

### Мониторинг и диагностика гидрогенераторов

Ряд технологических аварий последних лет на электроэнергетических объектах со всей очевидностью продемонстрировал, что чрезвычайно важной задачей сегодня является совершенствование систем контроля и диагностики, переоснащение и совершенствование автоматизированных систем управления (АСУ) энергетических станций.



Объект мониторинга - гидротурбина

Научно-производственный потенциал предприятия «МЕРА» позволяет успешно решать подобного рода задачи. Наше предприятие обладает опытом построения систем мониторинга агрегатов гидравлических и паровых турбин, а измерительные модули, разработанные НПП «МЕРА», могут работать с датчиками различных типов и измерять: температуры, давления жидких и газообразных сред, вибрации, шумы, напряжения и микроперемещения в конструкциях, деформации, расходы, обороты, линейные и угловые перемещения и другие параметры, фиксировать срабатывание исполнительных механизмов и выдавать управляющие сигналы. Примером подобной системы мониторинга является внедрённая НПП «МЕРА» автоматизированная система контроля и диагностирования гидроагрегата (АСКДГ).



Автоматизированное рабочее место АСКДГ

Комплекс программно-аппаратных средств АСКДГ предназначен для мониторинга состояния гидроагрегата и выполняет следующие функции:

- контроль и отображение параметров, характеризующих работу гидроагрегата;
- мониторинг состояния подсистем гидроагрегата;
- сбор измеренных данных, обработка, отображение, регистрация и передача по локальной сети в АСУ предприятия;
- ведение круглосуточного архива, журнала, выдача отчета по текущему состоянию;
- выдача предупредительных предельных значений (уставок).

В состав АСКДГ входят:

- датчики;
- кабельные линии от датчиков к модулям ввода данных;
- станция сбора данных (ССД);
- специализированное программное обеспечение.

Станция сбора данных АСКДГ построена на базе измерительно-вычислительного комплекса (ИВК) МІС-036 и управляющего компьютера, связанных между собой интерфейсом Ethernet. Специализированное программное обеспечение (ПО) мониторинга и регистрации АСКДГ было разработано в сотрудничестве со специалистами ОРГРЭС.

ССД обеспечивает измерение и сбор, преобразование и обработку следующих физических параметров:

- температур;
- уровней;
- давлений;
- линейных перемещений;
- расходов;
- вибрускорений;
- биений вала;
- проседаний упругих камер подпятника;
- числа оборотов ротора.

Операторская станция на базе персонального компьютера позволяет решать задачи:

- управление ИВК в части задания всех режимов работы МІС-036 (выбор канала, назначения калибровочных характеристик и частоты опроса датчиков, выбор диапазона измерения и т.д.);
- приём всей информации, измеренной комплексом МІС-036;
- обработка информации с переводом её в физические единицы и вычислением всех необходимых характеристик;
- сравнение каждого измеренного параметра (или его характеристики) с заданными уставками;
- отображение результатов вычисления и сравнения на мониторе в виде формуляров (общего и по каждому типу параметров);
- регистрация обработанной информации и формирование архива последнего часа, последних суток, последнего месяца, последнего года;
- формирование журнала неисправностей;
- распечатка сменных отчётов;
- трансляция результатов контроля и обработки по локальной сети (ЛВС) в систему диагностики, экспертную систему и АСУ ТП станции.

## Применение в промышленности

Комплекс МІС-036 представляет собой приборный корпус, в котором установлены:

- объединительная плата;
- блок питания;
- измерительные модули;
- крейт-контроллер.

В крейт может быть установлено до 16 измерительных модулей. Работой измерительных модулей управляет контроллер, выполненный в виде модуля, установленного в разъем крейт-контроллера и подключенного к внешнему компьютеру.

ИВК МІС-036 в составе АСКДГ включает в себя:

- 10 модулей сбора и преобразования температур МС-227R, общее количество 80 каналов;
- 2 модуля измерения динамических сигналов МС-201, общее количество 8 каналов;
- для измерения биений вала, проседания упругих камер и частичных разрядов был использован один модуль МС-114, с общим количеством 16 каналов;
- 1 модуль МС-227С для измерения уровней, давлений, расходов и линейных перемещений, общее количество 16 каналов;
- 1 модуль МС-401 для сбора дискретных сигналов, общее количество 16 каналов;
- 1 модуль МС-451 для измерения числа оборотов, общее количество 8 каналов;
- 1 модуль для сигнализации об аварийных ситуациях МС-402, общее количество 16 каналов.

