ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УДК 622.532:004.4

В.Г. Каширских, А.Н. Гаргаев

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Существенного повышения надежности главных электроприводов карьерных экскаваторов можно добиться применением системы функционального диагностирования их технического состояния. На основании данных специализированного монтажно-наладочного цеха Нерюнгринского угольного разреза нами был произведен анализ простоев экскаваторов ЭКГ-20, в результате которого выявлено, что наибольшее время простоев вызывают отказы тиристорного преобразователя, на втором месте находятся простои из-за отказов электродвигателей постоянного тока, на третьем – простои из-за отказов системы импульсно-фазового управления [1]. Эта информация была положена в основу построения структуры разработанной нами системы функциональной диагностики электроприводов (рис. 1).

Здесь ПЛК – программно-логический контроллер, БИТ – блок импульсных трансформаторов, СИФУ – система импульсно-фазового управления, ЩКА – щеточно-коллекторный аппарат электродвигателя. Сигналы от датчиков, расположенных на электрооборудовании экскаватора, подаются на распределенные модули ввода, которые соединены с ПЛК. Применение этих модулей объясняется достаточно большим количеством входных сигналов, а также повышенной помехозащищенностью системы, поскольку сигналы с модулей ввода подаются в ПЛК уже в цифровом виде.

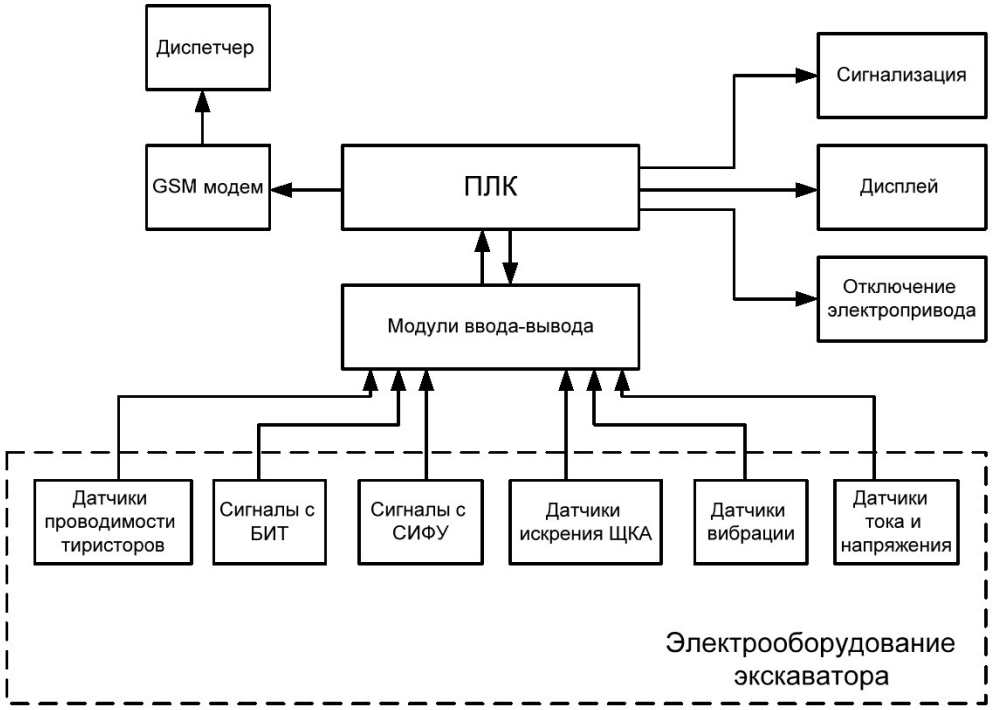


Рис. 1. Структура системы функциональной диагностики

Информация о техническом состоянии электрооборудования экскаватора выводится на дисплей, который расположен в кабине машиниста. В случае выхода параметров за допустимые пределы на дисплее будет показан вид неисправности и включится звуковая сигнализация. Если сигналы с датчиков соответствуют аварийному режиму, то в ПЛК формируется команда на отключение диагностируемого электропривода. Информация о состоянии электроприводов через GSM-модем передается также диспетчеру, который сможет информировать наладчиков о возникшей неисправности.

Алгоритм диагностирования электропривода экскаватора ЭКГ-20 представлен на рис. 2. Он состоит из трех последовательно выполняемых процедур.

