

УДК 004.891.3

## СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНО- АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРИ ПОМОЩИ LABVIEW

**А.Е. Козярук, Ю.Л. Жуковский, А.А. Коржев**

*Санкт-Петербургский государственный горный институт имени  
Г.В. Плеханова (технический университет), г. Санкт-Петербург*

*Жұмыста қажетті өлшемді құрайтын және оны компьютерге  
түсіретін деректер жиынтығынан құрылған бағдарламалы-  
аппараттық кешенін құрудың өңдемесін жасау ұсынылады.*

*This work presents development of a hardware-software complex  
consisting of the computer and the device of data gathering, making  
necessary measurements and transferring them of the computer.*

### Постановка задачи

Затраты на ремонт и техническое обслуживание вращающегося электрооборудования составляют значительную часть общих эксплуатационных затрат промышленных предприятий. При этом их общая доля в процессе эксплуатации по мере выработки ресурса возрастает. По этому особую важность имеют вопросы связанные с оценкой текущего состояния используемого вращающегося электрооборудования, своевременной диагностики аварийных и предаварийных режимов его работы, оценки остаточного ресурса используемого оборудования. На данный момент перспективным является переход от технического обслуживания по регламенту или по выходу из строя оборудования к обслуживанию по фактическому состоянию. При эксплуатации электрооборудования по фактическому состоянию контроль осуществляется по вторичным параметрам, поэтому эти параметры должны удовлетворять определенным требованиям:

Измерение параметров должно обеспечиваться по возможности простыми, портативными техническими средствами;

Диапазон изменения контролируемых параметров в процессе работы механизма от состояния «отличное» до состояния «неудовлетворительное» должен быть достаточно большим для своевременного выявления зарождающихся дефектов и достоверного прогнозирования остаточного ресурса;

Стоимость выполнения работ по контролю вторичных параметров и время их выполнения должны быть существенно ниже, чем при ремонтах;

Высокая достоверность контроля по вторичным параметрам;

Параметры контроля должны быть по возможности универсальны для диагностики одинаковых дефектов однотипного оборудования.

Для перехода с обслуживания и ремонта по регламенту на ремонт и обслуживание по фактическому состоянию необходима тщательная диагностика электрооборудования, причем, чтобы подготовиться к ремонту, желательно обнаружить все дефекты, влияющие на ресурс, задолго до отказа. По этим причинам необходимо применение методов диагностики не только относящихся к категории функциональных, но и позволяющих выявить дефект конкретной части электрооборудования. К тому же методы функциональной диагностики экономически наиболее предпочтительны, так как не требуют даже временного вывода электрооборудования из эксплуатации.

Разрабатываемый комплекс должен быть мобильным и осуществлять диагностику без непосредственного доступа к электрооборудованию. Программа, выполняемая на компьютере, должна, в свою очередь, определенным образом обработать входную информацию и определить наиболее вероятный вид повреждения работающего электропривода или сделать заключение об его исправности. Разрабатываемый метод диагностики электроприводов по электрическим параметрам позволит также хранить на компьютере большие базы данных с информацией об отслеживаемой динамике повреждений электродвигателя с последующим прогнозированием выхода его из строя, а так же использовать искусственные нейронные сети, нечеткую логику и экспертные системы.

#### **Используемое оборудование и программное обеспечение**

При разработке системы диагностики планируется использовать: среду графического программирования – LabVIEW 8.5; модульную систему сбора данных NI CompactDAQ, а именно модули C – серии NI 9206, NI 9211, NI 9233.

Описание решения.

Возможность создания системы диагностики электроприводов переменного тока основана на том, что любые неисправности

электрических машин и механизмов, сопряженных с ними, в конечном итоге приводят к возникновению электромагнитной несимметрии поля в зазоре машины, а, следовательно, к изменению спектрального состава токов и напряжений. Также в качестве критерия для оценки энергетических процессов в реальной машине, обладающей неравномерным полем в воздушном зазоре и, как следствие, имеющей полигармонический состав спектра токов и напряжений, используют сравнение величины потерь мощности на характерных для определенных повреждений частот с эталонными сигналами, полученными на исправном агрегате. Таким образом, анализируя форму графика сигнала тока и мощности на определенном периоде времени можно обнаружить повреждение в электромеханической части электродвигателя и распознать его вид.

Разрабатываемый измерительный комплекс содержит следующие оборудования. 5 – датчик тока; 6 – датчик напряжения; 7 – фильтр низких частот; 8 – устройство сбора данных; 9 – портативный компьютер. Также на рис.1 изображены: 1 – статический силовой преобразователь; 2 – электрический двигатель; 3 – механический преобразователь; 4 – рабочий орган.

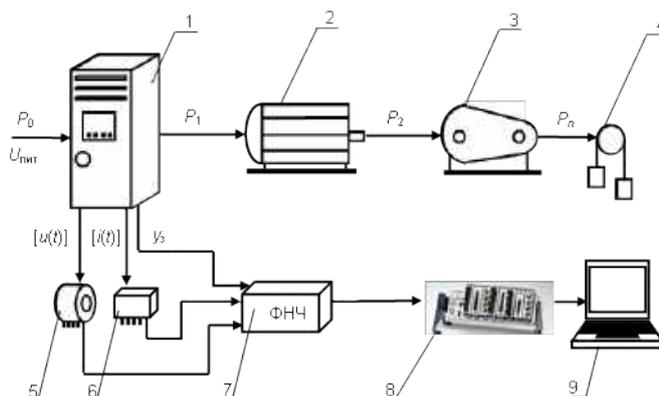


Рисунок 1 - Структурная схема диагностического комплекса

Работа комплекса диагностики и оценки остаточного ресурса электроприводов переменного тока реализуется следующим образом. На вход статического силового преобразователя 1 из питающей сети поступает мощность  $P_0$ , преобразователь осуществляет в соответствии с введенным в него заданием  $y_3$  управление координатами скорости, момента и положения электродвигателя 2. С выхода преобразователя 1 сигнал мощности  $P_1$  поступает на вход электродвигателя 2, в котором

