

## ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

**УДК 622.532:004.4**

**В.Г. Каширских, С.Г. Филимонов, А.Н. Гаргаев, В.Л. Чугайнов**

### МОБИЛЬНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Электрооборудование карьерных экскаваторов работает в весьма тяжелых условиях тряски, вибраций, ударов, большой запыленности, повышенной влажности, при значительных изменениях температуры окружающей среды. В процессе эксплуатации электрооборудования возникают отказы, на устранение которых требуется время. Это приводит к вынужденным простоям оборудования и, как следствие, к потерям прибыли. Из общего времени простоев экскаваторов, до пятидесяти процентов приходится на отказы электротехнического оборудования, из которых около сорока процентов – это отказы электрических машин.

Электрические машины повреждаются чаще всего из-за нарушения срока очередного текущего или капитального ремонта, плохого обслуживания или нарушения режима работы, на который они рассчитаны. Подобные процессы существуют и в других отраслях промышленности.

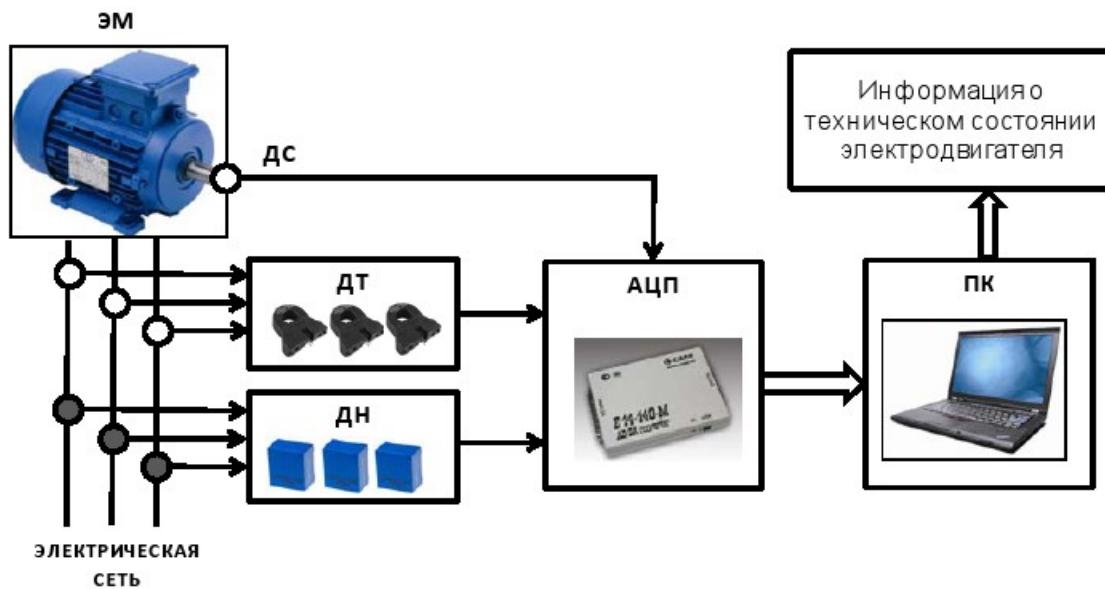
В настоящее время промышленные предприятия переходят от использования предупредительно – плановых работ к техническому обслуживанию оборудования по его фактическому техническому состоянию [1]. Для осуществления такого обслуживания необходимо наличие средств диагностирования, с помощью которого можно

оценивать техническое состояние оборудования и безошибочно определять время его ремонта или замены.

Диагностическое устройство для контроля состояния электрических машин должно удовлетворять следующим требованиям:

- мобильность;
- универсальность (диагностирование разных типов и марок электрических машин);
- легкое подключение;
- работа в реальном времени, без останова и разбора оборудования, в процессе эксплуатации;
- достоверность определения и локализация неисправности с заданной вероятностью.

