УДК: 621.313/314:66.047

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА В УСТРОЙСТВЕ СУШКИ ИЗОЛЯЦИИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

APPLICATION OF MICROCONTROLLER IN THE DEVICE ISOLATION DRYING INDUCTION MOTOR

В.А. Буторин, *доктор технических наук, профессор*
Р.В. Банин, *кандидат технических наук, доцент*
Butorin V.A., Banin R.V.

Челябинская государственная агроинженерная академия
E-mail: barom@mail.ru

Одним из мероприятий по поддержанию эксплуатационной надежности асинхронных двигателей является проведение токовой сушки изоляции их обмоток. Такая необходимость возникает после окончания монтажных работ или после длительной остановки двигателей ввиду технологических пауз.

При сушке двигателя требуется обеспечить равномерное распределение теплоты в корпусе машины, что достигается переключением обмоток. При этом время нахождения обмоток под током зависит от многих факторов, в том числе, от мощности машины и скорости изменения температуры обмоток.

До настоящего времени переключение обмоток в процессе сушки и контроль за изменением температуры производился вручную. Это значительно увеличивает трудоемкость процесса сушки и вероятность неравномерного прогрева обмоток. Кроме того, переключение обмоток желательно производить при отсутствии на них напряжения сушки во избежание возбуждения переходных процессов. В случае их возникновения в обмотках имеют место коммутационные перенапряжения, которые могут вызвать пробой изоляции.

Необходимо отметить, что время нахождения обмоток двигателя под током колеблется в широком диапазоне от десятков секунд до нескольких часов в зависимости от постоянной времени нагрева двигателя и увлажненности изоляции.

Для обеспечения возможности регулирования и стабилизации времени протекания тока по обмоткам без изменения номиналов схемы устройства сушки, а также синхронизации процессов переключения обмоток и момента подачи на них напряжения сушки целесообразно использовать микроконтроллер.

Преимуществом использования микроконтроллера перед аналоговыми схемами заключается в наличии единого ядра, работающего на фиксированной тактовой частоте. В этом случае состояние выходов определяется программным делением тактовой частоты на заранее установленные коэффициенты, что обеспечивает точную синхронизацию всех выходных сигналов и высокую их стабильность во времени.

Выпускаемые в настоящее время микроконтроллеры отличаются широким спектром моделей и модификаций. При выборе микроконтроллера для устройства сушки мы руководствовались следующими положениями:

- наличие достаточного количества портов;
- наличие встроенного АЦП;
- простота программирования;
- возможность работать без внешнего кварцевого резонатора;
- доступность в приобретении и цене.

Перечисленным положениям в полной мере соответствуют микроконтроллеры серии AVR фирмы ATMEL. В дополнение к этому в пользу выбора этих микроконтроллеров для устройства сушки говорят следующие их преимущества:

- быстрая гарвардская RISC-архитектура загрузки и выполнения большинства инструкций в течение одного цикла тактового генератора;

- наличие постоянной перепрограммируемой памяти FLASH ROM и памяти данных EPROM, что дает возможность настройки устройства сушки под любой двигатель;

- наличие возможности внутрисхемного программирования позволяет программировать микроконтроллер без извлечения из схемы;

- наличие 32 регистров, все из которых напрямую работают с арифметико-логическим устройством, что значительно уменьшает размер и время выполнения программ;

- низкое энергопотребление.

Перечисленные положения позволили создать схему управления устройством сушки на основе микроконтроллера, представленную на рисунке 1.

