

Позитивні якості: плавно нагріває приміщення до потрібної температури, за наявності відповідної додаткової апаратури можливість програмування температурного режиму приміщення протягом доби або тижня.

Негативні якості: значні вага та вартість.

Приведений аналіз показує, що найбільш раціональним технічним засобом традиційного електроопалення є індукційний електродвигун, а серед технічних засобів прямого електроопалення – плівковий нагрівач та теплонакопичувач.

Список використаних джерел

1. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. М.Корчемний, В.Федорейко, В.Щербань. Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. 984с.
2. Свистунов В.М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства. В.М.Свистунов, Н.К. ушняк Н.К. М.: Политехника, 2001. 214с.
3. Багаев А.А. Электртехнология. А.А.Багаев, А.И.Багаев, Л.В.Куликова. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. 320 с.
4. Овчаров В.В., Вовк О.Ю. Загальна електротехніка: Навчальний посібник. – Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2018. 310 с.

Науковий керівник: *Вовк О.Ю., к.т.н., доцент кафедри ЕТЕМ, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТРИФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Кот А.А., *nastyakot022003@gmail.com*

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Найпоширеніший силовий агрегат, що використовується в сільськогосподарському виробництві – асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором. Асинхронні електроприводи становлять близько 95 % загальної кількості електроприводів і споживають більше половини електроенергії галузі. Широке розповсюдження асинхронні двигуни дістали завдяки високій конструкційній надійності, але у процесі експлуатації на підприємствах агропромислового комплексу України щорічно відмовляє в середньому 20 – 25 % наявного парку електродвигунів (при випробуваннях на надійність за цей час відмовляє 2 – 3 %). Це призводить до незапланованих матеріальних витрат, пов'язаних з раптовою зупинкою технологічних ліній, а також на ремонт асинхронних двигунів [1 – 3].

Таким чином, залишається до кінця невирішеною народногосподарська проблема підвищення експлуатаційної надійності асинхронних електродвигунів. Причина її існування – недостатній рівень експлуатації означених електродвигунів на підприємствах агропромислового комплексу, зокрема – відсутність достатньої інформації про їх стан. Тому однією із складових вирішення цієї проблеми є підвищення рівня експлуатації асинхронних електродвигунів за допомогою своєчасного повного контролю [4 – 6]. Це дозволить керувати станом електродвигунів і призведе до підвищення імовірності їх безвідмовної роботи на протязі запланованого строку служби в процесі експлуатації в сільськогосподарському виробництві. Отже, розроблення і впровадження стенду визначення роботоздатності асинхронних електродвигунів, який забезпечить всебічну оцінку стану цих електродвигунів, а також спростить практичну реалізацію діагностування в порівнянні з існуючою, є актуальним завданням.

Для створення вказаного стенду необхідно обрати або розробити метод навантаження асинхронного електродвигуна. Тому розглянемо процес штучного навантаження асинхронного електродвигуна, під яким будемо розуміти послідовність виконання певних операцій, спрямованих на здійснення навантаження електродвигуна у різні способи та визначення коефіцієнта корисної дії електродвигуна при номінальній потужності на його валу та номінальній напрузі на затискачах.

Штучне навантаження асинхронних електродвигунів згідно [7 – 10] використовуються, головним чином, для визначення втрат активної потужності в електродвигуні та його коефіцієнту корисної дії та розподіляється наступним чином:

- безпосереднє навантаження;
- опосередковане навантаження.

Безпосереднє навантаження виконується за допомогою навантажувальної електричної машини та здійснюється такими методами:

- методом вимірювання електричних потужностей;
- методом гальмування;
- методом навантаження.

З метою визначення найбільш раціонального для діагностування асинхронних електродвигунів проаналізуємо кожен із зазначених вище методів.

