

48%), і, насамперед, при переміщенні і тепловіддачі з гноєм губиться близько 30%, на утворення продукції – 7...10% і на репродукцію – 12...15%. Тому умови оточуючого середовища не повинні примушувати тварин інтенсивно рухатися. Тепловіддача тварин посилюється при збільшенні швидкості руху повітря, вологості приміщень. Інші складові енергії тварини необхідно використовувати з максимальною доцільністю. Це, насамперед, анаеробна технологія утилізації рідкого гною, яка поряд з отриманням високоякісних добрив дає можливість отримати біогаз. З одного кубічного метра гною можна отримати 10...15 м<sup>3</sup> біогазу.

**Висновки.** Надані рекомендації, щодо резервів енергозбереження при виробництві тваринницької продукції, спрямовані на виконання основних принципів, закладених у «Державну програму енергозбереження», а саме: зниження питомої енергоємності шляхом виключення невиправданих витрат енергії, впровадження принципово нових енергозберігаючих технологій, максимального використання вторинних і нетрадиційних джерел енергії. Разом з тим, слід зазначити, що вирішальним у розв'язанні зазначеної проблеми є людський фактор, тобто розуміння людиною, що виконує виробничу функцію, суті розглянутої проблеми і наявність у неї бажання її розв'язання.

#### **Список літератури.**

1 Ермилов С. Энергетическая стратегия Украины до 2030 года: проблемные вопросы содержания и реализации / С. Ермилов // Зеркало недели. – 2006. – №20.

2 Дзядикевич Ю. В. Перспективи покращення енергетичної безпеки України / Ю. В. Дзядикевич // Інноваційна економіка. – 2015. – №1. – С. 5–11.

3 Коломієць С.М. Концепція розвитку механізованих технологій для тваринництва / В.В. Шацький, С.М. Коломієць // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання. Вип.8.-Т.6.-Мелітополь, 2008.- С.76-80.

УДК 621.316.929

### **ЗАХИСНИЙ ПРИСТРІЙ ГРУПИ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ**

Курашкін С.Ф., к.т.н., доцент,

Попова І.О., к.т.н., доцент,

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного, м. Мелітополь, Україна*

**Summary:** the structural diagram of induction motor protection device based on requirements have been is designed. The device has a microcontroller control, temperature transducers are made on the lambda-diode analogue.

**Keywords:** *lambda-diode analogue, motor protection, diagnosing, isolation resource consumption, voltage asymmetry, time of acceptable work, reliability.*

Розвиток електромеханічних систем приводить до ускладнення структури, через що підвищуються вимоги щодо оцінки їх поточного технічного стану і експлуатаційної надійності.

Складно оцінювати поточний технічний стан силового електрообладнання та забезпечувати раннє запобігання можливим аварійним ситуаціям унаслідок прихованих дефектів або непрогнозованого експлуатаційного впливу. Тому, в основі сучасних засобів безперервного технічного діагностування і захисту силового електроустаткування застосовують методи, засновані на використанні математичних моделей. Моделювання, звичайно, не може врахувати всі можливі чинники, що ведуть до розвитку пошкоджень електрообладнання, але в значній мірі близько описує фізичні процеси, що відбуваються в ньому. Це позначається на поліпшенні техніко-економічних показників функціонування електромеханічних систем в цілому.

Зі всього парку асинхронних електродвигунів, що знаходяться в експлуатації, більше 60% виробило свій ресурс [1]. У зв'язку з цим необхідно більш ретельно контролювати експлуатаційні режими роботи силового електрообладнання та його поточний технічний стан, а також застосовувати нові технічні засоби діагностування і захисту. Це дозволить продовжити ресурс роботи електроустаткування з врахуванням індивідуальних особливостей динаміки старіння ізоляційних властивостей матеріалів, які застосовуються в його конструкції. Все вказує на необхідність розробки діагностичних моделей, методів і пристроїв для оцінки можливості роботи силового електрообладнання на підставі поточного технічного стану і експлуатаційного впливу.

Більша кількість існуючих пристроїв захисту асинхронних електродвигунів від аномальних режимів, як правило, передбачає індивідуальний захист. Отже, у разі застосування подібних пристроїв для захисту групи електродвигунів, що входять до складу технологічної лінії, або іншої електромеханічної системи підвищуються капіталовкладення на організацію поточного технічного діагностування. Для їх зменшення замовник вимушений застосовувати більш дешеві пристрої захисту, обмежені за функціоналом, або обходитися традиційними методами із застосуванням автоматичних вимикачів і теплових реле.

Раніше було встановлено [2], що швидкість теплового зносу ізоляції  $\varepsilon$  електродвигуна залежить від механічної характеристики робочої машини, коефіцієнту несиметрії напруги за зворотною послідовністю  $k_{U2\%}$  та коефіцієнту завантаження робочої машини  $k_z$ .