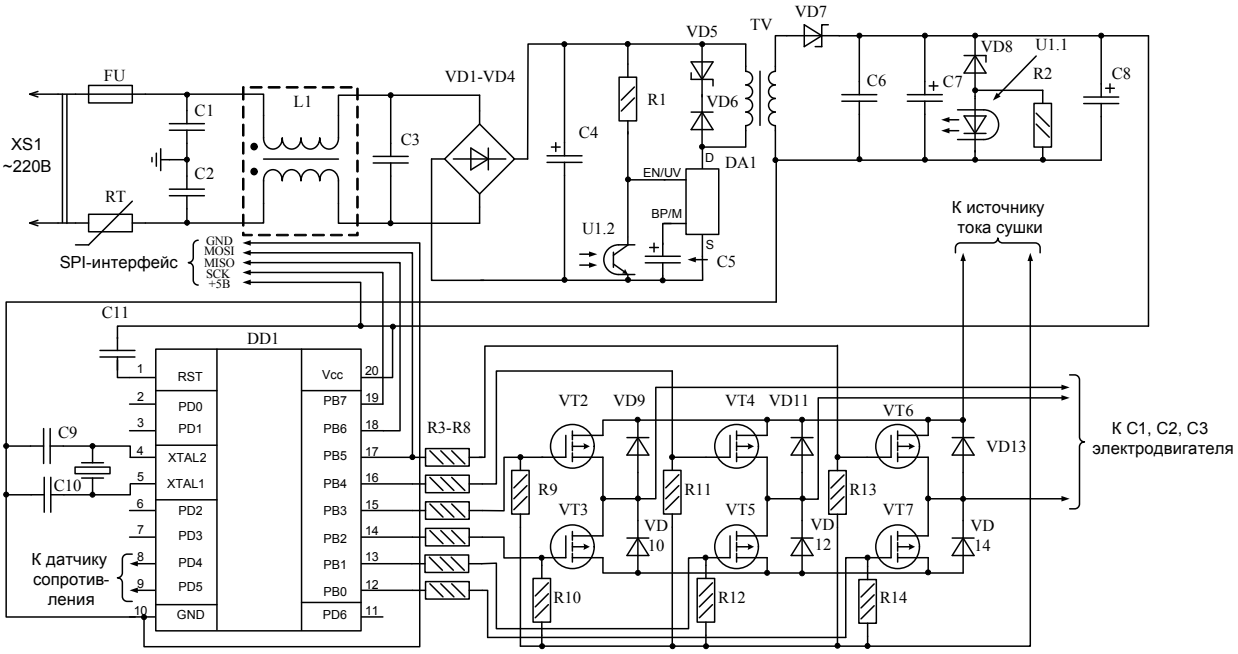

Рисунок 1 – Схема управления устройством сушки

В лаборатории кафедры электрических машин ЧГАА проведен ряд экспериментов по апробации представленной схемы управления. Она имеет возможность изменения параметров процесса сушки с учетом конструктивных особенностей двигателя любой серии и исполнения. Это реализовано путем изменения программы микроконтроллера при помощи функции ISP (in-circuit serial programming) по SPI-коммуникационному интерфейсу без изменения номиналов элементов схемы и извлечения контроллера. Для этого на контроллер подавались сигналы тактирования (SCK), инструкций (MOSI) и контроля данных (MISO), а также напряжение питания.

Равномерность нагрева обмоток электродвигателя оценивалась по результатам термографической съемки при помощи тепловизора InfraCam компании Flir и последующей обработки результатов в программе QuickView. Термограмма электродвигателя представлена на рисунке 2.

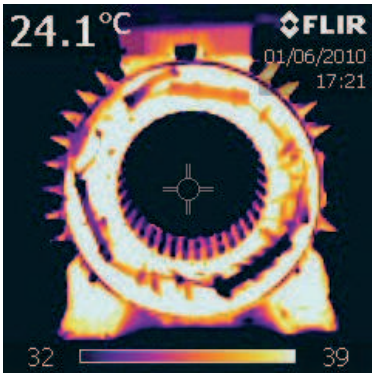

Рисунок 2 – Термограмма токовой сушки изоляции электродвигателя 4А80В4БСУ1

Представленная термограмма показывает эффективность использования микроконтроллера в схеме управления. Обмотки электродвигателя в процессе сушки нагреты равномерно. Встроенное АЦП микроконтроллера обеспечило контроль интенсивности роста температур обмоток и их значений. Температуры обмоток не превышают допустимых значений, соответствующих данному классу изоляции. По окончании процесса сушки проведена диагностика состояния главной изоляции двигателя, которая показала, что изоляция в процессе сушки не была повреждена. Значение ее сопротивления составило не менее 1,6 МОм, а коэффициент абсорбции находится в пределах 1,8-1,9.

* * *

Резюме. Статья посвящена повышению эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве путем увеличения работоспо-собности их изоляции. Предложена схема управления устройством токовой сушки. Приведены результаты экспериментальных исследований процесса сушки изоляции асинхронного двигателя сельскохозяйственного исполнения.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, микроконтроллер, изоляция, интерфейс, эксплуатационная надежность, работоспособность, сушка изоляции.

УДК 681.3

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИИ МАТЕРИАЛА КОНТАКТИРУЮЩИХ ТЕЛ НА ОТНОС И ВИЛЯНИЯ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ

THE QUESTION OF INFLUENCE OF STRAIN MATERIAL CONTACTING BODIES TO APPLY AND VILANI WHEELSETS

Баймухамбетова Мария Куандыковна, *д.т.н. –*
Академия кино и телевидения при университете Туран
Токтамысов Бейсенбай Акулович *к.т.н. –*
Алматинский государственный колледж транспорта и коммуникаций

Baymuhambetova M.K., Toktamysov B.A.

Относительная кривизна плоской линии

При решении задач не вписыванию железнодорожных экипажей в кривые удобно пользоваться понятием относительной кривизны кривой по отношению к дуге окружности с радиусом, равным полярному радиусу точки кривой, и с центром в начале полярной системы координат.

Такой математический аппарат, позволяющий решать многие задачи прикладной механики, был разработан в МИИТе профессором Панькиным Н.А[1].

Пусть линия (£), лежащая в плоскости, в которой установлена полярная система координат (o', ρ, θ), определена уравнением в полярных координатах $\rho = \rho(\theta)$, где ρ и θ, соответственно, полярный радиус и полярный угол точки М(ρ, θ) линии (£).

Известно, что кривизна К плоской кривой в полярных координатах выражается формулой

$$K = \frac{\rho^2 + (\frac{d\rho}{d\theta})^2 - \rho\frac{d^2\rho}{d\theta^2}}{\left[\rho^2 + (\frac{d\rho}{d\theta})^2\right]^{3/2}} \qquad (1)$$

Найдем величину кривизны K_o окружности радиуса R_o с центром в начале координат. Полагая в формуле (1) $\rho = R_o = const$, получим