# 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 для угольного предприятия.

## Актуальность диагностики состояние электрических машин

Из общего времени простоев экскаваторов, до 50% приходится на отказы электротехнического оборудования, из которых около 40% то отказы электрических машин.

**Электрические машины повреждаются чаще всего из-за следующих факторов:**

* 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, где используют электроприводы.

В настоящее время промышленные предприятия переходят от использования **планово-предупредительного ремонта (ППР)** к техническому обслуживанию оборудования по его фактическому техническому состоянию, на основании сведений из работы [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.
* Легкое подключение.
* Достоверность определения и локализация неисправности с заданной вероятностью.
* Универсальность, а именно диагностирование разных типов и марок электрических машин.
* Работа в реальном времени, без останова и разбора оборудования, в процессе эксплуатации.

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, на основании работы [2].

**Для этого необходимо использовать:**

* Датчики тока.
* Датчик напряжения.
* **Аналого-цифровой преобразователь (АЦП)**.
* Компьютер с программным обеспечением для анализа состояния электродвигателя.

## Состав и технические решения испытательного стенда

**Все эти требования были положены в основу построения структуры разработанного нами мобильного испытательного стенда для электрических машин представленного на рисунке 1:**

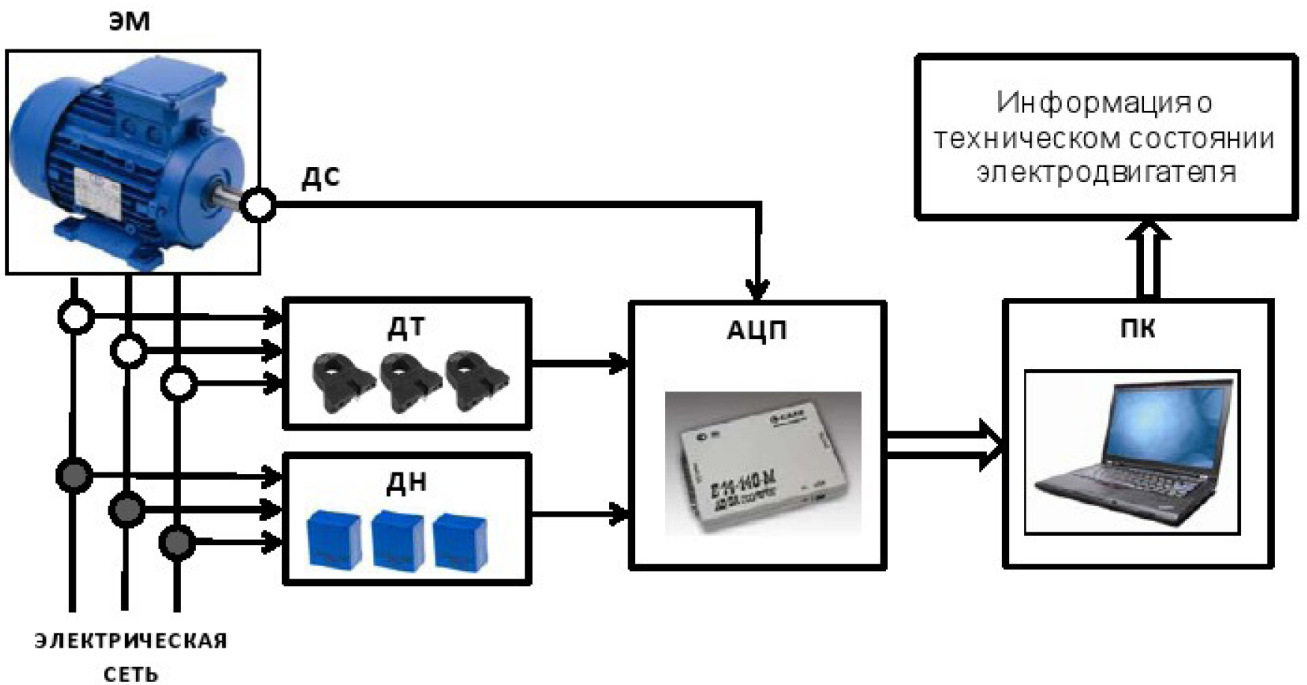


Рисунок 1 – Блок-схема мобильного испытательного стенда

**Внешний вид собранного стенда приведен на рисунке 2:**



Рисунок 2 – Внешний вид мобильного испытательного стенда

**В состав стенда входят следующие устройства:**

* Ноутбук (ПК).
* Четыре датчика напряжения ДН (до 1500 В).
* Четыре независимых датчика тока ДТ (до 2000 А).
* Датчик угловой скорости вращения вала электродвигателя ДС (до 3000 об/мин).
* Аналого-цифровой преобразователь АЦП (частота дискретизации не менее 500 кГц).