Метод вимірювання електричних потужностей застосовується для визначення коефіцієнту корисної дії перетворюючих агрегатів, які складаються з двигуна та одного або декількох генераторів, що випускаються комплектно. Електричні активні потужності вимірюються на вході двигуна та виході генератора (або генераторів). Різниця виміряних потужностей дорівнює сумарним втратам в агрегаті, відношення потужностей дорівнює коефіцієнту корисної дії агрегату (або добутку коефіцієнтів корисної дії всіх машин, що входять до агрегату).

Метод гальмування застосовується, головним чином, для визначення коефіцієнта корисної дії електродвигунів. Гальмування здійснюється механічним або іншим гальмом із вимірювачем моменту. Потужність на валу електродвигуна визначається як добуток обертаючого моменту та частоти обертання. Активна потужність, яку споживає електродвигун із мережі, вимірюється ватметром.

Метод навантаження використовується як для двигунів, так і для генераторів. У якості навантаження двигуна, що випробовується, застосовується тарований генератор, який віддає енергію у мережу. У дослідах вимірюється електрична активна потужність, що підводиться до двигуна, $P_{1д}$ та електрична активна потужність, що віддається тарованим генератором, $P_{2г}$. Коефіцієнт корисної дії електродвигуна, що випробовується, η_d визначається з урахуванням коефіцієнту корисної дії тарованого генератора η_g у такий спосіб:

$$\eta_o = \frac{P_{2g}}{P_{1d} \cdot \eta_g} \quad (1)$$

Таким чином, способи безпосереднього навантаження мають наступні недоліки:

- складність створення та вимірювання гальмівного моменту на валу електродвигуна, що випробовується;
- необхідність забезпечення при вимірюваннях того ж теплового стану електродвигуна, що випробовується, що і в режимі роботи, для якого визначається коефіцієнт корисної дії (недотримання цієї умови призводить до значної похибки при визначенні коефіцієнту корисної дії внаслідок зміни втрат в електродвигуні, що випробовується, в залежності від температури).

Вказане вище обумовлює високу вартість технічної реалізації вказаних методів, крім того стандарти дозволяють використовувати безпосереднє навантаження для асинхронних електродвигунів, у яких коефіцієнт корисної дії менше 70 %.

Опосередковане навантаження виконується, головним чином, наступними методами:

- методом взаємного навантаження;
- методом динамометра (або тарованого двигуна);
- методом розділення втрат потужності.

Метод взаємного навантаження полягає у тому, що дві однакові електричні машини з'єднують механічно та електрично так, щоб одна з них працювала у режимі двигуна та передавала всю потужність, що розвиває, другій машині, яка працює в генераторному режимі та повертає електричну енергію до мережі. При випробуваннях у генератора регулюють частоту струму за законом $f = f_H(1 - 2s)$, а між валами машин включений редуктор с передавальним відношенням $1 + 2s$. Суму втрат визначають за потужністю, що споживає двигун, $P_{1д}$ та потужністю, що віддає генератор, $P_{2г}$ у такий спосіб:

$$\Delta P = \frac{P_{10} - P_{20}}{2}. \quad (2)$$

Метод динамометра (або тарованого двигуна) полягає у тому, що електричну машину, що випробовується, обертає динамометр або тарований двигун з номінальною частотою обертання. При цьому збудження електричної машини, що випробовується, здійснюється від незалежного джерела. Цей метод застосовують для машин постійного струму та синхронних машин для визначення втрат в магнітопроводі, механічних втрат та суми основних втрат в обмотці якоря та додаткових втрат синхронних машин потужністю більше 100 кВ·А.

Метод розділення втрат потужності полягає у роздільному визначенні втрат активної потужності в окремих вузлах асинхронного електродвигуна. Втрати в магнітопроводі та механічні втрати визначаються з досліду холостого ходу при номінальній напрузі шляхом розділення втрат потужності в досліді. Електричні втрати в обмотках визначаються при номінальному струмі з досліду короткого замикання шляхом розділення втрат потужності в досліді. Додаткові втрати активної потужності приймаються 0,5 % від номінальної потужності, що споживає асинхронний електродвигун.

