

# Система измерения параметров САРЗ паровых турбин

**В. Г. Ханбеков – НПК «Крона»**

Научно-производственный комплекс «Крона» занимается разработкой и производством контрольно-диагностического оборудования для предприятий энергетической, металлургической, химической и других отраслей. В 2009 г. компанией создана новая система измерения параметров САРЗ – «Крона-522», которая успешно применяется на российских АЭС.

**In brief**

**Steam turbines parameters protecting and adjusting systems.**

*The main activity of Krona Research and Production Complex is development and manufacture of control and monitoring equipment for various enterprises in power, metallurgy and chemical industries. In 2009 the company developed and commissioned new Krona-522 parameters measurement system. At present Krona-522 system is successfully utilized on some nuclear power stations in Russia for such steam turbines as K-1000-60 / 1500, K-500-60 / 1500, OK-12A, K-220-44 and K-1000-60 / 3000.*

*The main special feature of the system is that determination and calculation of whole system and its separate units' parameters are carried out immediately during measurement of physical quantities.*

➔ **Устройство сбора информации, преобразователи, разветвители**

**П**овсеместное внедрение различных многоканальных систем измерения, контроля и диагностики коснулось и систем регулирования и защиты турбин (САРЗ). Сейчас уже трудно представить, что два десятилетия назад параметры САРЗ снимались вручную, а их изменение в динамике контролировалось визуально.

Необходимость выполнения этих работ диктовалась требованиями заводов-изготовителей турбин, а также отраслевой нормативно-технической документацией. Это обусловлено тем, что от исправности САРЗ зависит надежная эксплуатация турбоагрегата и в нормальном режиме, и в экстремальных ситуациях (сброс электрической нагрузки при отключении генератора от сети или при срабатывании противоаварийной автоматики).

Первые системы, автоматизирующие процесс снятия статических и динамических характеристик САРЗ, были очень громоздкими, а построение полного отчета по результатам измерений занимало несколько дней или даже недель.

Тем не менее, даже в таком виде системы измерения параметров подняли процесс контроля САРЗ на качественно новый уровень: сократилось время для получения результатов, снизилась вероятность ошибок из-за «человеческого фактора» и, как следствие, повысилась досто-

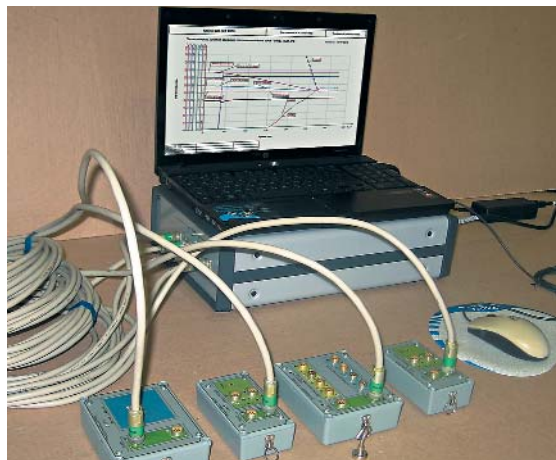
верность оценки состояния САРЗ. Стало очевидно, что многоканальные системы измерения, имеющие в своем составе компьютер и программное обеспечение для обработки полученных данных, являются отличным инструментом.

Кроме того, для повышения эффективности производства многие энергетические предприятия начали переходить от планового ремонта ряда технологического оборудования, в том числе и САРЗ, к ремонту по техническому состоянию. И применение систем диагностики стало не просто основой, но необходимым условием для такого перехода.

Все последующие годы непрерывно совершенствовались элементная база, размеры датчиков; на смену громоздким ПЭВМ пришли переносные мощные компьютеры. Одновременно модернизировалось и программное обеспечение, которое должно было минимизировать ручную обработку данных, автоматизировать расчеты и ускорить получение итоговых результатов.

Чтобы достигнуть большей эффективности, этот процесс должен осуществляться при тесном сотрудничестве разработчиков контрольно-диагностического оборудования и подразделений, занимающихся пусконаладкой и обслуживанием турбогенераторов. Поэтому в 2007 г., исходя из технических требований одной из АЭС, научно-производственный комплекс «Крона» начал разработку новой системы измерений параметров САРЗ. В новой версии системы нужно было обобщить опыт, накопленный за предыдущие годы, сохранить удачные технические решения, одновременно устранив ряд имеющихся недостатков.

Подключение датчиков было решено сделать по общей информационной шине, однако число шин было увеличено до четырех, кроме того, были разработаны специальные разветвители. Все это позволило уменьшить длину прокладываемого кабеля (и его массу) при максимальном числе одновременно измеряемых параметров и достаточной частоте измерений.



Ранее у специалистов по регулировке САРЗ частые нарекания вызывали датчики линейных перемещений: механика датчиков (тросики, штанги) не выдерживала нагрузки и быстро выходила из строя. В новой системе использованы лазерные датчики перемещений – они отличаются большей надежностью и точностью измерений, а также меньшими габаритами и массой.