Під час несиметрії напруги живлення зменшується обертаючий момент електродвигуна, в наслідок чого зростають фазні струми, підвищується нагрів обмотки статора і тепловий знос ізоляції.

Під час застосування індивідуальних пристроїв захисту не враховується залежність його параметрів від несиметрії напруги, завантаження робочої машини, особливості її механічної характеристики тощо. Критерієм оцінювання режиму роботи, як правило, є сила струму, іноді температура обмотки статора.

Результатом роботи існуючих пристроїв захисту є відключення електродвигуна під час виконання технологічного процесу, що веде до збільшення експлуатаційних витрат. Не використовується такий об'єктивний показник, як припустимі витрати ресурсу ізоляції обмотки електродвигуна, тому при розробці нових пристроїв діагностування і захисту доцільно припиняти роботу електроприводу у разі глибокої несиметрії напруги, контролюючи припустимі витрати ресурсу ізоляції.

З огляду на важність оцінювання експлуатаційного режиму роботи і впливу на швидкість теплового зносу ізоляції електродвигунів несиметрії напруги живлення з урахуванням перевищення температури їх обмоток, можна висунути вимоги до пристрою захисту групи асинхронних електродвигунів:

- контроль напруги зворотної послідовності мережі живлення технологічної лінії;
- світлова сигналізація про досягнення несиметрії напруги граничного припустимого значення;
- контроль перевищення температури обмоток кожного двигуна;
- відключення технологічної лінії при досягненні перевищення температури обмотки електродвигуна гранично припустимого значення;
- світлова індикація режимів роботи контрольованих асинхронних двигунів.

Згідно з цими вимогами складена структурна схема пристрою захисту, яка наводиться на рис. 1. Пристрій передбачає захист групи з п'яти асинхронних електродвигунів, але їх кількість може бути як зменшена, так і збільшена.

Основним елементом захисного пристрою є мікроконтролер МК, до якого поступає інформація з одного боку від фільтру напруги зворотної послідовності ФЗНП, а з іншого – через фільтр Ф від первинних перетворювачів температури, виконаних на базі аналогу лямбда-діоду АЛД1-АЛД2 і перетворювачів температури ПТ1-ПТ5. Сигнал мікроконтролера подається до блоку керування та сигналізації БКС.

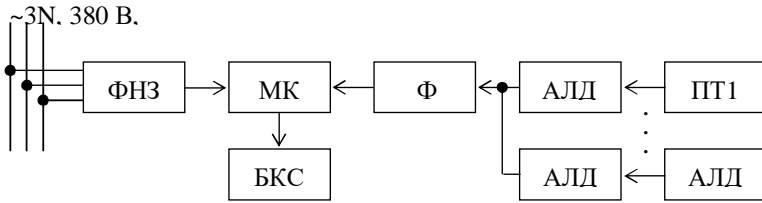


Рис. 1. Структурна схема пристрою захисту

У мікроконтролері ATMEGA328P-PU [3] до аналогового порту через резонансний фільтр-пробку підключені перетворювачі температури, виконані на аналогії лямбда-діоду (АЛД).

АЛД складається з пари польових транзисторів і резистивного містка, до одного плеча якого включений позистор, вбудований в лобову частину обмотки статора електродвигуна. Застосування нелінійного резистора (позистора) дає змогу впливу температури обмотки на ширину вольт-амперної характеристики (ВАХ) АЛД. Зі зміною ширини ВАХ відбувається зміна напруги відсічки, при якій транзистори закриваються і АЛД не проводить струм.

**Висновки.** Розроблений пристрій захисту дозволяє підвищити експлуатаційну надійність групи електродвигунів за рахунок безперервного діагностування експлуатаційних режимів роботи. Це дозволить зменшити експлуатаційні витрати і підвищити термін їх служби.

#### **Список літератури.**

1. Попова І.О. Аналіз впливу асиметрії напруги на процес теплового ізоляції асинхронних електродвигунів. / І.О. Попова, О.К. Грищенко // Сб. наук. праць ТДАТА. – Мелітополь, 1998. – Вип.1, т.8. – С.14-18.
2. Попова І.О. Визначення можливостей перетворювача на основі аналога лямбда-діода за допомогою вольт-амперних характеристик / І.О. Попова, С.Ф. Курашкін // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь, 2018. – Вип. 8, т. 2. – Режим доступу: <http://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/article/view/29/29>
3. ATmega328P. 8-bit AVR Microcontroller Programmable Flash. Atmel Corporation. / Rev.: 7810D-AVR-01/15. 2015. [Online]. Available: [http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P\\_Datasheet.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf).