

А.Ю. Нужденко, студент гр. ТЭб-121  
И.Л. Абрамов, доцент, канд. техн. наук  
(КузГТУ, г. Кемерово)

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**

Объекты теплоэнергетики, входящие в перечень потенциальных источников опасности, согласно Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», правилам и положениям, утвержденным постановлениями Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ (Ростехнадзор) проходят проверку на предмет соответствия требованиям безопасности. По действующему законодательству в области теплоэнергетики предметом надзора является котлонадзор, контролирующий паровые и водогрейные котлы, сосуды, работающие под давлением свыше 0,07 МПа, трубопроводы пара и горячей воды с рабочим давлением пара более 0,07 МПа и температурой свыше 115°C [1].

В состав экспертизы промышленной безопасности входит неразрушающий контроль (НК), техническое освидетельствование, техническая диагностика и обследование технического состояния строительных конструкций. Неразрушающие методы контроля применяются для контроля паровых котлов, в том числе котлов-бойлеров, экономайзеров, водогрейных и пароводогрейных котлов с рабочим давлением до 4,0 МПа и температурой рабочей среды до 450°C, решая задачи оценки качества основных элементов котлов в пределах и по истечении назначенного срока службы, а также после аварии [2].

В пределах назначенного срока службы техническое диагностирование котлов проводится не реже одного раза в восемь лет с целью определения соответствия контролируемых параметров котла требованиям нормативных документов или выявления их изменения, вызванного возможными отклонениями от нормальных условий эксплуатации.

Техническое диагностирование проводят до начала технического освидетельствования, включающего наружный и внутренний осмотры; контрольные измерения толщины стенки основных элементов неразрушающими методами дефектоскопии; гидравлическое испытание котла.

Периодичность, методы, зоны и объем технического диагностирования в пределах назначенного срока определяются в соответствии с требованиями "Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов" и инструкциями по техническому диагностированию предприятий-изготовителей.

Техническое диагностирование котла, отработавшего назначенный срок службы, включает наружный и внутренний осмотры; измерение геометрических размеров (овальности и прогиба барабанов и коллекторов, наружного диаметра труб поверхностей нагрева); измерение выявленных дефектов (коррозионных язвин, трещин, деформаций); контроль сплошности сварных соединений неразрушающими, методами дефектоскопии; ультразвуковой контроль толщины стенки; определение твердости с помощью переносных приборов; лабораторные исследования свойств и структуры материала основных элементов; прогнозирование, на основании анализа результатов технического диагностирования и прочностных расчетов, возможности, предельных рабочих параметров, условий и сроков дальнейшей эксплуатации.

Типовые программы технического диагностирования котлов предусматривают следующие методы контроля: визуальный, измерительный, цветную дефектоскопию, магнитопорошковую дефектоскопию, контроль толщины стенки с помощью ультразвука, ультразвуковой контроль сварных, заклепочных соединений, металла гибов, измерение твердости переносными приборами, исследование микроструктуры по репликам и сколам, исследование химического состава, механических свойств и микроструктуры металла элементов на вырезках.

В перечень методов контроля установленных в [2] не входят методы радиационного контроля, основанные на регистрации и анализе проникающего ионизирующего излучения после взаимодействия с контролируемым объектом [3]. По выявляемости дефектов типа нарушения сплошности радиационные методы НК являются универсальными и применимы к неферромагнитным, ферромагнитным материалам и к диэлектрикам. Недостатки метода: повышенные требования к технике безопасности, сложность, дороговизна и громоздкость аппаратуры, необходимость двухстороннего доступа к объекту контроля сейчас не являются ограничением для применения радиационного контроля при диагностике теплоэнергетического оборудования.

В настоящее время на рынке средств неразрушающего контроля представлены портативные рентгеновские аппараты и передвижные кроулеры позволяющие осуществлять контроль сварных швов и элементов конструкции оборудования на рабочем месте [4].

Например, рентгеновские аппараты ICM (Бельгия), серии SITE-X (рис. 1) с напряжением на аноде от 200 до 360 кВ с рабочим диапазоном температур: от -20°C до +70°C имеют проникающая способность по стали от 40 до 82 мм и максимальная мощность излучения от 1,2 до 1,8 кВт.

Рентгеновские аппараты SITE-X панорамного излучения производятся также и для установки на кроулерах, позволяющих изнутри контролировать состояние трубопроводов. Возможна комплектация кроулера гамма-изотопом. Кроулеры передвигаются в трубе со скоростью до 16

м/мин на расстояние до 2 километров и обеспечивают эффективный контроль труб диаметром от 150 до 1850 мм. Влагозащищенное исполнение позволяют использовать устройство в разнообразных условиях. Благодаря независимым двигателям передних и задних колес аппарат имеет высокую проходимость, способен преодолевать участки трубопровода с большими уклонами и малыми радиусами поворота.



Рис. 1. Рентгеновский аппарат SITE-X с блоком управления SCU286

Система аварийного возврата заставляет кроулер вернуться к точке старта в случае угрозы разряда аккумуляторов или получения аварийного радиосигнала, что препятствует потере аппарата в трубопроводе. Современный высокочастотный рентгеновский аппарат постоянного потенциала обеспечивает высокое качество снимка при малом времени экспозиции.

Управление прибором осуществляется с помощью радиоизотопных или магнитных реперов. Специально отработанная конструкция шасси и колес придает кроулеру высокую устойчивость к опрокидыванию. Шасси кроулера и рентгеновский аппарат питаются от отдельных батарей, что исключает потерю прибора в трубопроводе из-за разряда батареи при длительных рентгеновских экспозициях. Модульная конструкция облегчает переноску прибора и его установку в трубу.

Полученная, с применением современных методов диагностики, информация может повысить качество прогнозирования остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования и оптимизировать сроки проведения ремонтных работ.

#### Список литературы

1. Федеральный законот 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. РД34.17.435-95. Методические указания о техническом диагностировании котлов с рабочим давлением до 4,0 МПа.
3. Справочник: в 8 т. / под общ. ред. В.В. Ключева. Т. 1: в 2 кн. Кн. 2. Ф.Р. Соснин. Радиационный контроль. - 2-е изд., испр. - М.: Машиностроение, 2008. - 560 с.
4. Оборудование неразрушающего контроля. Каталог компании Мега инжиниринг. Москва, 2008. – 56 с.