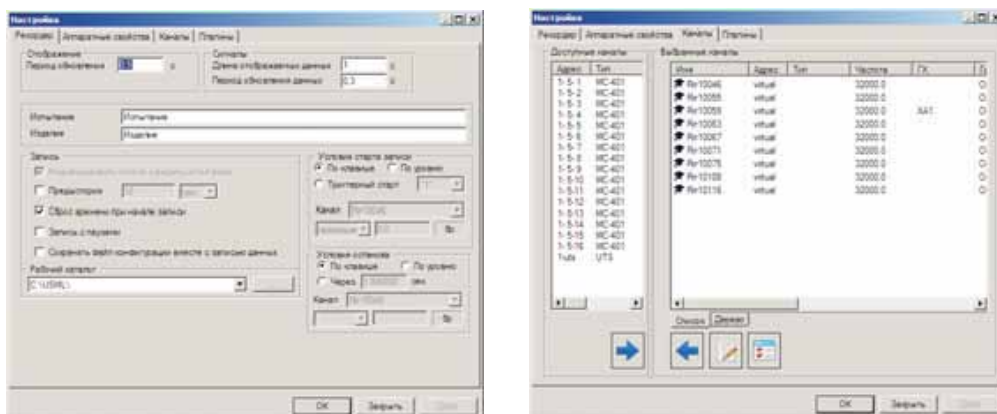


ИВК МІС-036

В состав ПО АСКДГ входят следующие функциональные блоки и программные модули:

- 1) ПО Recorder;
- 2) ПО WinПОС;
- 3) модуль мониторинга и регистрации АСКДГ.

ПО Recorder является универсальным инструментальным программным средством для работы с измерительной аппаратурой НПП «МЕРА». Блок ПО Recorder предназначен для настройки и тестирования аппаратных измерительных средств, для проведения калибровки, градуировки, поверки каналов, для графического отображения измеряемых данных, для управления процессом измерения. ПО Recorder позволяет подключать специализированные блоки ПО и модули для выполнения дополнительных функций. В процессе тестирования измерительного крейта и измерительных модулей ПО Recorder выполняет проверку работоспособности аппаратных измерительных устройств и корректность их настройки.



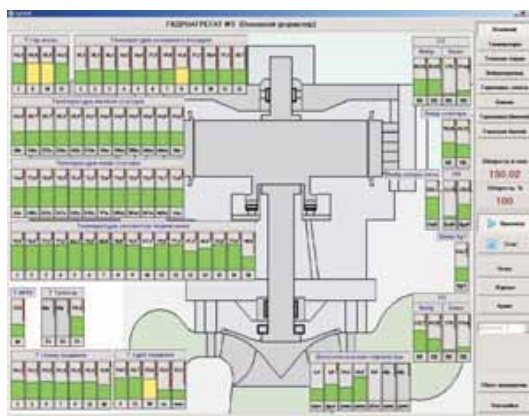
Вид окна настройки ПО Recorder (справа: список каналов)

ПО WinPOS предназначено для графического отображения и математической обработки измерительных данных, для формирования отчетов. Библиотеки ПО WinPOS реализуют используемый системой мониторинга набор функций по расчёту спектра, гармоник, фазы сигнала и расчёту оборотов по тахосигналу.

Модуль мониторинга и регистрации АСКДГ предназначен для специализированной настройки перед измерением, для отображения данных в процессе мониторинга, для специализированного отображения и обработки аварийных параметров, для регистрации измеряемых данных и составления отчета по состоянию агрегата.

Совместная работа всех функциональных блоков, программных модулей ПО АСКДГ должным образом скоординирована. Активизация отдельных блоков и модулей выполняется автоматически при необходимости или по требованию оператора.

ПО АСКДГ дает возможность оператору отслеживать состояние групп датчиков, установленных на агрегате. Показания всех датчиков отображаются в графическом и цифровом виде с помощью гистограмм (медленно меняющиеся параметры) и графиков (быстро меняющиеся параметры).



