

УДК 621.313.333.2:621.389

УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Курашкин С.Ф., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Телефон +38(0619)42-32-63

Аннотация – работа посвящена разработке устройства диагностирования сопротивления изоляции асинхронных электродвигателей. В устройстве реализована возможность поддержания сопротивления изоляции в пределах нормируемого значения с помощью импульсов тока повышенной частоты. Сушка изоляции производится во время технологической паузы оборудования, при отключенном электродвигателе.

Ключевые слова: сопротивление изоляции, ток утечки, надежность электродвигателя.

Постановка проблемы. В качестве электропривода большинства рабочих машин, как правило, используются асинхронные электродвигатели с к.з. ротором. Поэтому надежность технологического оборудования в целом зависит от надежности электродвигателя. Надежность представляет собой важный технико-экономический показатель качества электрической машины и определяет ее свойство безотказно выполнять возложенные на нее функции с неизменными техническими характеристиками на протяжении заданного промежутка времени при определенных условиях эксплуатации.

Для обеспечения надежности изделия при его изготовлении закладывается определенный запас прочности, чем и гарантируется долговечность его работы. Асинхронный электродвигатель имеет достаточно высокую надежность, однако, из-за специфических условий эксплуатации, режимов работы, скрытых дефектов при изготовлении случается выход их из строя. Отказ электродвигателя приносит ощутимый материальный убыток.

Согласно [1] ежегодно в агропромышленном комплексе выходит из строя до 20-25% эксплуатируемых электродвигателей. Наиболее подвержены выходу из строя те электродвигатели, которые работают в условиях повышенной влажности. Влага проникает в мельчайшие поры изоляционной конструкции электрической машины, снижая ее

сопротивление и электрическую прочность. Это создает предпосылки для появления токов утечки, дальнейшего разрушения изоляции и в конечном итоге выхода электродвигателя из строя. Согласно нормативам [2], сопротивление изоляции электрических машин в электрической сети до 1000 В не должно снижаться менее 500 кОм при температуре 10-30 °С.

Таким образом, существует важная научно-техническая проблема повышения надежности асинхронных электродвигателей и снижения выхода их из строя из-за увлажнения изоляции.

Анализ последних исследований. В условиях производства регламентируется проверка сопротивления изоляции электродвигателей напряжением 380 В с помощью мегомметра на 500 В. Эта операция производится во время капитального или текущего ремонта, который стараются производить во время ремонта приводных механизмов [2]. Такой подход не всегда целесообразен, особенно если двигатели эксплуатируются во влажных и сырых помещениях. Важно знать текущее значение сопротивления изоляции и иметь возможность заблаговременно повлиять на ситуацию с ухудшением сопротивления изоляции.

Отчасти эту задачу решают различные устройства защитного отключения (УЗО), однако, как правило, они устанавливаются на вводе магистральной линии и реагируют на появление токов утечки через корпусную изоляцию в целом всего участка, а не конкретного двигателя.

Устройство автоматической сушки обмоток электродвигателя, описанное в [3] позволяет не только контролировать сопротивление утечки, но и осуществляет сушку изоляции импульсами токов высокой частоты, протекающих по обмотке статора. В результате теплового действия электрического тока происходит увеличение температуры обмотки статора и создание избыточного давления внутри электродвигателя, что препятствует проникновению влаги в изоляцию.

Формулировка цели статьи. Заключается в разработке устройства на современной элементной базе, позволяющего диагностировать состояние изоляции электродвигателя во время технологической паузы, а при ее ухудшении – поддерживать сопротивление не ниже 500 кОм путем подсушивания.

Основные материалы исследования (основная часть). Принципиальная электрическая схема устройства диагностирования сопротивления изоляции асинхронного электродвигателя приведена на рис. 1.

После включения электродвигателя $M1$, нормально замкнутый контакт магнитного пускателя $KM1$ подает питание на первичную обмотку трансформатора питания $TV1$. Трансформатор имеет две вторичные обмотки – II и III, подключенные к соответствующим диодным мостам $VD1$ и $VD2$.

