

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Курашкин С.Ф., к.т.н.

Таверический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-32-63

Аннотация – работа посвящена разработке устройства диагностирования режимов работы погружного электродвигателя.

Ключевые слова – диагностирование, режим работы электрооборудования, асинхронный электродвигатель, погружной насос.

Постановка проблемы. Опыт эксплуатации электрооборудования в сельскохозяйственном производстве показывает высокую аварийность асинхронных электродвигателей погружных насосов, что ведет к дополнительным технологическим убыткам, незапланированным ремонтам электрооборудования. По данным [1] 85...90% насосов выходят из строя из-за неисправностей в электродвигателях – сгорает обмотка, т.к. не срабатывает защитно-отключающее устройство. Значительная аварийность обусловлена особенностями эксплуатации в условиях сельскохозяйственного производства – асимметрией напряжений и токов, питание потребителей по воздушным линиям электропередачи, имеющим значительную протяженность.

Существующие устройства диагностирования и защиты погружных электродвигателей от аварийных режимов имеют недостаточную эксплуатационную надежность. Исследования, связанные с разработкой устройств повышающих эксплуатационную надежность погружных электродвигателей являются актуальными.

Анализ последних достижений. Стратегии обслуживания электродвигателей, которые применяются в настоящее время – обслуживание по необходимости, планово-профилактическое и планово-диагностическое обслуживание не позволяют контролировать текущее развитие повреждений и износа отдельных элементов их конструкции.

Применение функционального диагностирования [2], которое базируется на стратегии раннего предупреждения процессов износа изоляции обмоток электродвигателей, позволяет непрерывно контролировать параметры, характеризующие текущее техническое состояние изоляции и своевременную подачу сигнала обслуживающему персоналу об аномальном развитии процессов в электрической машине с целью дальнейшего более глубокого диагностирования ее технического состояния во время технологической паузы.

Для защиты погружных электродвигателей от аварийных режимов и повышения их эксплуатационной надежности в настоящее время применяются станции управления ШЭП, ШЭТ, «Каскад» построенные по токовому принципу защиты и станция управления УСУЗ, реализующая комбинированный принцип защиты. В отдельных случаях при значительной асимметрии и малой нагрузке возможен выход из строя электродвигателя, защищаемого этими устройствами,

также не учитывается значительная перегрузочная способность погружного электродвигателя.

Формулировка цели статьи. Целью статьи является дальнейшая разработка устройства функционального диагностирования режимов работы погружного электродвигателя на базе математической модели процесса расхода его ресурса изоляции [3, 4].

Основная часть. В соответствии с техническими требованиями и на основании структурной схемы, приведенной в [3], была разработана принципиальная схема устройства диагностирования эксплуатационных режимов работы погружного электродвигателя, которая приводится на рис. 1.

Реализация алгоритма работы устройства диагностирования (рис. 2) возложена на микроконтроллер DD2, в постоянной памяти которого хранится программное обеспечение. Все остальные элементы подключаются к портам ввода-вывода микроконтроллера и управляются им. Загрузка программного обеспечения осуществляется с помощью интерфейса JTAG (разъем X3), предназначенного для внутрисхемного программирования.

Питается устройства от стабилизированного источника напряжением +5 В, включающего понижающий трансформатор Tr1, выпрямительный мост VD1 и интегральный стабилизатор напряжения VR1. Индикация работы источника питания и устройства в целом осуществляется с помощью светодиода LED1. Индикация режимов работы выполнена с помощью жидкокристаллического индикатора HG1.

Блок измерения фазных токов выполнен на монолитных интегральных датчиках тока DA1 – DA3, в которых используется эффект Холла. Входная цепь гальванически развязана от выходной цепи. Выходное напряжение с датчиков подается на выводы ADC0 – ADC2 аналого-цифрового преобразователя (АЦП) микроконтроллера DD2. АЦП микроконтроллера использует источник опорного напряжения, выполненный на микросхеме DA4.

Управление погружным электродвигателем осуществляется с помощью электромеханических реле K1 и K2, которые являются нагрузками транзисторных ключей VT1 и VT2 соответственно.