**Технические решения для получения достоверных измерений стенда:**

* Для связи АЦП с компьютером используем интерфейс USB.
* Все измерительные каналы имеют гальваническую развязку.
* Для повышения помехозащищенности использованы экранированные кабели и дифференциальный вход АЦП.
* 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 стенда обладают широким температурным диапазоном от -40 до +85 °С, что актуально для климатических условий работы экскаваторов.
* Также используемый КИП имеет хорошую линейность характеристик, низкий температурный дрейф, широкий частотный диапазон.
* Датчик скорости представляет собой инкрементальный энкодер, выдающий 1024 прямоугольных импульса за один оборот.

## Вывод результатов измерений мобильного испытательного стенда

**Разработанное программное обеспечение стенда позволяет определять трудно измеряемые параметры электрической машины (ЭМ):**

* Момент инерции.
* Активные сопротивления.
* Электромагнитный момент.
* Момент сопротивления на валу.
* Индуктивности и потокосцепления обмоток.
* Симметрию и гармонический состав питающих напряжений и рабочих токов.

Стенд обеспечивает синхронную визуализацию до 10 измерительных каналов, в зависимости от выбора пользователя, с последующим сохранением измеренных и рассчитанных параметров ЭМ.

**По итогу измерений, ПО выводит осциллограммы, в виде представленном на рисунке 3:**

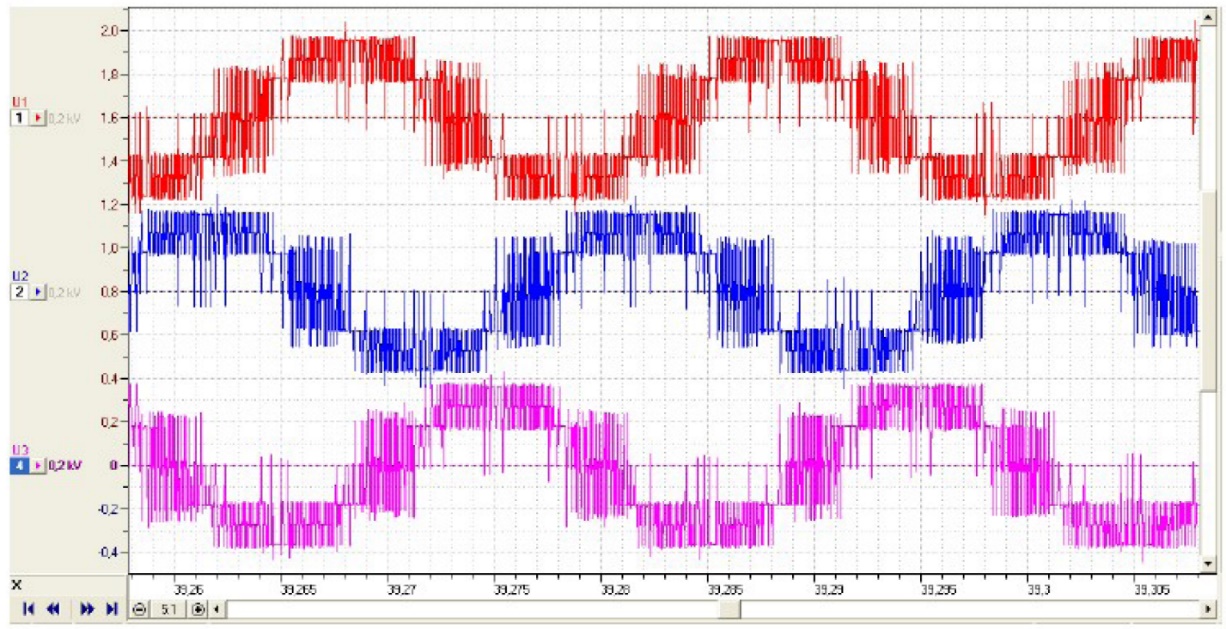


Рисунок 3 – Осциллограммы напряжений асинхронного двигателя, питаемого от преобразователя частоты