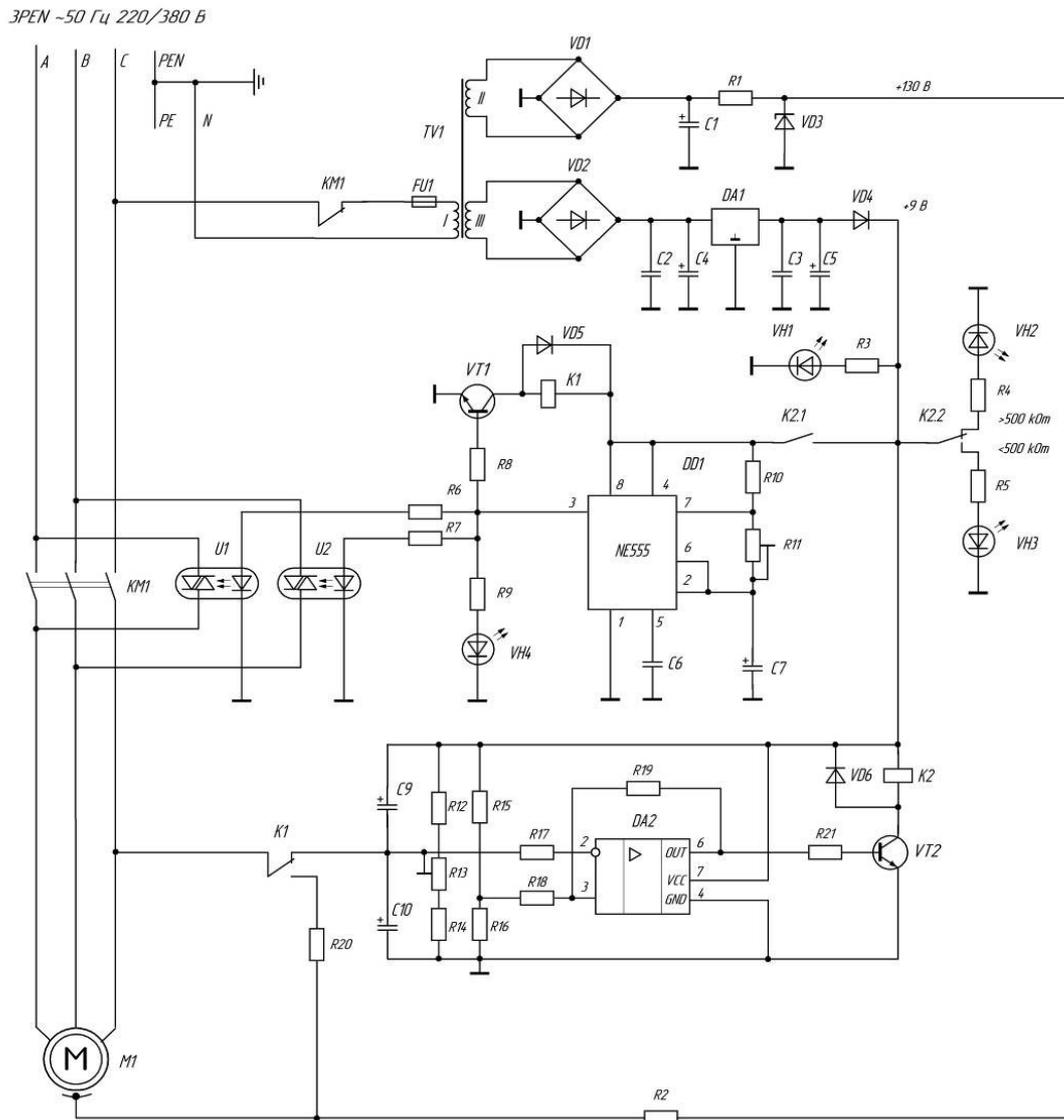


Рис. 1. Принципиальная схема устройства диагностирования.

С диодного моста $VD2$ напряжение подается на интегральный стабилизатор $DA1$. С диодного моста $VD1$ напряжение подается на стабилитрон $VD3$, который стабилизирует его на уровне 130 В – это напряжение является испытательным для проверки сопротивления изоляции и подается на корпус электродвигателя.

Вследствие протекания тока утечки через корпусную изоляцию под действием испытательного напряжения возникает падение напряжения на делителе $R12-R14$. Это напряжение через нормально замкнутый контакт $K1$ подается на инвертирующий вход 2 триггера Шмитта $DA2$.

Пока сопротивление изоляции не превышает установленной нормы, напряжение на инвертирующем входе триггера больше, чем на неинвертирующем, транзистор $VT2$ закрыт и обмотка реле $K2$ обес-

точена. Нормально замкнутый контакт $K2.2$ подает питание на светодиод $VH3$, который сигнализирует о сопротивлении изоляции выше 500 кОм. С помощью резистора $R13$ происходит регулирования порога срабатывания триггера.