Для того чтобы предотвратить или быстро найти неисправность, необходимо иметь информацию об электромагнитных процессах, происходящих в электрических машинах. Использование этой информации в процедуре динамической идентификации позволит в режиме реального времени определить параметры и переменные состояния электрической машины [2]. Для этого необходимо использовать датчики тока и напряжения, а также аналого-цифровой преобразователь и компьютер с оригинальным программным обеспечением. Все эти требования были положены в ос-



*Рис. 1. Блок-схема мобильного испытательного стенда*



Рис. 2. Внешний вид мобильного испытательного стенда

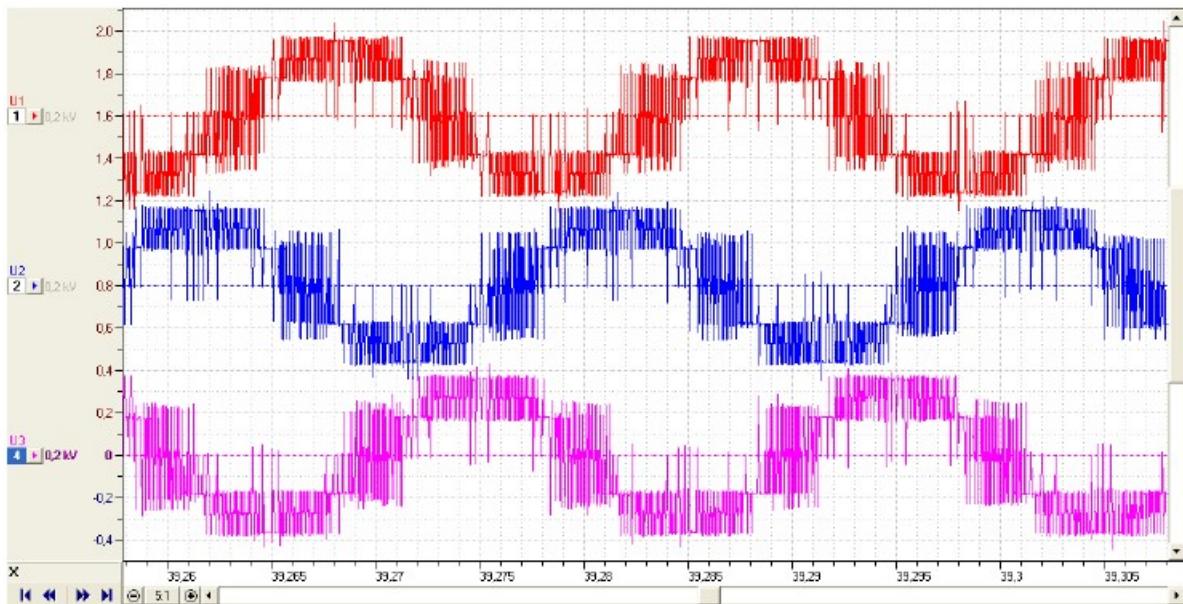


Рис. 3. Осциллограммы напряжений асинхронного двигателя, питаемого от преобразователя частоты

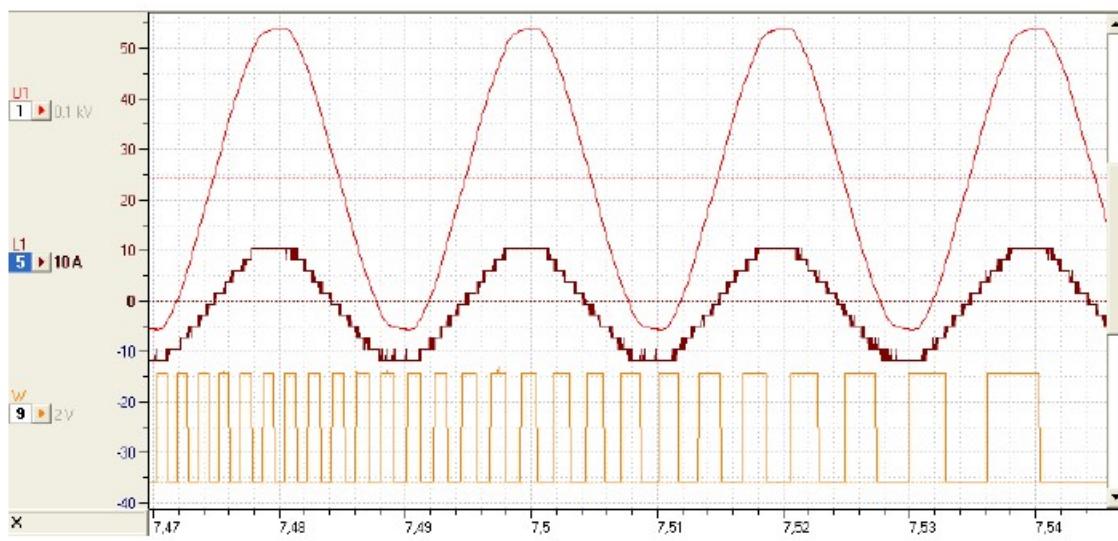
нову построения структуры разработанного нами мобильного испытательного стенда для электрических машин (рис. 1, 2).