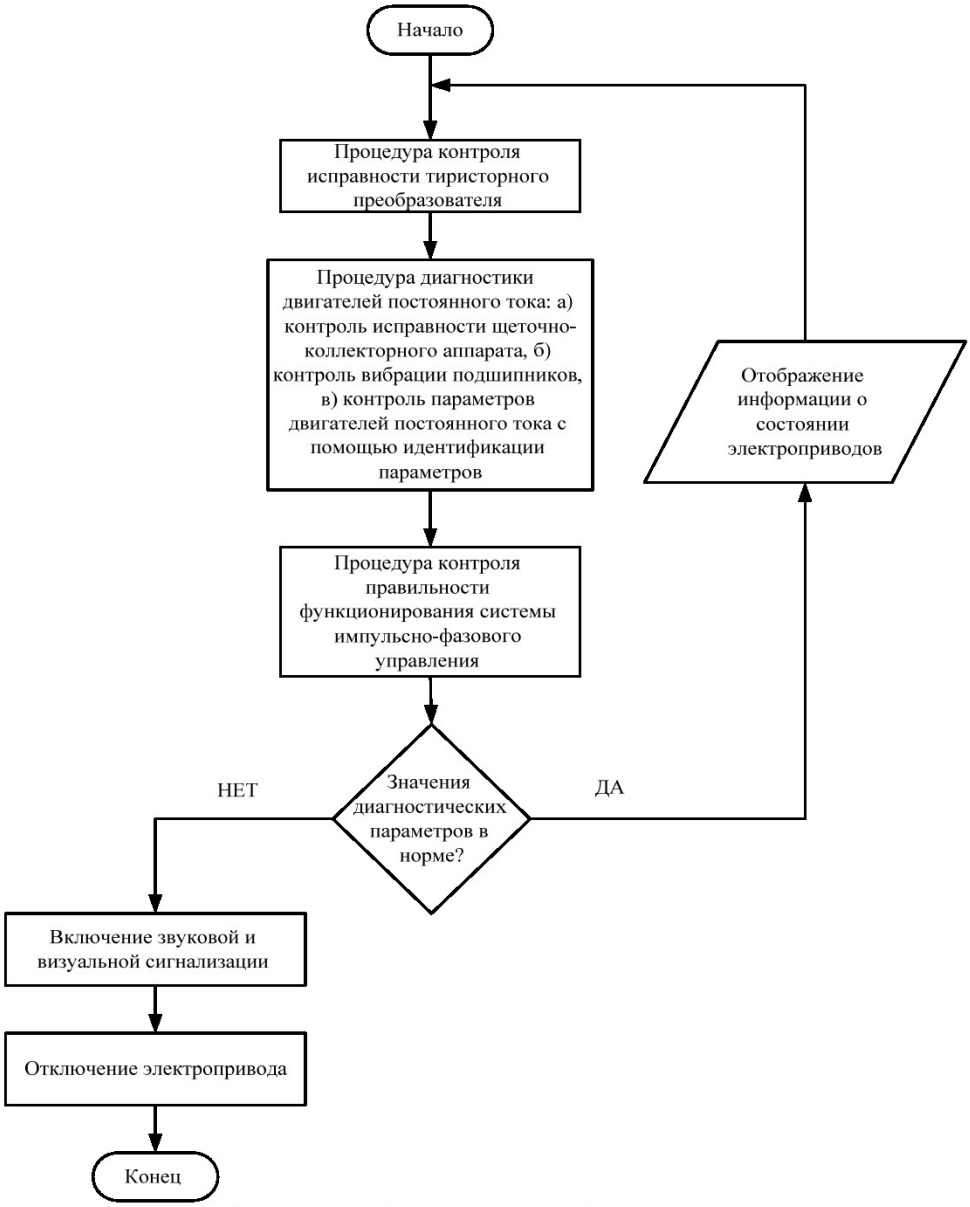


Рис. 2. Алгоритм функционального диагностирования

Принцип диагностирования силовых тиристоров заключается в выявлении неисправного тиристора с помощью анализа его состояния при различных комбинациях тестового и управляющего сигналов (см. рис. 3).

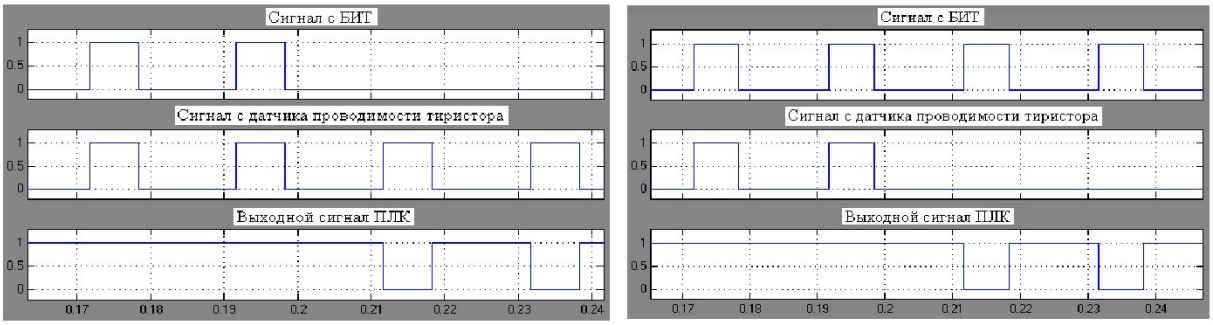
Тестовые сигналы высокой частоты ($f \geq 1$ кГц), поступающие на тиристоры, не влияют на их работу, но позволяют определять неисправности [2].