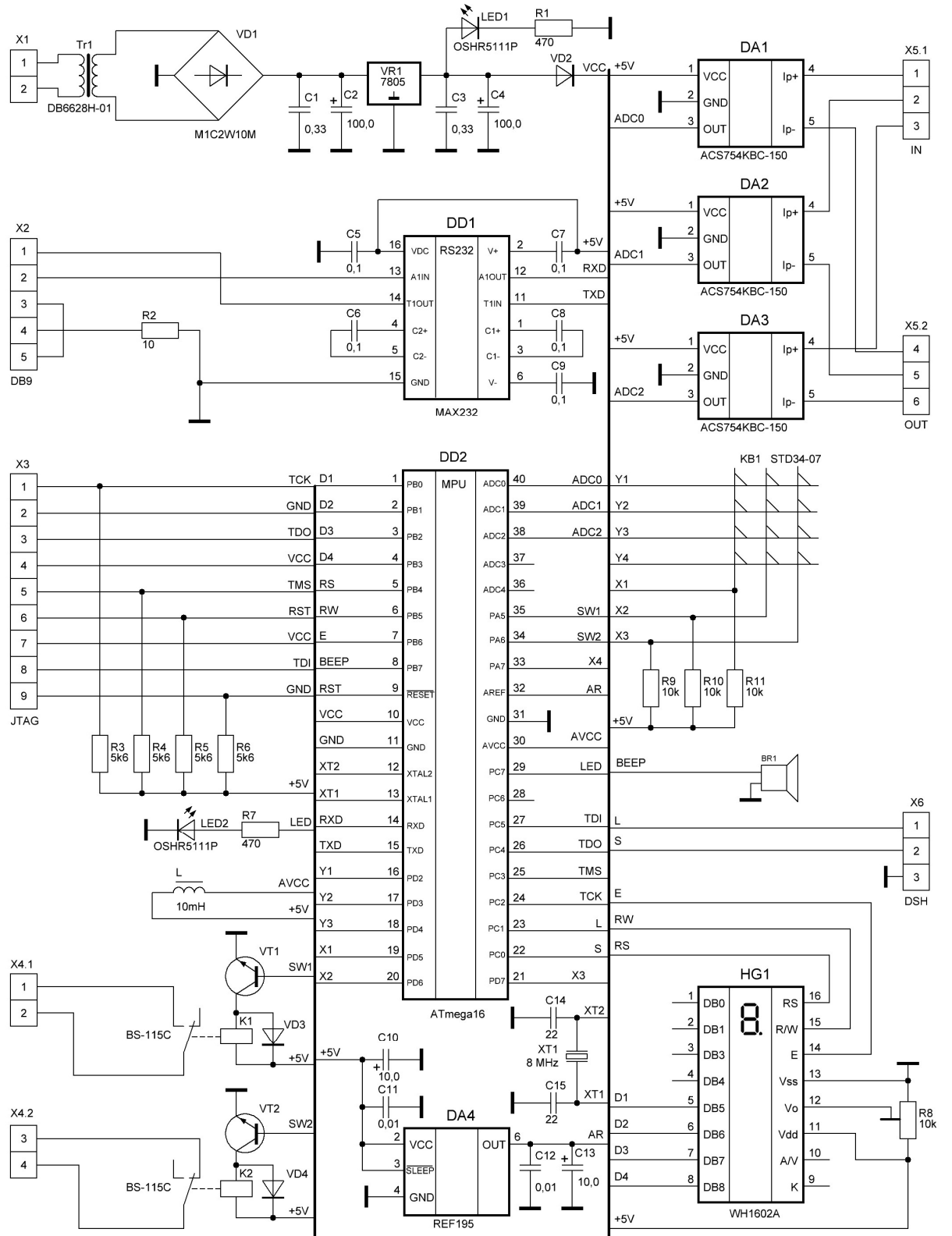


Рис. 1. Принципиальная схема устройства диагностирования.