В состав стенда входят четыре независимых датчика тока – ДТ (до 2000 А), четыре датчика напряжения – ДН (до 1500 В), датчик угловой скорости вращения – ДС (до 3000 об/мин), аналого-цифровой преобразователь – АЦП (частота дискретизации не менее 500 кГц), компьютер (ПК). Все измерительные каналы имеют гальваническую развязку.

Для повышения помехозащищенности использованы экранированные кабели и дифферен-

циальный вход АЦП. Для связи АЦП с компьютером используем интерфейс USB. Стенд обладает возможностью удаленного подключения к электродвигателю, что актуально при ограниченном доступе к оборудованию.

Большие диапазоны измерения величин датчиков объясняется тем, что современные экскаваторы имеют высокую производительность и оснащаются мощными электродвигателями. Датчики обладают широким температурным диапазоном от -40 до +85 °C, что актуально для климатических условий работы экскаваторов. Также они имеют хорошую линейность характеристик, низкий температурный дрейф, широкий частотный диапазон.

Рис. 4. Фазное напряжение -  $UI$ , фазный ток -  $L1$  и выходной сигнал энкодера -  $w$ 

Датчик скорости представляет собой инкрементальный энкодер, выдающий 1024 прямоугольных импульса за один оборот.

Оригинальное программное обеспечение стенда позволяет определять трудно измеряемые параметры электрической машины (ЭМ): активные сопротивления, индуктивности и потокосцепления обмоток; момент инерции, электромагнитный момент и момент сопротивления на валу, а также симметрию и гармонический состав питающих напряжений и рабочих токов.

Стенд обеспечивает синхронную визуализацию до 10 измерительных каналов (по выбору оператора), сохранение измеренных и рассчитанных параметров ЭМ (рис. 3).

Стенд позволяет регистрировать сигналы с частотой до 50 кГц, что является достаточным для современных частотных электроприводов, обеспечивая достаточную точность. Подавая сигнал в диапазоне погрешности, получаем его четкое изображение (L1, рис. 4).

Мобильный стенд может быть использован для следующих целей:

- определения фактических параметров электрических машин;

- испытания устройств функциональной диагностики;

- тестирования электротехнических устройств на электромагнитную совместимость;

- наладки и тестирования регулируемых электроприводов.

Отдельные компоненты мобильного испытательного стендда успешно прошли испытания на электрооборудовании технологического комплекса ОАО «Шахта Березовская», на электроприводах ленточных конвейеров ОАО «Шахта Заречная», на электроприводах карьерных экскаваторов ОАО «Разрез Черниговский». В 2011 году мобильный испытательный стенд был отмечен Дипломом на XVIII Международной выставке «Уголь России и Майнинг» (г. Новокузнецк) и золотой медалью на Международной выставке-ярмарке «Экспо-уголь» (г. Кемерово).

Применение мобильного испытательного стендда и диагностических устройств в системе обслуживания и ремонта электрооборудования позволит уменьшить затраты времени и материальные средства на обнаружение и устранение неисправностей, повысить эффективность, надежность и срок службы оборудования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петухов В.С. Диагностика электродвигателей. Спектральный анализ модулей векторов парка тока и напряжения // Новости ЭлектроТехники. – 2008. – № 1(49).
2. Каширских В.Г. Динамическая идентификация параметров и управление состоянием электродвигателей приводов горных машин [текст]: Диссертация на соискание учен. степени д-ра техн. наук. – Кемерово, 2005.

### □ Авторы статьи:

Каширских  
Вениамин Георгиевич,  
доктор техн. наук, профессор, декан горно-электромеханического факультета КузГТУ.  
E-mail: [kvg@kuzstu.ru](mailto:kvg@kuzstu.ru)

Гаргаев  
Андрей Николаевич,  
аспирант каф. электропривода и автоматизации  
КузГТУ.  
E-mail: [resan-drei@rambler.ru](mailto:resan-drei@rambler.ru)

Филимонов  
Сергей Гаврилович,  
канд. техн. наук, доцент  
каф. электропривода и автоматизации КузГТУ.  
E-mail: [fsq.eav@kuzstu.ru](mailto:fsq.eav@kuzstu.ru)

Чугайнов  
Валерий Леонидович,  
инженер-проектировщик  
ООО «НТЦ «Энергия»  
E-mail: [kvg@kuzstu.ru](mailto:kvg@kuzstu.ru)