Рис. 3. Функциональная схема контроля состояния тиристоров и блока импульсных трансформаторов

Работа отдельных устройств диагностирования, входящих в состав разработанной системы, поясняется графиками, полученными при компьютерном моделировании электроприводов с имитацией некоторых неисправностей.

Напряжение, снимаемое с датчика проводимости тиристора, через усилитель подается в ПЛК. Также в ПЛК подается сигнал с БИТ, который является управляющим.

В случае одновременного наличия обоих сигналов ПЛК формирует сигнал «1». Таким образом, исключается работа сигнализации, когда тиристоры открываются под действием управляющих импульсов. Отсутствие сигнала с БИТ и наличие сигнала с датчика проводимости тиристора указывает на пробой данного тиристора, при этом на выходе ПЛК формируется сигнал «0» и на дисплее указывается номер неисправного тиристора (рис. 4,а). Наличие сигнала с БИТ и отсутствие сигналов с датчика проводимости тиристора свидетельствует об обрыве управляющего электрода. На выходе ПЛК также формируется сигнал «0» и на дисплее указывается номер неисправного тиристора (рис. 4,б).



а б

Рис. 4. Сигнал с БИТ, сигнал с датчика проводимости тиристора и выходной сигнал ПЛК: а) при пробое тиристора; б) при обрыве управляющего электрода

Данное устройство позволяет также контролировать состояние БИТ. На вход ПЛК подается сигнал с БИТ и с соответствующего канала СИФУ. При наличии обоих импульсов на выходе ПЛК формируется сигнал «1». Для работы данной подсистемы в ПЛК необходимо запрограммировать логическую функцию:

$$Y = \overline{x_2 \cdot \left(\overline{x_1} + \overline{x_3}\right) + \overline{x_2} \cdot \left(x_1 + x_3\right)} .$$

Двигатель постоянного тока является сложной электромеханической системой, поэтому создаваемая для него система диагностирования будет иметь несколько подсистем: контроля щеточно-коллекторного аппарата, контроля подшипников и контроля его электромагнитных параметров, определяемых в процессе работы двигателя на основе динамической идентификации [3].

В общем случае сигналы с датчиков искрения ЩКА [4], датчиков вибрации подшипников, а также вычисленные электромагнитные параметры двигателя постоянного тока сравниваются с заданными их предельными значениями, при достижении которых на выходе ПЛК формируется сигнал «0» (рис. 5), что сопровождается вышеописанными действиями.

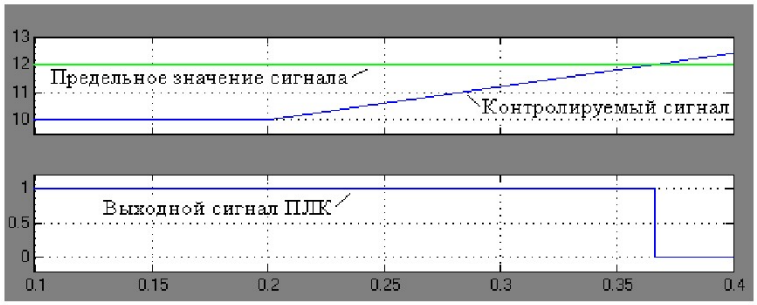
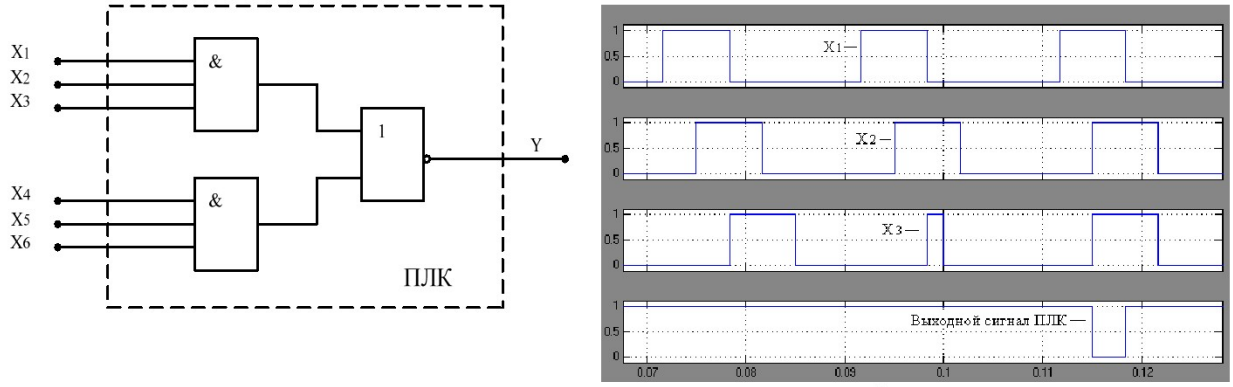