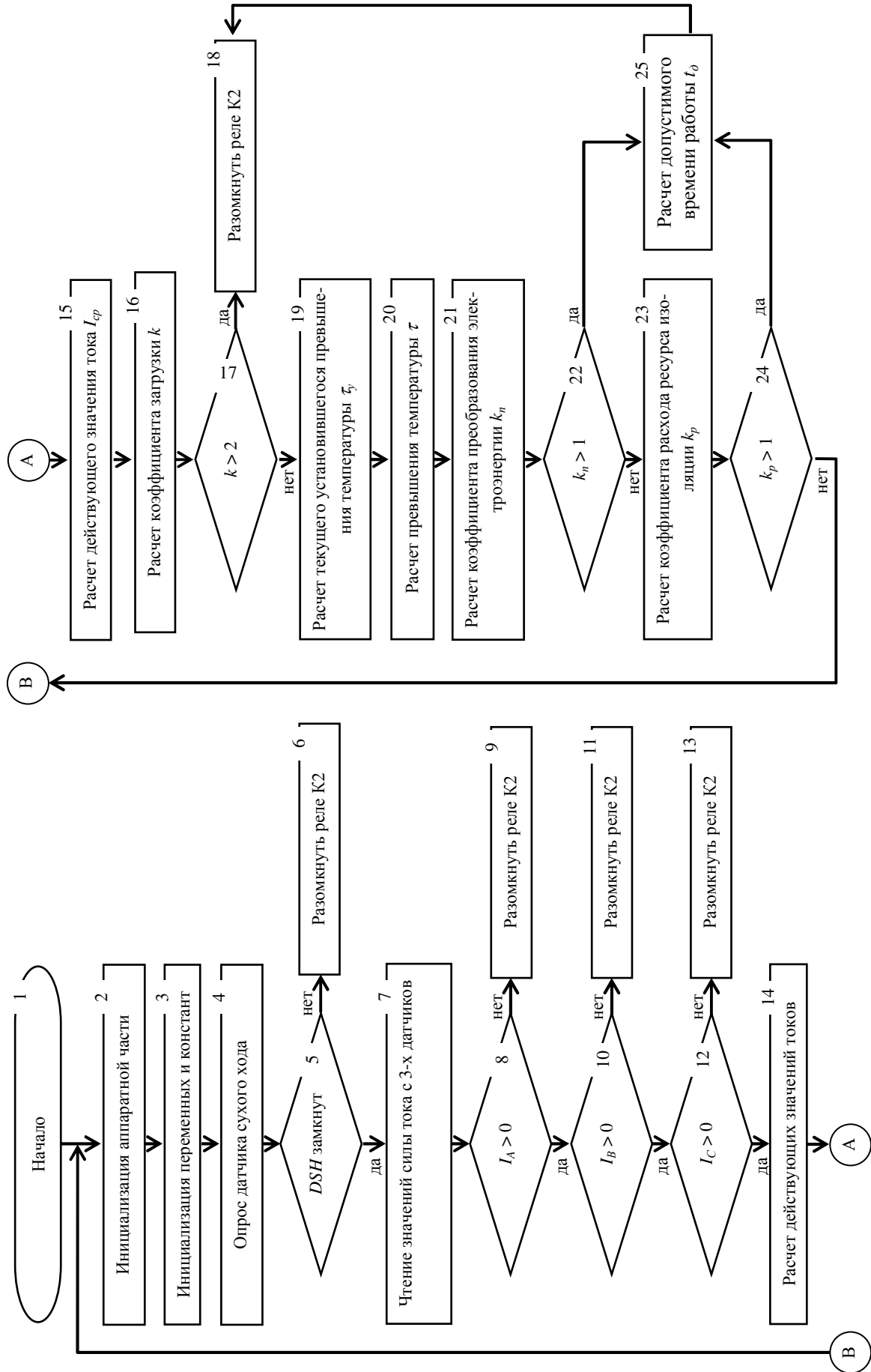


Рис. 2. Алгоритм работы устройства диагностирования.

Контакты реле К1 предназначены для пуска двигателя с клавиатуры КВ1. Контакты реле К2 находятся в цепи питания катушки магнитного пускателя электродвигателя для его отключения от сети в случае аномального режима или технологической необходимости.