Основной формуляр АСКДГ



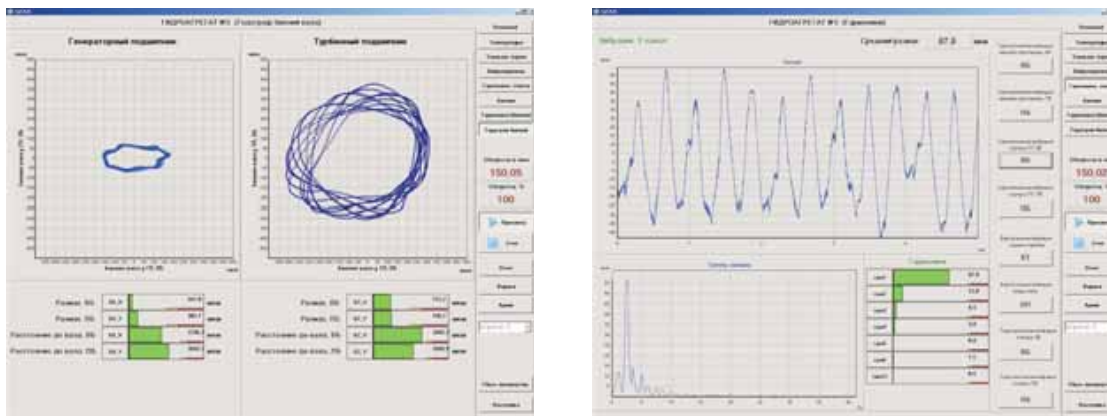
Формуляр «Температуры»

## Применение в промышленности

Основной формуляр содержит информацию по самым важным датчикам, от которых зависит состояние агрегата: слева — температуры, справа — виброускорения, биения, датчики уровней и расходов, проседание упругой камеры.

При нажатии кнопки «Температуры», открывается подробный формуляр отражающий температурный режим узлов гидроагрегата.

Аналогично открываются формуляры других контролируемых параметров.



### Формуляры «Годограф биения», «Технологические параметры»

Основное рабочее состояние сервера мониторинга АСКДГ — режим «Просмотр», при котором в архив сохраняются выборки данных. Для глубокого анализа состояния агрегата по записанным осциллограммам можно перевести систему в режим «Запись». После перехода в режим «Просмотр» из режима «Запись» будут созданы файлы, содержащие сигналы с заданной в ПО Recorder частотой дискретизации, каталог, содержащий данные файлы, будет указан в журнале событий.

Оператор имеет возможность получить данные, обработать их необходимым образом и произвести диагностику систем и узлов гидротурбины.

Для диагностики используется информация, получаемая из подсистемы сбора параметров работы гидроагрегата (температуры, расходы, давления, вибрации, биение вала и пр.). Программа диагностирования, разработанная НПП «МЕРА» совместно с фирмой ОРГРЭС, устанавливается на автоматизированном рабочем месте (АРМ) диагностики, где устанавливаются также программа просмотра станционного архива параметров и программа просмотра и анализа временных сигналов вибрации, биения вала и диска подпятника гидроагрегата. Программа диагностирования функционирует в постоянном режиме. Период обновления входной и выходной информации составляет 8 сек. Полученная из системы мониторинга информация о текущих параметрах работы гидроагрегата обрабатывается диагностической программой по алгоритмам определения неисправностей. Алгоритмы поиска неисправностей разработаны на основе анализа данных по дефектам оборудования с учетом конструктивных особенностей гидроагрегата.

Алгоритм диагностики предназначен для определения последовательности действий и решения задач поиска неисправностей узлов гидроагрегата. Данный алгоритм позволяет определять неисправности следующих основных узлов: генераторного подшипника, подпятника, турбинного подшипника, маслонапорной установки, проточной части турбины, рабочего колеса турбины, ротора генератора. При реализации алгоритма используется массив информации, формируемый АСУ ТП, а также сигналы от датчиков,

установленных специально для подсистемы диагностирования. Часть сигналов из массива информации АСУ ТП поступает непосредственно в виде сигналов от датчиков, а часть в обработанном виде (вычисление средних значений, производных, разницы величин и др.).

В результате реализации алгоритма формируется информация для выдачи выходных сообщений:

- мнемосхемы с информацией о развивающейся неисправности с указанием дефекта, места и степени его развития в текстовом и цифровом виде;
- рекомендации эксплуатационному персоналу по устранению неисправности.

Принцип работы алгоритма заключается в сравнении текущих значений диагностических параметров с их уставками, при достижении которых начинается процесс диагностирования. Предельные значения параметров, достижение которых свидетельствует о начавшемся ухудшении состояния узла гидроагрегата или начале развития какого-либо дефекта, устанавливаются на основе испытаний или опыта эксплуатации, индивидуально для каждого отдельного агрегата ГЭС.

В основном формуляре на экран выводятся значения контролируемых параметров. При нормальном значении параметров они даются на зелёном фоне. При переходе за диагностическую уставку цвет меняется на жёлтый, а при переходе за аварийную уставку на красный. Информация о возникшей неисправности оборудования визуализируется в окне выдачи сообщений. На мнемосхеме гидроагрегата дефектный узел отмечается жёлтым или красным цветом. Одновременно с этим выдаётся название неисправности, а также рекомендация оперативному и ремонтному персоналу по её устранению. При появлении информации в окне выдачи сообщений, она автоматически заносится в журнал событий. Диагностические сообщения сохраняются в архиве в течение 1 мес.