Рис. 5. Сигналы, поясняющие работу подсистемы диагностики двигателя постоянного тока

Выходным сигналом СИФУ является шестифазная последовательность положительных импульсов длительностью 120 эл.град. Для контроля последовательности импульсов с помощью ПЛК создана логическая схема (см. рис. 6,а), которая реализует функцию:

$$Y = \overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_4 \cdot x_5 \cdot x_6} .$$

Сигналы с трех последовательно по порядку работы выходов ячейки подаются на входы схемы «3И-НЕ» [2]. При нормальной работе СИФУ сигналы на выходах схем не совпадают. В случае нарушения последовательности импульсов, сигналы на входах какой-либо схемы «3И-НЕ» совпадут, на выходе контроллера сформируется «0» (рис. 6,б) и на дисплее машиниста будет указана данная неисправность.



а б

Рис. 6. Устройство контроля выходных импульсов системы импульсно-фазового управления: а) функциональная схема; б) нормальные импульсы – X1, X2, импульс с нарушенной временной последовательностью – X3 и выходной сигнал ПЛК

Структура данной системы позволяет производить дальнейшее расширение ее функциональных возможностей. Перспективным является создание подсистемы прогнозирования расхода ресурса оборудования экскаватора, информация которой позволит проводить техническое обслуживание экскаватора по фактическому техническому состоянию его оборудования, т.е. устранять отказы на этапе их зарождения.

Применение данной системы позволит сократить время поиска неисправностей в системах главных электроприводов карьерных экскаваторов и сократить время простоев, что приведет к ощутимому экономическому эффекту для горного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гаргаев А.Н.* Статистика простоев экскаваторов ЭКГ-20 на разрезе «Нерюнгринский» // Сборник докладов студентов и аспирантов по материалам 53-й научно – практической конференции, 2008. Т1. С.97-100.(Руководитель: Каширских В.Г.)

2. Отчет по НИР, КузПИ, тема №214-82: Испытание и совершенствование тиристорных электроприводов и систем их диагностирования. Научный руководитель канд. тех. наук, доцент Гаврилов П.Д. // Кемерово, 1984.-65с.

3. *Каширских В.Г., Анисимов А.Г.* Оценка параметров двигателя постоянного тока с помощью метода наименьших квадратов // Вестн.КузГТУ, 2003.-№4. С.70-71.

4. А.с. №2071076 МПК G01R31/34. Устройство для диагностики работы щёточно-контактного аппарата электрической машины / Бережанский В.Б., Ростик Г.В., Симачев В.Г. (Россия). Опубл. 27.12.1996.

Авторы статьи:

Каширских
Вениамин Георгиевич
- докт/ техн/ наук, проф., зав. каф. электропривода и автоматизации
КузГТУ, т. 8(3842)58-33-56, e-mail: kvg@kuzstu/ru

Гаргаев
Андрей Николаевич
-студент гр. ЭА-031 (КузГТУ)

УДК 6222.621.31-213.34:622.86

Г.И. Разгильдеев, В.М. Друй

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ОПАСНОГО СОСТОЯНИЯ РУДНИЧНОГО ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Многолетняя практика эксплуатации рудничного взрывозащищенного электрооборудования (РВЗЭО) на угольных шахтах свидетельствует об имеющих место фактах повреждения его средств взрывозащиты (СВЗ), что приводит РВЗЭО в опасное для эксплуатации во взрывоопасной среде состояние. Наибольшее число повреждений СВЗ возникает, как показано в [1], при переносе РВЗЭО на новое место установки при подвигании горных работ.

В [2, 3] показано, что СВЗ РВЗЭО не обладают отказными признаками и поэтому к ним не могут быть применены показатели надежности по ГОСТ 27.002-89.