

# ЭФФЕКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ

## Акустико-эмиссионный мониторинг — современная технология обеспечения безопасной эксплуатации энергетического оборудования\*

*Энергетика — стратегически важная отрасль промышленности Украины, однако большая часть существующих объектов энергетики построена еще в УССР, и в настоящее время нуждается в серьезной модернизации. Одна из приоритетных научно-технических задач в отрасли — продление ресурса оборудования и вывод его из эксплуатации по фактическому состоянию. Эффективным средством решения этой задачи является создание информационно-измерительных систем непрерывного мониторинга, позволяющих контролировать работоспособность оборудования непосредственно в процессе эксплуатации с оценкой его фактического состояния. Современное развитие средств вычислительной техники, радиоэлектроники, прикладной математики, техники испытаний, науки о прочности материалов и механики сплошной среды позволяет решить эту задачу на достаточно высоком уровне.*

**П**ри примером успешного сотрудничества науки и производства является разработка и внедрение систем непрерывного мониторинга на тепловых станциях СОП «Киевские ТЭЦ» одним из наиболее авторитетных научных институтов НАН Украины — Институтом электросварки им. Е.О. Патона. Учитывая важность направления технической диагностики, его на протяжении многих лет возглавляет академик Б.Е. Патон.

В основе работы автоматизированных систем мониторинга «ЕМА» лежит новая эффективная технология оценки работоспособности металлоконструкций, базирующаяся на анализе данных акустической эмиссии (АЭ) и технологических параметров состояния конструкций (давления, температуры и т.п.), получаемых в процессе эксплуатации без изменения их режимов. Технология позволяет осуществлять 100%-ный контроль конструкций или их узлов без разрушения, заблаговременно спрогнозировать разрушающую нагрузку (фактически, определить предел прочности при текущем состоянии), оценить остаточный ресурс материала конструкции. Созданные системы мониторинга работают полностью автономно, без участия оператора, и обеспечивают предупреждение о возможной опасности при помощи цветовой и звуковой индикации.

Следует отметить, что системы непрерывного мониторинга, разработанные в ИЭС им. Е.О. Патона, уже получили достаточно широкое распространение: с 2002 г. используются для контроля состояния сосудов давления, хранилищ и оборудования цехов производства аммиака Одесского припортового завода, с 2004 г. — на мостовых переходах труб аммиакопровода Тольятти-Одесса («Укрхимтрансаммиак»).

Научно-техническое сотрудничество СОП «Киевские ТЭЦ» с ИЭС им. Е.О. Патона по реализации научных разработок и опыта института началось в 2006 г., когда решением руководства «Киевэнерго» и ИЭС была утверждена «Программа работ по внедрению технологии непрерывного АЭ мониторинга на оборудовании ТЭЦ «Киевэнерго».

Первым этапом работ стало проведение предварительных исследований по оценке состояния узлов, агрегатов и трубопроводов киевских ТЭЦ-5 и ТЭЦ-6 с последующим выбором объектов, подлежащих непрерывному АЭ-мониторингу в первую очередь. Учитывая, что существенная часть оборудования ТЭЦ работает в условиях высоких температур, ИЭС разработал специальный стенд и провел высокотемпературные АЭ-испытания об-



\* По материалам статьи, опубликованной в журнале «Энергобизнес» №50/888



---

разцов из материалов, наиболее широко применяемых на ТЭЦ. Этап, учитывая большой объем работ и новизну исследований, занял несколько лет и завершился положительными результатами. Метод АЭ показал высокую эффективность при поиске дефектов и оценке состояния материала в процессе кратковременных испытаний целого ряда объектов ТЭЦ, включая трубопроводы различного назначения и барабаны котлов. Термоиспытания образцов подтвердили, что метод АЭ сохраняет достаточно высокую информативность в диапазонах высоких температур, характерных для объектов теплоэнергетики, и позволяет заблаговременно спрогнозировать разрушение материала. По итогам первого этапа были сформулированы технические требования к системе мониторинга применительно к условиям ТЭЦ, составлено и утверждено техническое задание на разработку и внедрение системы.

