

# Многофункциональный измерительный комплекс «ВОЛМА»

Евгений Барсуков, Александр Конопелько, Александр Огурцов, Сергей Семенович, Игорь Стецко, Олег Тягунов, Александр Шандицев (г. Минск, Беларусь)

В статье описан многофункциональный измерительный комплекс «ВОЛМА», предназначенный для мониторинга и экспресс-диагностики технического состояния электротехнического, электронного и механического оборудования шахтных подъёмных машин.

## ВВЕДЕНИЕ

Шахтные подъёмные машины, повсеместно используемые при добыче рудных полезных ископаемых, включают в себя разнообразное оборудование – электротехническое (мощные электромоторы и генераторы, кабели), электронное (пускорегулирующая и защитная аппаратура) и механическое (лебёдки, тормозные механизмы и др.). Простои этого оборудования, связанные с необходимостью оперативного устранения внезапно возникающих неисправностей, приводят к большим непроизводительным затратам. Поэтому весьма актуальной является задача создания мобильного компьютеризованного измерительного комплекса, обеспечивающего мониторинг и экспресс-диагностику состояния оборудования шахтных подъёмных установок.

## СОСТАВ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Разработанный измерительный комплекс является многофункциональной компьютеризованной системой, состоящей из:



Рис. 1. Осциллографический измерительный модуль

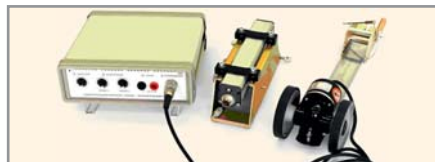


Рис. 2. Многофункциональный измерительный модуль

- измерительный модуль, представляющий собой 8-канальный цифровой осциллограф со встроенными усилителями и аттенуаторами, гальванической развязкой измерительных каналов друг от друга, а также от интерфейса с управляющим компьютером и сети питания;
- многофункциональный измерительный модуль, осуществляющий измерение таких важных (для мониторинга работоспособности) технических параметров подъёмных установок, как деформация тормозных тяг, давление в тормозной системе, скорость движения и положение сосуда в шахте;
- набор специализированных измерительных датчиков для многофункционального измерительного модуля;
- управляющий модуль – ноутбук со стандартным и специализированным программным обеспечением;
- специализированное программное обеспечение.

Связь измерительных модулей с управляющим компьютером обеспечивают высокоскоростные интерфейсы USB и Ethernet. Специализированный пакет программного обеспечения осуществляет визуализацию электрических сигналов на экране монитора, измерение амплитудных и временных параметров, обработку и сохранение результатов экспресс-диагностики.

## Осциллографический модуль

Измерительный модуль осциллографического типа (см. рис. 1) имеет восемь встроенных гальванически развязанных каналов с изменяемыми коэффициентами усиления/ослабления, внешний трёхканальный высоковольтный делитель 1:25 и внешний преобразователь ток-напряжение (токовые клещи).

Осциллографический модуль предназначен для регистрации:

- токов и напряжений в цепях приводов постоянного тока (якорная цепь подъёмного двигателя; обмотки возбуждения подъёмного двигателя, генератора и тахогенератора);
  - токов и напряжений в статорных и роторных цепях приводов переменного тока;
  - управляющих сигналов в унифицированной системе регулирования электроприводов.
- Осциллографический модуль обеспечивает измерение, визуализацию и регистрацию следующих сигналов (по восьми измерительным каналам одновременно):
- низкого постоянного и переменного напряжения;
  - высокого постоянного и переменного напряжения (с помощью внешнего делителя);
  - постоянного тока путём измерения напряжения на токовых шунтах;
  - постоянного и переменного тока с помощью токовых клещей.

Максимально допустимое напряжение на входе измерительного канала составляет 200 В, на входе высоковольтного делителя – 1500 В. Входное активное сопротивление каналов равно 1 МОм.

Входной диапазон напряжения регистрируемых сигналов (без делителя) устанавливается от 160 мВ до 80 В; при работе с внешним высоковольтным делителем – от 32 В до 1600 В. Приведённая к входному диапазону погрешность измерения напряжения не превышает  $\pm 1\%$ .

Частота дискретизации устанавливается от 100 Выб/с до 1 МВыб/с, глубина встроенной памяти составляет 16 Мвыборок. Имеется возможность упреждающего и задержанного запуска развёртки по отношению к импульсу синхронизации от любого из каналов либо внешнего источника.

## Многофункциональный измерительный модуль

Многофункциональный измерительный модуль (см. рис. 2) обеспечивает анализ режимов работы тормозной системы шахтной подъёмной установки по четырём контрольно-измерительным каналам, в том числе:

- контроль давления в цилиндрах рабочего и предохранительного торможения;
- контроль упругих осевых деформаций в тормозных тягах (эквивалент усилия, создаваемого тормозными колодками на обод барабана);
- контроль времени холостого хода и времени срабатывания тормоза;
- фиксацию момента разрыва цепи предохранительного тормоза;
- контроль скорости и ускорения подъёмной машины;
- контроль тормозного пути и положения сосуда (грузовой ёмкости для поднимаемой породы).

