

**УДК 620.9**

И. А. Михайлов, студент гр. ТЭм-171, I курс  
Научный руководитель: И. Л. АБРАМОВ, к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

## **КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ**

Трубопроводы I-IV категории на тепловых электростанциях (ТЭС) после выработки паркового или индивидуального ресурса подлежат диагностике. Срок службы трубопровода устанавливается организацией-изготовителем и указывается в паспорте трубопровода.

Состояние основного оборудования ТЭС РФ (2013 г.) представлено в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика	Котлы ТЭС
Количество, ед.	2881
Срок эксплуатации до 30 лет, %	24
Срок эксплуатации 30 - 50 лет, %	52
Срок эксплуатации более 50 лет, %	23

Категорийные трубопроводы ТЭС в настоящее время практически полностью исчерпали расчетный (проектный) срок службы и на 50-80% выработали парковый ресурс. В связи с этим необходимо обеспечить решение задачи продления ресурса эксплуатирующихся трубопроводов с учетом экономической целесообразности и для обеспечения эксплуатационной надежности.

Комплексный подход при решении поставленной задачи должен предусматривать выполнение следующих мероприятий:

- совершенствование эксплуатационной диагностики трубопроводов;
- совершенствование сварочно-термической технологии ремонта и восстановления работоспособности сварных и бесшовных элементов трубопроводов;
- улучшения конструкции сварных соединений;
- улучшение условий эксплуатации трубопроводов;
- совершенствование сварочно-термической технологии с применением новых методов сварки и нагревательных устройств термообработки сварных соединений трубопроводов в периоды монтажа, реконструкции и ремонта;

- совершенствование методов расчетов на прочность сварных соединений трубопроводов;
- совершенствование методов контроля и критериев оценки качества сварных соединений трубопроводов;
- применение жаропрочных материалов с улучшенными характеристиками.

Совершенствование методов неразрушающего контроля для выявления технологических дефектов в сварных соединениях трубопроводов развивается в направлении повышения их достоверности. Сравнение достоверности двух основных универсальных методов контроля для типовых технологических дефектов приведено в таблице 2.

Таблица 2

Дефект	Зона контроля	Достоверность, %	
		Ультразвуковой контроль	Радиационный контроль
Газовые поры	МШ	меньше 20	90-100
Шлаковые включения	МШ, ЗС	40-60	90-100
Непрвар	ЗС	40-60	60-80
Послойное наплавление	МШ	-	меньше 40
Горячие трещины	МШ	60-80	-
Холодные трещины	МШ, ЗТВ	60-80	-
Трещины термообработки	ОЗ, МШ	20-40	-

Примечание: МШ – материал шва, ЗС – зона сплавления, ОЗ - околосварная зона, ЗТВ – зона термического влияния

Радиографическому контролю (РК) могут быть подвергнуты сварные соединения трубопроводов наружным диаметром до 1220 мм включительно и с номинальной толщиной стенки до 50 мм включительно. Специальной подготовки поверхности сварного шва (СШ) перед проведением радиографического контроля не требуется.

При строительстве, реконструкции и капитальном ремонте трубопроводов по результатам НК все сварные соединения подразделяют на две категории, обозначаемые как «Годен» и «Не годен». К категории «Годен» относят сварные соединения, в которых дефекты не выявлены вообще или выявлены только дефекты, удовлетворяющие требованиям допустимости.

В практике РК СШ трубопроводов на сегодняшний день существуют две схемы просвечивания СШ: панорамная и фронтальная.

При панорамной схеме для просвечивания используют самоходные внутритрубные кроулеры, которые устанавливают внутрь трубы и перемещают от стыка к стыку, доставляя смонтированный на его базе рентгеновский аппарат и производя экспозицию. При такой схеме просвечивания

СШ обеспечивается более высокая производительность РК по сравнению с фронтальной схемой просвечивания. Однако при использовании кроулеров предъявляются высокие требования к внутренней поверхности трубы (отсутствие препятствий, посторонних предметов, воды или наледи и т.д). Кроулеры применяются для контроля участков трубы ограниченной длины из-за ограниченной емкости аккумуляторных батарей и невозможности их передвижения на участках трубопровода, проложенных под углом к горизонту, превышающим 20–30°.

Фронтальная схема просвечивания СШ применяется для тех стыков, доступ к которым изнутри трубы невозможен. Данная схема просвечивания через две стенки трубы выполняется за три и более установки источника ионизирующего излучения (ИИ), что увеличивает время проведения контроля и требований к контролю такого рода сварных соединений.

В российской промышленности в качестве детекторов при РК применяют рентгеновскую пленку или многоразовые запоминающие пластины. К недостаткам РК при использовании радиографической пленки можно отнести необходимость наличия помещений для проведения операций по фотохимической обработке пленки и операций по зарядке кассет, необходимость хранения пленки в твердой копии в специальных помещениях, высокую стоимость РК.

Радиографический контроль трубопроводов ТЭС выполняется переносными средствами контроля, например рентгеновскими аппаратами ПИОН-2М и АРИНА-9:

Импульсный рентгеновский аппарат ПИОН-2М предназначен для радиографического контроля сварных соединений и других металлоконструкций. Небольшой вес и габариты аппарата, а так же достаточно большая толщина просвечиваемого металла, делают его удобным для рентгеновского контроля в производственных условиях. Технические характеристики аппарата позволяют контролировать сварные швы трубопроводов как фронтально, так и панорамно. Просвечиваемая толщина стали с использованием флуоресцентных усиливающих экранов составляет 32 мм при максимальном анодном напряжении 150 кВ. Время автономной работы аккумулятора 0,9 ч.

Рентгеновский аппарат АРИНА-9 предназначен для контроля толстостенных стальных изделий. Аппарат работает на принципе взрывной электронной эмиссии в рентгеновской трубке с холодным катодом. Эффективно использование при просвечивании толстостенных труб больших диаметров. Просвечиваемая толщина стали - до 45 мм. Максимальное анодное напряжение - 300 кВ.

Развитие методов РК идет в направлении развития как классической пленочной радиографии (создание более совершенных рентгеновских аппаратов, внедрение цифрового архивирования пленки), так и разработки и внедрения средств компьютерной (цифровой) радиографии: плоских бес-

проводных детекторов, программных средств обработки изображений и 3D рентген-компьютерных томографов.

Среди инновационных разработок нового технологического уровня в области промышленной радиографии следует отметить разработку компании Дженерал Электрик беспроводного цифрового детектора DXR 250C-W. Детектор создан для работы в промышленных условиях при реализации панорамной и фронтальной схем просвечивания СШ, с возможностью передачи результатов радиационного контроля на портативный компьютер по беспроводному каналу связи в режиме реального времени.

#### Список литературы:

1. Бархатов А.Ф. Системы цифровой радиографии для контроля качества сварных швов магистральных нефтепроводов. Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. № 4, 2013. С. 61-63.
2. Троицкий В. А. Пособие по радиографии сварных соединений (Методические рекомендации для специалистов по радиографическому контролю). – Киев: ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, “Феникс”, 2008. – 316 с.
3. ООО «ЭКСПЕРТ НК». Приборы и средства неразрушающего контроля. <http://www.expertnk.ru/catalog/radiography/xraymachines/arina-9.html>