Отже, для використання методу розділення втрат потужності не потрібно мати додаткову електричну машину та дуже коштовне специфічне обладнання. Внаслідок цього для навантаження асинхронного електродвигуна пропонується використовувати досліди холостого ходу і короткого замикання, як граничні режими його роботи. Для знаходження коефіцієнта корисної дії пропонується визначати за результатами цих дослідів втрати активної потужності в асинхронному електродвигуні при номінальній потужності на його валу P_H та номінальній напрузі на затискачах U_H . Таким чином, для навантаження асинхронного електродвигуна даний метод є найбільш раціональним.

Список використаних джерел

1. Овчаров В.В. Вовк О.Ю. Теоретичні передумови комплексного діагностування асинхронних електродвигунів // Праці Таврійського державної агротехнічної академії: наукове фахове вид., Вип. 1, Т.21. Мелітополь: ТДАТА, 2001. С. 4-6.
2. Вовк О.Ю. Періодичне діагностування асинхронних електродвигунів в експлуатації // Праці Таврійської державної агротехнічної академії: наукове фахове вид., Вип. 32 – Мелітополь: ТДАТА, 2005. С. 74-85.
3. Вовк О.Ю., Квітка С.О. Технологія періодичного контролю роботоздатності асинхронних електродвигунів // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове вид., Вип. 11, т. 3. Мелітополь: ТДАТУ, 2011. С. 80-88.
4. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Безменнікова Л.М. Обґрунтування параметрів функціонального стану асинхронних електродвигунів // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 8. Т. 9. – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. С. 129-137.

5. Вовк О.Ю., Квітка С.О. Енергозберігаюче керування асинхронними електродвигунами прикладеною напругою // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного : електронне наукове фахове видання / ТДАТУ. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - Вип. 10, том 2. DOI: 10.31388/2220-8674-2020-2-27.
 6. Вовк О.Ю., Квітка С.О. Періодичний контроль функціонального стану асинхронних електродвигунів за енергетичними показниками // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ ім. Д. Моторного, 2020. Вип. 20, т.4. С. 115-125.
 7. Коварский Е.М., Янко Ю.И. Испытание электрических машин. М.: Энергоатомиздат, 1990. 320с.
 8. Гольдберг О.Д. Испытания электрических машин: Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1990. 255с.
 9. Васильев С.Е., Забарский Б.М., Забокрицкий Е.И., Холодовский Б.А. Справочник по наладке электроустановок и электроавтоматики. – К.: Наукова думка, 1972. 624с.
 10. Справочник по электрическим машинам: В 2-х т., Т.1 / Под общ. ред. И. П. Копылова, Б. К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1988. 456с.
- Науковий керівник:** *Вовк О.Ю., к.т.н., доцент кафедри ЕТЕМ, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

РОЗРОБКА БЛОКУЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРЕСУ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Щербаков С.В., sherbak16032000@gmail.com,
Іванов М.В., ivanov.maksus@gmail.com

На ефективність використання робочих машин в умовах АПК суттєво впливає експлуатаційна надійність електропривода, головнимв якому є асинхронний електродвигун (АД). Основними причинами, що впливають на термін експлуатації АД приводу макаронного пресу, є низька якість напруги мережі, перевантаження збоку робочої машини та порушення правил експлуатації. Найважчими аваріями напруги мережі вважаються: неприпустиме зниження або підвищення напруги, порушення її симетрії (неповнофазність). Висока аварійність АД обумовлює необхідність вдосконалення існуючих або розробки нових засобів захисту від аварійних режимів роботи. Робота АД в умовах несиметричних і неповнофазних режимів супроводжується значним зменшенням моменту обертання, підвищенням фазних струмів і, як наслідок, перегріву фазної ізоляції обмоток статора і підвищеній витраті ресурсу її ізоляції. Перевантаження збоку робочої машини, несиметричні режими призводить до підвищення втрат теплової енергії в обмотках, підвищеному нагріву ізоляції обмоток і тепловому старінню. Отже, розробка блоку для захисту АД приводу пресу в процесі їх експлуатації є