Давление в магистрали тормозной системы определяется путём измерения напряжения на нагрузочном резисторе токового выхода датчика (токовый эквивалент входного сигнала 4...20 мА). Относительная погрешность измерения постоянного тока не превышает  $\pm 1\%$ . Количество каналов измерения деформации тормозных тяг – 2. Измерительная база датчика деформации не менее 300 мм. Дискретность измерения относительной осевой деформации не более 2%.

Скорость движения и мгновенное положение сосуда в шахте вычисляются на основе скорости вращения барабана, измеряемой с помощью специализированного датчика. Диапазон измерений линейного перемещения сосуда в шахте составляет от 0,01 м до 1000 м, линейной скорости – 0...20 м/с. Относительная погрешность измерения линейной скорости не превышает  $\pm 1\%$ .

Дополнительный канал измерения обеспечивает регистрацию момента разрыва цепи предохранительного тормоза. Пороговые уровни срабатывания в режиме 1:1 –  $(6 \pm 2)$  В, в режиме 1:10 –  $(80 \pm 10)$  В. Максимально допустимое напряжение на входе – 200 В. Частота дискретизации устанавливается в диапазоне от 1 Гц до 1 кГц.

Управление всеми режимами работы электронных модулей измерительного комплекса, обработка, визуализация и регистрация измерительных данных осуществляется компьютером с помощью разработанного программного обеспечения.

На рисунке 3 представлен пользовательский интерфейс для осциллографического измерительного модуля. Комплекс осуществляет измерения в одном из двух режимов – осциллографическом или регистрирующем.

В осциллографическом режиме измерения производятся циклически, с уста-

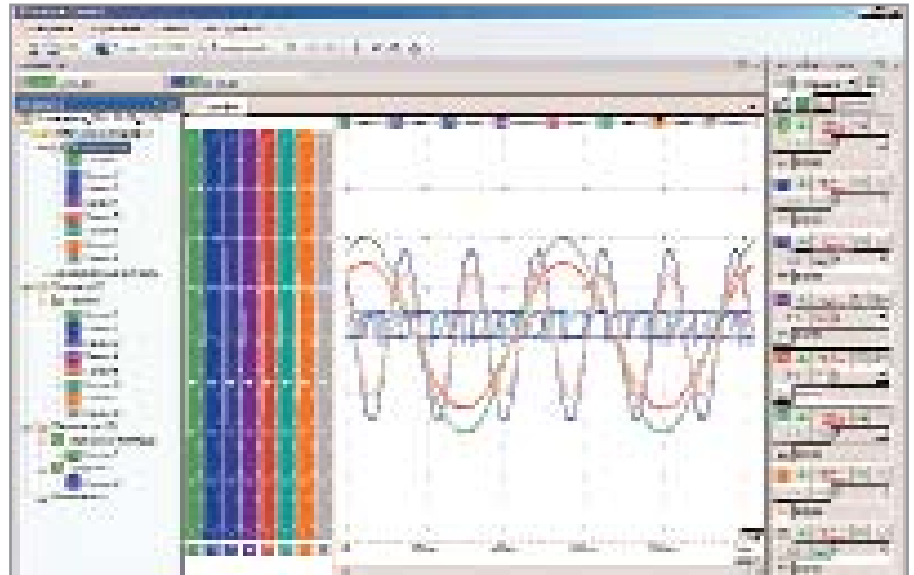


Рис. 3. Пользовательский интерфейс для осциллографического измерительного модуля

новленными параметрами запуска и развёртки. Запуск измерения в ждущем режиме развёртки начинается в момент выполнения условия синхронизации (передний или задний фронт импульса). Запуск измерения в автоматическом режиме начинается по команде с панели управления.

В режиме регистрации (самописец) измерения запускаются либо пользователем по команде с панели управления, либо в момент выполнения условия ждущей синхронизации. В режиме самописца результаты измерений отображаются на экране в виде графиков и записываются на жёсткий диск компьютера.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный мобильный измерительный комплекс обеспечивает мо-

нитинг и документирование параметров работы тормозной системы барабана (усилие торможения, линейная скорость и перемещение, давление в тормозной системе), электроприводов постоянного и переменного токов шахтных подъёмных установок.

Применение комплекса позволяет выполнять экспресс-диагностику отклонений режимов работы шахтных подъёмных установок, что существенно упрощает процесс наладки, способствует повышению эффективности, безопасности и продлению сроков эксплуатации оборудования, предупреждению развития аварийных режимов работы и сокращению простоев оборудования при ликвидации предаварийных и аварийных ситуаций. ©