Второй этап работ включал разработку, изготовление и монтаж опытного образца системы непрерывного АЭ-мониторинга. В качестве первоочередного объекта мониторинга были выбраны трубопроводы горячего промперегрева блока №1 ТЭЦ-6. Работы по монтажу оборудования начаты в 2010 г. параллельно с проведением АЭ-исследований на объекте контроля в процессе его эксплуатации. В соответствии с техническими требованиями и представленными в техническом задании схемами, выполнены монтаж системы непрерывного мониторинга, ее подключение к энергоснабжению и компьютерной сети предприятия.

Этап завершился комплексной проверкой системы, включая соответствие заявленным эксплуатационным параметрам и длительности автономной работы при мониторинге трубопровода в его рабочем состоянии. По итогам второго этапа были сделаны выводы о возможности начала опытной эксплуатации системы непрерывного мониторин-

га с последующим переходом к штатному режиму работы. Учитывая положительные результаты этапа, было принято решение о непрерывном мониторинге барабана котла ТГМ-6 на ТЭЦ-5.

Обучение специалистов ТЭЦ-5 и ТЭЦ-6 позволило предприятиям самостоятельно начать эксплуатировать поставленное оборудование.

В 2014 г. выполнены этапы 1 и 2 по созданию системы непрерывного мониторинга барабана котла ТГМ-6 на Киевской ТЭЦ-5. Начат третий этап работ, система запущена в режим опытной эксплуатации.

В ноябре 2014 г. состоялось обсуждение достигнутых результатов и подведение итогов сотрудничества СОП «Киевские ТЭЦ» с ИЭС им. Е.О. Патона. В обсуждении приняли участие руководство и технические специалисты, в том числе со стороны ПАО «Киевэнерго» — директор Ю.И. Гладышев, гл. инженер В.М. Бешун, гл. инженер ТЭЦ-6 А.В. Бычков, со стороны ИЭС им. Е.О. Патона — зам. директора, академик НАНУ Л.М. Лобанов, зав. отделом технической диагностики сварных конструкций проф. А.Я. Недосека, с.н.с. М.А. Яременко.

В процессе обсуждения были отмечены научная новизна и эффективность внедряемых методов обеспечения безопасности эксплуатации энергооборудования. Подтверждено, что внедрение СОП «Киевские ТЭЦ» передовых научных разработок уже дает конкретные результаты в виде повышения безопасности эксплуатации объектов непрерывного АЭ-мониторинга. Со стороны «Киевэнерго» высказано стремление к дальнейшему сотрудничеству и распространению разработанной технологии на следующие ответственные объекты ТЭЦ-5 и ТЭЦ-6, а также на другие ТЭЦ. Академиком НАНУ Л.М. Лобановым отмечена важность широкого внедрения разработанной технологии на самых различных предприятиях отрасли, в том числе в атомной энергетике.

## Комментарий

Говоря о необходимости внедрения и использования акустико-эмиссионного мониторинга, директор СОП «Киевские ТЭЦ» Юрий Гладышев отметил актуальность технической диагностики оборудования, обеспечивающего бесперебойную работу мощностей предприятия, в частности оборудования, отработавшего заложенный в него ресурс. В этом случае АЭ-мониторинг позволяет оперативно оценить состояние оборудования и продлить срок его службы.

«Основной задачей АЭ-мониторинга является уход от «человеческого фактора». Используемая система — это комплект датчиков, информация с которых поступает на единый контрольный комплекс. Система автоматически отслеживает ситуацию и выдает информацию о состоянии оборудования. На основании этих данных мы не только получаем подробную информацию о текущей ситуации, но и можем спрогнозировать необходимые работы. Фактически, АЭ-мониторинг позволяет получить полную картину состояния объекта», — объяснил он.

Комментируя экономические аспекты внедрения системы АЭ-мониторинга, Ю.Гладышев отметил, что ранее запущенные аналогичные проекты позволили достичь на предприятии экономического эффекта с показателями до 100%. Однако в данном случае прогнозировать экономический эффект от реализуемого на ТЭЦ-6 пилотного проекта затруднительно из-за уникальности поставленных задач, поскольку этот пилотный проект не имеет аналогов на территории Украины.