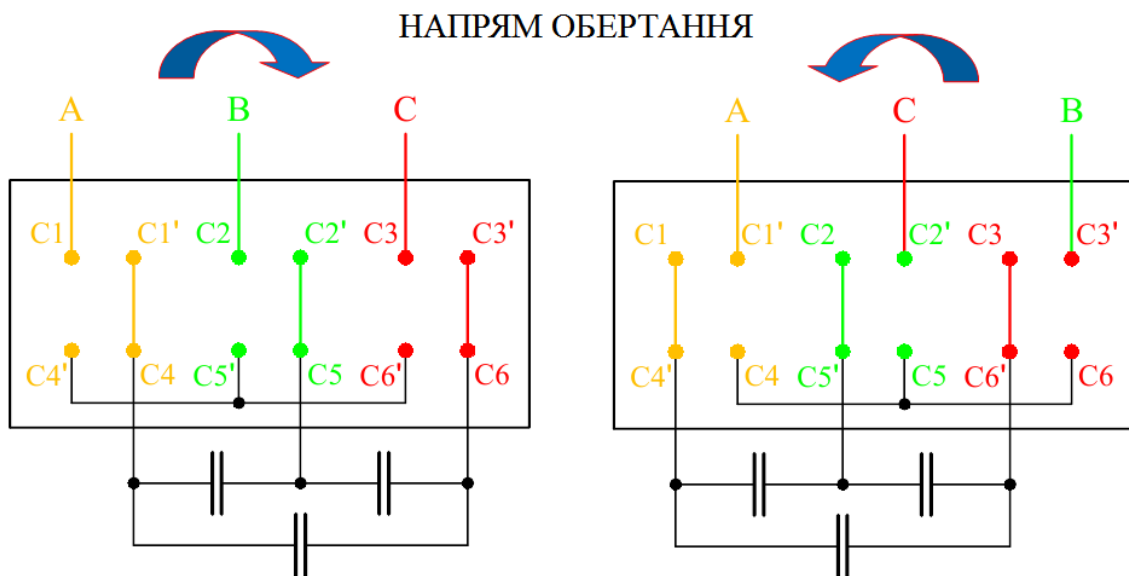


Рис. 1. Клемний щиток КАД за послідовного з'єднання напівобмоток фаз статора

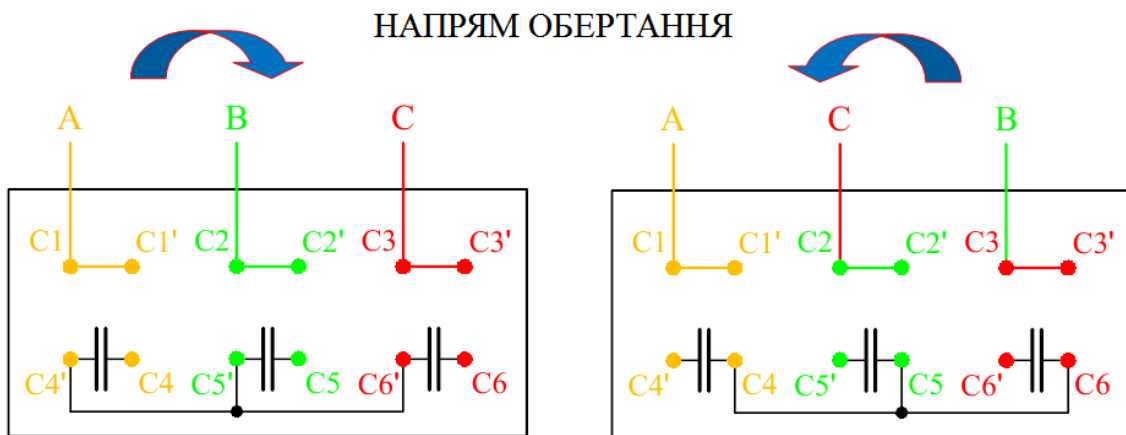


Рис. 2. Клемний щиток КАД за паралельного з'єднання напівобмоток фаз статора

Виводи початків та кінців напівобмоток фаз статора та під'єднання конденсаторів здійснюється проводом, розрахованим на величину реактивного струму двигуна $I_p = I_n \sin \varphi_n$, що при $\cos \varphi_n = 0,7 \div 0,9$ відповідає $\sin \varphi_n = 0,7 \div 0,45$. Тому переріз цього проводу повинен становити 0,7 від перерізу проводу обмотки статора, стосовно діаметру проводу дані співвідношення відповідають величинам 0,85 – 0,7.

Висновки

Модернізації з використанням ВЄКРП підлягають двигуни серій 4А, АІ та інші, у яких обмотка статора може бути розділена на дві однакові частини (основну та додаткову) із виводом на клемний щиток початків та кінців напівобмоток фаз статора. При цьому зберігаються основні обмоткові дані базового двигуна (марка, діаметр проводу, кількість витків у котушці та кількість ефективних провідників у пазу).

Залежно від застосовуваного способу ВЄКРП, слід правильно з'єднувати початки та кінці напівобмоток фаз статора залежно від напрямку обертання магнітного поля статора як для двигунів із послідовним, так і з паралельним з'єднанням напівобмоток.

Список літератури

1. Асинхронные двигатели серии 4А : справочник / [А. Э. Кравчик, М. М. Шлаф и др.]. – М. : Энергоиздат, 1982. – 504 с.
2. Мишин В. И. Внутренняя емкостная компенсация реактивной мощности в асинхронном двигателе / В. И. Мишин, Р. Н. Чуенко // Вісник НТУ «ХПІ». – Х. : ХПІ. – 2009. – № 7. – С. 106–113.
3. Технические требования на капитальный ремонт. Электродвигатели асинхронные серии 4А сельскохозяйственного назначения. – М. : ГОСНИТИ, 1983. – 64 с.
4. Технические требования на капитальный ремонт. Электродвигатели асинхронные серии АИР сельскохозяйственного назначения. – М. : ГОСНИТИ, 1990. – 80 с.
5. Компенсовані асинхронні двигуни : монографія / В. І. Мішин, Р. М. Чуенко. – Ніжин : Лисенко М. М., 2013. – 225 с.

6. Чуенко Р. М. Енергозбереження у підготовці кормів до згодовування при використанні асинхронних електродвигунів з внутрішньою ємнісною компенсацією реактивної потужності : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.09.16 / Р. М. Чуенко. – К. : НАУ, 2002. – 20 с.

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБМОТКИ СТАТОРА КОМПЕНСИРОВАННОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Р. Н. Чуенко

Аннотация. *Рассмотрены особенности изготовления обмоток статора асинхронных двигателей с использованием внутренней емкостной компенсации реактивной мощности.*

Ключевые слова: *асинхронный двигатель, обмотка статора, обмоточные данные, направление вращения*

FEATURES OF COMPENSATED INDUCTION MOTOR'S STATOR WINDING PRODUCTION

R. Chuenko

Annotation. *Features of production of induction motor's stator winding with internal capacitance reactive power compensation are considered.*

Key words: *induction motor, stator winding, winding's data, rotation direction*