Сопряжение с персональным компьютером или GSM-модемом выполнено на интегральном преобразователе уровня DD1 и обеспечивает связь по протоколу RS-232C (разъем X2). Обмен данными с микроконтроллером DD2 осуществляется по шине RXD-TXD встроенного асинхронного приемопередатчика микроконтроллера.

Алгоритм работы (рис. 2) устройства заключается в следующем. При включении устройства выполняется инициализация аппаратной части, переменных и констант модели (блоки 2, 3), после чего микроконтроллер опрашивает состояние датчика «сухого хода» (блоки 4, 5). Если контакты датчика не омываются водой – контакт DSH разомкнут, микроконтроллер дает команду исполнительному реле К2 на размыкание. Включение электродвигателя невозможно.

В случае если контакт DSH замкнут, выполняет считывание значений силы тока электродвигателя с трех датчиков тока (блоки 8, 10, 12). Производится проверка на наличие полнофазного режима – если отсутствует ток любой из фаз, реле К2 размыкается, пуск электродвигателя невозможен, в случае, если он не был еще запущен, либо электродвигатель отключается от сети, если до этого находился в работе. При полнофазном режиме микроконтроллер выполняет расчет среднеквадратичного значения силы тока (блок 14) и коэффициента загрузки (блок 15) [4]. При коэффициенте загрузки более двух электродвигатель погружного насоса отключается от сети, т.к. на реле К2 от микроконтроллера поступает команда на размыкание (блоки 17, 18).

На основе собранных данных и начальных условий в соответствии с математической моделью диагностирования теплового режима работы [3] производится расчет установившегося превышения температуры обмотки электродвигателя (блок 19), текущего превышения температуры обмотки электродвигателя (блок 20), коэффициента преобразования электроэнергии (блок 21), коэффициента расхода ресурса изоляции (блок 23) [4].

Условием дальнейшей работы насосного агрегата является выполнения условия, при котором коэффициент преобразования электроэнергии и коэффициент расхода ресурса изоляции не превышают предельного значения, иначе микроконтроллер производит расчет допустимого времени работы электродвигателя (блок 25). Расчет времени производится в виде отдельной подпрограммы, до тех пор, пока не наступит одно из событий: коэффициенты преобразования электроэнергии и расхода ресурса изоляции уменьшаться до предельного значения либо истечет расчетное время допустимой работы. В первом

случае электродвигатель продолжает работать и выполнять технологическую операцию, а во втором – отключается от сети. Через заданный промежуток времени цикл повторяется.

Выводы. Разработанное устройство позволяет диагностировать эксплуатационный режим работы погружного электродвигателя на основании математической модели расхода ресурса его изоляции. Проведенные расчеты надежности устройства показали среднее время безотказной работы устройства более 130 тыс. ч.

Литература

1. *Майоров В.Н.* Исследование эксплуатационной надежности защитно-отключающих средств станций управления погружными насосами / *В.Н. Майоров, Ю.О. Истомин* // Научно-технический бюллетень Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства. – Новосибирск: – 1980. – № 6. – С.43.

2. *Овчаров В.В.* Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / *В.В. Овчаров.* – К.: УСХА, 1990. – 168 с.

3. *Курашкін С.Ф.* Математична модель і пристрій діагностування експлуатаційних режимів роботи електродвигуна заглибного насосу/ *С.Ф. Курашкін* // Вісник Харківського національного університету сільського господарства «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2010. – Вип. 102. – С.131-132.

4. *Курашкин С.Ф.* Диагностирование эксплуатационного режима погружного электродвигателя / *С.Ф. Курашкин, Р.В. Телюта* // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. Общегосударственный научно-производственный и информационный журнал. 2010. – № 8 (78). – С.60-65.

ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ЗАГЛИБНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Курашкін С.Ф.

Анотація

Робота присвячена розробці пристрою діагностування режимів роботи заглибного електродвигуна.

THE DIAGNOSE OF SUBMERSIBLE ELECTRIC MOTOR MODE

S. Kurashkin

Summary

The work is dedicated to the device development for diagnose submersible motor mode.