Если сопротивление изоляции опускается ниже нормы, уменьшается напряжение на инвертирующем входе триггера $DA2$ и он переключается в противоположное состояние, на базе транзистора $VT2$ появляется положительное напряжение, которое его открывает. Реле $K2$ срабатывает и его контакт $K2.2$ подключает светодиод $VH2$, который сигнализирует о снижении сопротивления изоляции ниже 500 кОм.

Также замыкается контакт $K2.1$ и подает питание на генератор прямоугольных импульсов, выполненный на таймере $DD1$ серии 555. Частота следования импульсов регулируется резистором $R11$. В общем случае длительность импульса t_u и паузы t_n определяется соотношениями:

$$t_u = 0,693 \cdot (R_{10} + R_{11}) \cdot C_7; \quad (1)$$

$$t_n = 0,693 \cdot R_{11} \cdot C_7. \quad (2)$$

С выхода 3 таймера $DD1$ импульсы подаются на светодиоды оптопар $U1$, $U2$, что вызывает срабатывание их симисторов, включенных параллельно силовым контактам магнитного пускателя $KM1$. Это, в свою очередь, приводит к кратковременной подаче фазного напряжения на две последовательно включенные обмотки электродвигателя. Для вращения ротора двигателя этого недостаточно, но протекающий по обмоткам ток подогревает и сушит их.

Одновременно со срабатыванием оптосимисторов $U1$, $U2$ импульсы от таймера $DD1$ подаются на базу биполярного транзистора $VT1$, который открывается и подает питание на катушку реле $K1$. Нормально замкнутый контакт реле $K1$ отключает триггер Шмитта $DA2$ от электродвигателя на момент подачи высокого напряжения. Резистор $R20$ предотвращает ложное срабатывание триггера Шмитта, имитируя пониженное до 510 кОм сопротивление изоляции. Конденсаторы $C9$, $C10$ устраняют скачки напряжения на входе триггера при переключении из режима сушки в режим измерения и одновременно защищают вход триггера от помех.

В паузах между импульсами, когда реле $K1$ обесточено, а оптосимисторы $U1$, $U2$ закрыты, осуществляется контроль сопротивления изоляции и если оно пришло в норму, триггер Шмитта на операционном усилителе $DA1$ обесточит реле $K2$ и сушка прекратится. Чередование сушки и контроля изоляции с точки зрения энергозатрат гораздо эффективнее непрерывной сушки.

Полупроводниковые диоды $VD5$, $VD6$ защищают транзисторы $VT1$, $VT2$ от э.д.с. самоиндукции, которые наводятся в катушках реле $K1$, $K2$ во время их срабатывания.

Светодиод *VH1* информирует о наличии напряжения питания, а светодиод *VH4* – о работе генератора импульсов.

Выводы. Устройство позволяет повысить эксплуатационную надежность асинхронных электродвигателей за счет поддержания сопротивления изоляции в пределах норм, установленных ПУЭ. Это позволит увеличить ресурс безаварийной работы электродвигателей в производстве с условиями окружающей среды, при которых возможно проникновение влаги в их изоляционную конструкцию.

Список использованных источников.

1. *Овчаров С.В.* Ресурсосберегающие эксплуатационные режимы силового электрооборудования / *С.В. Овчаров.* – К.: Издательство ТОВ «Аграр Медиа Груп», 2012. – 294 с.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Харьков: Издательство «Индустрия», 2012. – 352 с.
3. *Пахомов А.* Устройство автоматической сушки обмоток электродвигателя / *А. Пахомов // Журнал Радио.* – 2002, №6. – С. 32 – 33.

ПРИСТРІЙ ДІАГНОСТУВАННЯ ОПОРУ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Курашкін С.Ф.

Анотація – робота присвячена розробці пристрою діагностування опору ізоляції асинхронних електродвигунів. У пристрої реалізована можливість підтримки опору ізоляції в межах нормованого значення за допомогою імпульсів струму підвищеної частоти. Сушка ізоляції відбувається під час технологічної паузи обладнання, при відключеному електродвигуні.

FUNCTIONAL DIAGNOSTIC MODE OF THE WORKING THE GROUP OF THE INDUCTION ELECTRIC MOTORS

S. Kurashkin

Summary

Work is dedicated to device development for diagnostic the resistance isolation of asynchronous electric motors. The possibility of maintenance of resistance isolation is realized in a device within the limits of the rationed value by the impulses of current of high frequency. Drying of isolation is produced during the technological pause of equipment, at a power-off electric motor.