Был разработан ряд адаптеров и преобразователей для подключения различных датчиков и сигналов. Система разрабатывалась как проектно-компонованная, в зависимости от потребностей пользователя (имеющихся турбин). Программное обеспечение (ПО) в новой системе также должно было сделать ее применение одновременно простым и эффективным. С новой версией ПО уже не требовалось многодневной обработки итоговых результатов – их можно было получить практически в режиме реального времени.

В 2009 году первый образец системы измерения параметров САРЗ «Крона-522» прошел приемочные испытания. Комиссия, включающая представителей Волгодонской и Нововоронежской АЭС, подтвердила соответствие системы техническим требованиям и рекомендовала к использованию на АЭС РФ. Затем были успешные испытания системы на Волгодонской АЭС при пусконаладке турбоагрегата на втором энергоблоке.

Сейчас образцы системы «Крона-522» эффективно используются на нескольких АЭС в составе турбин К-1000-60/1500; К-500-60/1500; ОК-12А; К-220-44; К-1000-60/3000.

Основная особенность системы «Крона-522» – определение и расчет параметров САРЗ в целом и отдельных ее узлов непосредственно в процессе измерения физических величин. Это значительно сокращает время и затраты на проведение регламентных работ на турбогенераторе и исключает ошибки при ручной обработке данных.

Как отмечалось выше, система является конфигурируемой и в зависимости от типов турбин, имеющихся на предприятии, может быть укомплектована разными наборами датчиков, которые позволяют измерять и регистрировать следующие параметры:

- линейные перемещения – от 0 до 500 мм;
- избыточное давление – от минус 100 кПа до 60 МПа;
- скорость вращения вала – при помощи оптического датчика (от 100 до 4000 об./мин)



Лазерные датчики перемещения на системе защиты

или с использованием выходного электрического сигнала штатного датчика турбины;

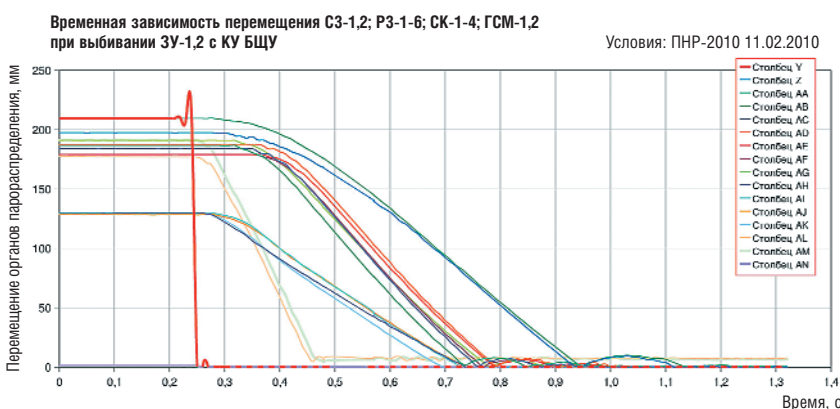
- виброскорость – по трем координатам, от 0,3 до 70 мм/с;
- температуру масла в подшипниках ротора турбоагрегатов и температуру питательной воды (от 0 до 150 °С);
- управляющие и информационные сигналы САРЗ.

Система также фиксирует моменты срабатывания механизмов систем защиты и регулирования турбоагрегатов с помощью индуктивных бесконтактных датчиков положения. Возможно подключение любых датчиков с выходом по напряжению или по току, дискретных сигналов, сигналов «сухой контакт» и датчиков с цифровым выходом (RS-485).

Датчики устанавливаются на турбине с помощью магнитных опор и подключаются на шину RS-485 (всего до 4 веток длиной до 100 м). Период «опроса» всех датчиков системы в сети – не более 10 мс при общем числе до 100 шт. Система транспортируется в двух-трех кейсах.

Более подробную информацию о системе «Крона-522» можно получить на сайте: [www.npk-krona.ru](http://www.npk-krona.ru)

Рис. Система «Крона-522» в составе турбины К-1000-60/1500 на Ростовской АЭС (блок №2). Результаты проверки перемещения узлов САРЗ (измерение при выбивании с КУ БЩУ)



Параметр	СЗ-1	СЗ-2	РЗ-1	РЗ-2	РЗ-3	РЗ-4	РЗ-5	РЗ-6	СК-1	СК-2	СК-3	СК-4	ГСМ-1	ГСМ-2
T <sub>зап.</sub> , с	0,09	0,09	0,09	0,09	0,13	0,13	0,13	0,09	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01
T <sub>перем.</sub> , с	0,61	0,62	0,41	0,43	0,42	0,42	0,4	0,45	0,49	0,46	0,46	0,45	0,21	0,23
T <sub>полн.</sub> , с	0,7	0,71	0,5	0,52	0,55	0,55	0,53	0,54	0,5	0,51	0,51	0,46	0,22	0,24
T <sub>норм.полн.</sub> , с	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6