после преобразования мощность на выходе будет равна  $P_2$ . Сигнал мощности  $P_2$  поступает на вход механического преобразователя 3, с выхода которого мощность  $P_n$  поступает на рабочий орган 4. Сигнал трехфазного напряжения  $[u(t)]$  и трехфазного тока  $[i(t)]$  с преобразователя 1 поступают на датчики тока 5 и напряжения 6, аналоговый сигнал с датчиков 5 и 6 поступает на вход фильтра низкой частоты 7, также на фильтр 7 от преобразователя 1 поступает сигнал задания  $u_3$ . Отфильтрованные сигналы с выхода 7 поступают на вход устройства сбора данных 8 осуществляющие согласование сигналов и гальваническую развязку, в состав которого входит аналогово-цифровой преобразователь, который преобразует аналоговый сигнал в цифровой и передает его на портативный компьютер (ноутбук) 9. Данные, поступившие на компьютер, вносятся в базу данных и обрабатываются, после чего осуществляется расчет остаточного ресурса электропривода переменного тока.

В связи с необходимостью разработки на базе персонального компьютера программного комплекса диагностики электрооборудования, включающего несколько виртуальных приборов в составе единой аппаратной системы, и допускающего их параллельное использование при реализации планируется использовать оборудование компании National Instruments и среду графического программирования LabVIEW, что позволит создать легко дополняемое программное обеспечение модульного типа, а также осуществлять удаленное управление через сеть Ethernet.

Применение модульной системы сбора данных NI CompactDAQ позволит реализовать измерения с достаточной точностью и быстродействием. Подключение с помощью шины USB к ноутбуку позволит построить мобильную систему способную осуществлять диагностику электроприводов находящихся в труднодоступных местах, без непосредственного доступа к электрооборудованию, так как датчики тока и напряжения подключаются к шкафу управления электроприводом. Модульность данной системы позволит не ограничиваться измерением только электрических величин в случае, когда к диагностируемому оборудованию есть доступ. Применяя различные модули можно расширить диапазон контролируемых параметров, например, дополнительно контролировать температуру и вибрации.

При проектировании программного обеспечения в среде LabVIEW используется блок-схема, изображенная на рис. 2. Модуль сбора данных предназначены для чтения сигналов с измерительных датчиков, а остальные модули выполняют функции обработки, визуализации и регистрации данных.

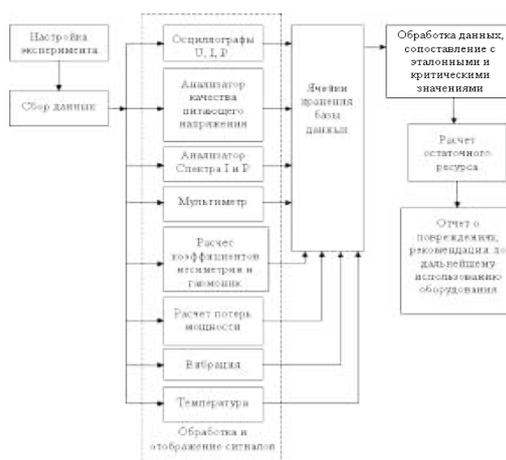


Рисунок 2 - Блок-схема алгоритма программного обеспечения

В блоке настройки эксперимента производится выбор максимального уровня измеряемых сигналов тока и напряжения, ввод номинальных параметров электрооборудования, выбор времени замера. Блок сбора данных осуществляет сбор измеренных сигналов с указанных датчиков и передачу на соответствующие блоки обработки и отображения сигналов. Блок обработки и отображения сигналов содержит следующие составляющие: осциллографы мгновенных значений тока, напряжения и мощности; анализатор качества питающего напряжения; анализатор спектра тока и мощности, который производит преобразование Фурье полученных сигналов; мультиметр отображающий действующие значения мгновенных величин; блок расчета потерь мощности; блок измерения вибраций; блок измерения температуры.

Данные с блока обработки и отображения поступают в ячейки хранения базы данных, в которых хранится информация о предыдущих измерениях, а также эталонные и критические значения сигналов. В следующем блоке происходит обработка данных и сопоставление измеренных значений с эталонными и критическими. После сопоставления информация поступает на блок расчета остаточного ресурса, после чего конечный блок выдает отчет о наличии повреждения в электрооборудовании и рекомендации по его дальнейшему использованию.

**Внедрение:**

Разрабатываемый комплекс может быть внедрен на предприятиях добычи и переработки нефти, а также на горнодобывающих предприятиях для диагностики электроприводов переменного тока, работающих в сложных условиях, в том числе и когда непосредственный доступ к

диагностируемому оборудованию затруднен или невозможен, например, для приводных двигателей горно-транспортных машин, приводных двигателей скважинных погружных насосов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аврамчук В.С., Бацева Н.Л. Функциональный контроль и диагностика электротехнических и электромеханических систем и устройств по цифровым отсчетам мгновенных значений тока и напряжения. - Томск, 2003.
2. Корпоративный сайт National Instruments <http://www.ni.com>.