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 параметра L1, рисунок 4:**

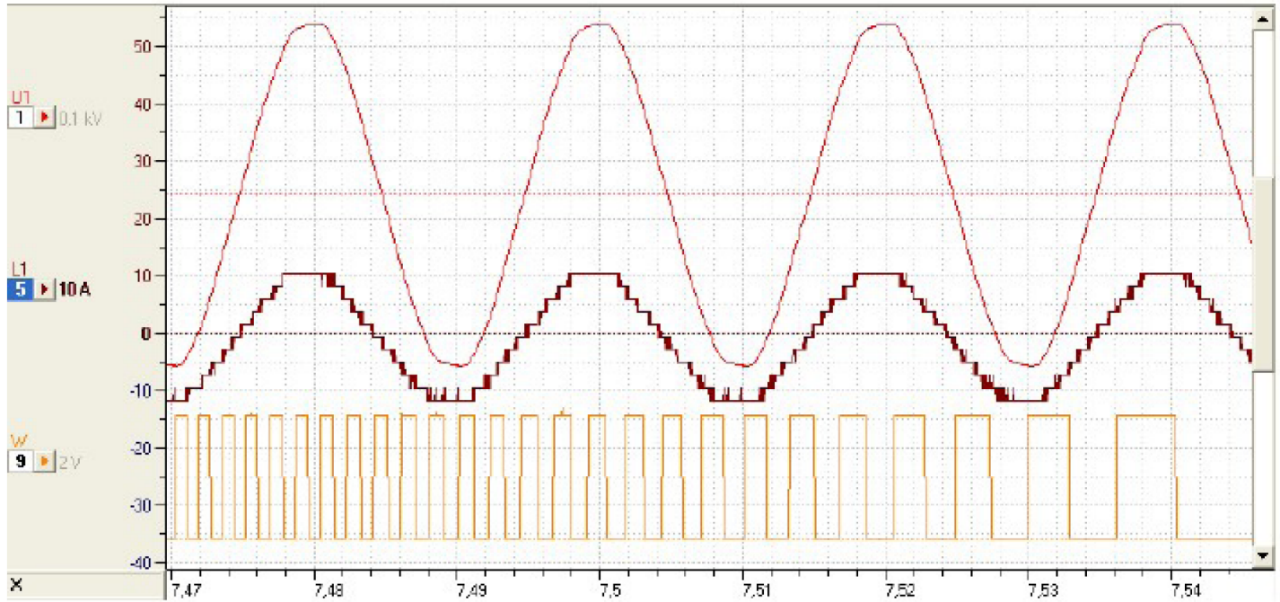


Рисунок 4 – Тренды основных электротехнических характеристик ЭМ

**где**

* Фазный ток – L1.
* Фазное напряжение - U1.
* Выходной сигнал энкодера – w.

**Мобильный стенд может быть использован для следующих целей:**

* Испытания устройств функциональной диагностики.
* Наладки и тестирования регулируемых электроприводов.
* Определения фактических параметров электрических машин.
* Тестирования электротехнических устройств на электромагнитную совместимость.

**Отдельные компоненты мобильного испытательного стенда успешно прошли испытания на электрооборудовании следующих предприятий:**

* Технологический комплекс ОАО «Шахта Березовская».
* Электроприводы ленточных конвейеров ОАО «Шахта Заречная».
* Электроприводы карьерных экскаваторов ОАО «Разрез Черниговский».

**В 2011 году мобильный испытательный стенд был отмечен следующими наградами на выставках:**

* Золотая медаль Международной выставки-ярмарке «Экспо-уголь» в городе Кемерово.
* Дипломом XVIII Международной выставки «Уголь России и Майнинг» в городе Новокузнецке.

**Применение мобильного испытательного стенда и диагностических устройств в системе обслуживания и ремонта электрооборудования позволит:**

* Уменьшить затраты времени.
* Повысить эффективность, надежность и срок службы оборудования.
* Уменьшить материальные средства на обнаружение и устранение неисправностей.

## 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: Диссертация на соискание учен, степени доктора технических наук - Кемерово, 2005 г.
3. [Структура вычислительной части испытательного стенда для оценки параметров и состояния асинхронных электродвигателей.](https://gekoms.org/2012/09/12/struktura-vychislitelnoj-chasti-ispytatelnogo-stenda-dlja-ocenki-parametrov-i-sostojanija-asinhronnyh-jelektrodvigatelej/)
4. [Универсальный стенд для исследования электродвигателей на основе современных компьютерных технологий.](https://gekoms.org/2021/02/03/universalnyj-stend-dlja-issledovanija-jelektrodvigatelej-na-osnove-sovremennyh-kompjuternyh-tehnologij/)

Источник: Мобильный испытательный стенд для электрических машин / В.Г. Каширских, С.Г. Филимонов, А.Н. Гаргаев, В.Л. Чугайнов // Вестник КузГТУ. - 2012. - №5. - C. 65-67.