ПО использует базы данных, в которых содержится информация о значениях входных параметров, диагностических сообщениях, дефектах и рекомендациях персоналу. Программа диагностирования функционирует в постоянном режиме. В автоматическом режиме работы программы диагностирования входные данные поступают из системы управления гидроагрегатом. Программа может функционировать также в режиме ручного ввода параметров диагностирования. В этом случае информация о значении параметров вводится напрямую в базу данных входных параметров.

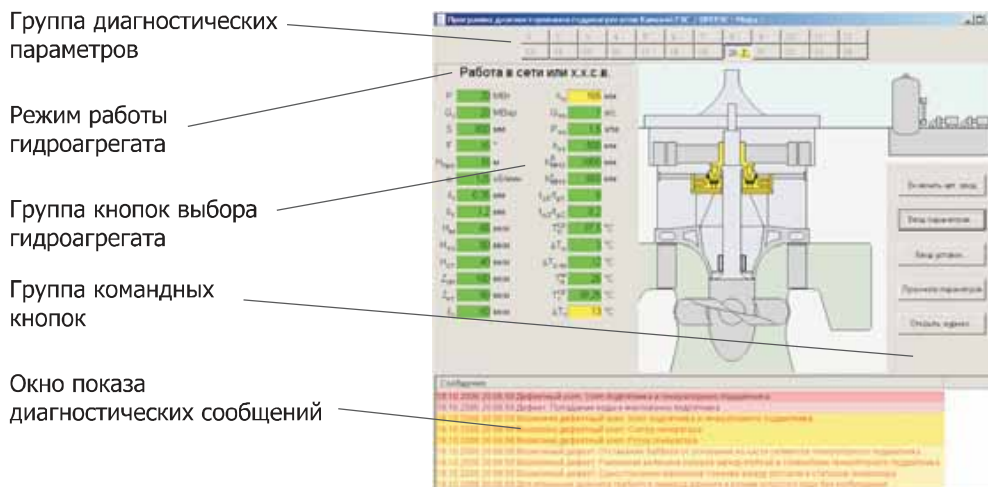
При простейших дефектах при выходе за верхнюю или нижнюю уставку сразу сообщается о том, какой дефект развивается, и выдаются рекомендации эксплуатационному персоналу. При более сложных дефектах при выходе за диагностическую уставку начинается процесс диагностирования, заключающийся в переборе вариантов соотношения связанных между собой диагностических параметров, после чего сообщается о том, какой дефект развивается, и выдаются рекомендации эксплуатационному персоналу.

Уставки диагностирования, список определяемых дефектов, выдаваемых рекомендаций может быть изменен с использованием стандартных программных средств, позволяющих редактировать файлы данных.

В случае, когда ССД подключена к локальной сети предприятия, имеется возможность с любого компьютера, подключенного к ЛВС, вести мониторинг отображаемых на рабочих формулярах гистограмм, а при наличии соответствующих прав доступа редактировать формуляры и гистограммы. Также с удаленного компьютера пользователь имеет возможность просматривать архив, создавать отчеты и просматривать журнал событий.

## Применение в промышленности

Все действия осуществляются в диалоговом режиме при помощи графического интерфейса, не требующего специальных навыков владения вычислительной техникой.



### Мобильные диагностические комплексы

При вводе в строй отремонтированного или вновь установленного оборудования обращается пристальное внимание на характер работы систем и узлов агрегата, для чего осуществляется тестирование и диагностика всех наиболее ответственных элементов. При проведении послеремонтных проверок энергоагрегатов хорошо зарекомендовали себя мобильные диагностические системы на базе комплексов МІС-036 и МІС-200 (МІС-200М). Комплексы МІС-200 и МІС-200М представляют собой функционально законченные мобильные устройства. Данные комплексы реализованы на базе персонального компьютера типа Notebook с крейтом для трёх измерительных модулей. Крейт-контроллер соединяется с Notebook посредством цифрового интерфейса.

Особенности исполнения:

- возможно использование питания: от сети 220В переменного тока или от аккумуляторной батареи;
- комплекс совместим со всем набором периферийных устройств для ПЭВМ;
- потребляемая мощность не более 60 Вт.



ИВК МІС-200

Достоинством измерительных комплексов МІС-200 (МІС-200М) является возможность применения в условиях, исключающих установку стационарной аппаратуры. Подобные мобильные комплексы позволяют оперативно и эффективно производить диагностику тех узлов и конструктивных элементов агрегатов, которые не включены в систему постоянного долговременного мониторинга.