

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
111-1
17-23 ноября 2023 года**

УДК 620.179.1

К.А. МЕЛЬНИК, М.Д. СЫТАЯ, студенты гр. 10604119 (БНТУ)
Научный руководитель С.А. КАЧАН, к.т.н., доцент (БНТУ)
г. Минск

**ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
КОТЛОВ-УТИЛИЗАТОРОВ**

Парогазовые установки с котлами-утилизаторами получили широкое распространение в энергетике многих стран мира. Они обеспечивают достижение высокой эффективности производства электроэнергии и теплоты.

Компания TesTex Inc (США) предлагает современную технологию с внедрением новых инструментов неразрушающего контроля для котлов-утилизаторов, характеризующихся компактностью конструкции. Совместно с Исследовательским институтом электроэнергетики (Electric Power Research Institute – EPRI) разработаны испытательные устройства, в которых используются проверенные инновационные электромагнитные методы.

Так, низкочастотный электромагнитный метод (Low Frequency Electromagnetic Technique – LFET) используется для проверки передней и задней кромки доступных ребристых труб HRSG для обнаружения точечной коррозии и утончения стенки [1].

Для внутреннего осмотра труб разработан усовершенствованный датчик с дистанционным электромагнитным полем (Remote Field Electromagnetic Technique – RFET) в сочетании с видеокамерой, которая работает с инструментом внутреннего доступа (рисунок 1) [2].

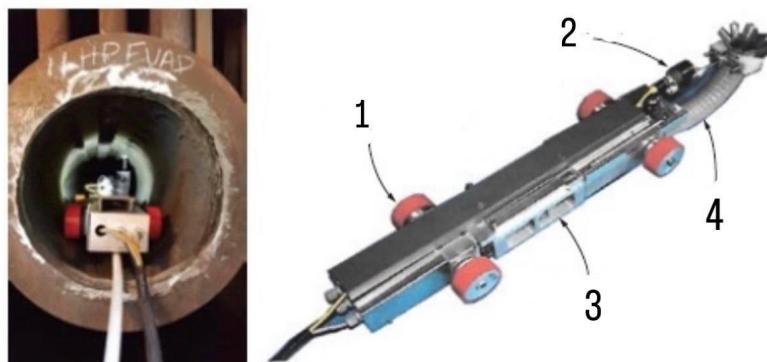


Рис. 1. Датчик RFET производит инспекцию внутри трубы котла: 1 – гусеничные колеса, 2 – камера, 3 – модуль подачи зонда, 4 – шноркель [2]

Для внутреннего контроля труб компания TesTex разработала и применяет проверенный метод доступа к оребренным трубам через коллекторы. Для внутреннего доступа в каждую трубку заводится гибкая многоканальная головка зонда RFET (рисунок 2) [2]. Зонд включает в себя камеру, катушку возбуждения, генерирующую электромагнитное поле, и восемь отдельных приемных катушек, которые обнаруживают изменения в поле, указывающие на точечную коррозию или износ стенки. Результаты отображаются как визуально, так и графически, а также записываются.

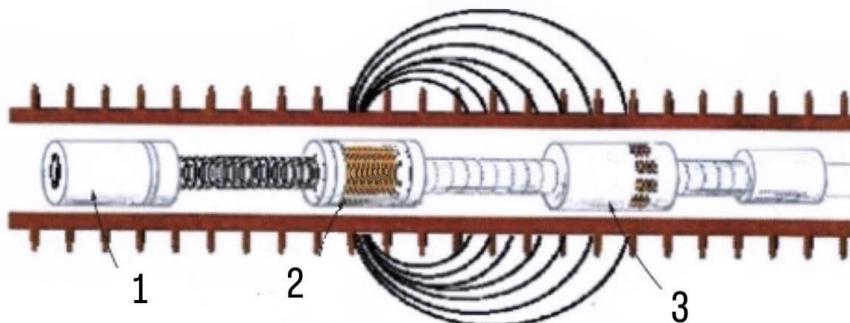


Рис. 2. Гибкая многоканальная головка зонда RFET внутри трубы котла: 1 – камера для визуального осмотра, 2 – катушка возбуждения, 3 – приемная катушка, обнаруживающая дефекты [2]

Зонд вставляется в вертикальные трубы, проталкивается вверх к верхнему коллектору и фиксирует показания и видеоизображения по мере того, как он помещается в каждую трубку и извлекается из нее. Гибкая многоканальная система перемещается со скоростью от 0,05 до 0,075 м/с, собирая 480 выборок на канал в секунду с частотой 15 Гц.

Множественные катушки датчика позволяют обнаруживать небольшие локализованные аномалии.

Чтобы датчик мог выполнить изгиб по горизонтали и вертикали на 90 градусов, внутренний диаметр коллектора должен быть не менее 0,133 м. Максимальный внутренний диаметр не ограничен. Текущий предел длины трубы от коллектора до коллектора составляет около 20 м.

Разработано также обходное устройство – «инструмент внутреннего доступа» (IAT), который вставляется внутрь коллектора после удаления торцевой заглушки (рисунок 3) [1]. В корпусе вырезается небольшое отверстие для доступа к коллектору. После того, как IAT вставлен в коллектор, он проталкивает датчик RFET, оснащенный камерой, вверх по длине труб, записывая видео и обнаруживая изменения толщины стенки трубы.

IAT управляется дистанционно и может помочь проверить все трубы коллектора за 3 – 4 смены.

Также интерес представляет проверка сварных швов между трубой и коллектором с помощью метода электромагнитного сбалансированного поля (Balanced Field Electromagnetic Technique – BFET) [1].

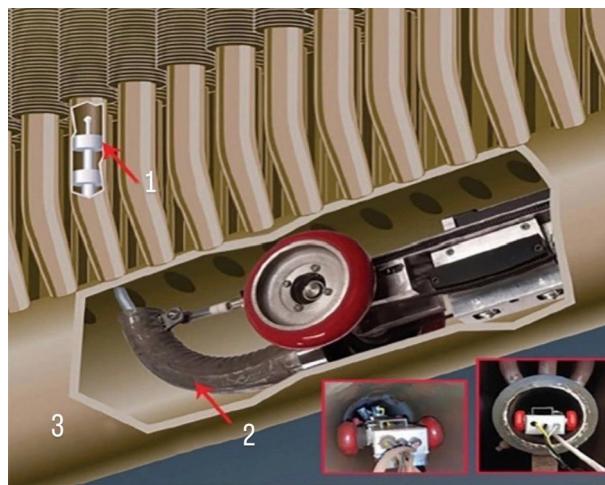


Рис. 3. Инструмент внутреннего доступа коллекторов котлов-утилизаторов: 1 – зонд, 2 – направляющая трубка, 3 – коллектор [1]

Датчики и камеры BFET устанавливаются на сварные швы с помощью корпуса С-образного зажима, называемого «клешней», который крепится к трубе (рисунок 3) [1, 2]. После установки зажим перемещается по окружности вокруг сварного шва и позволяет обнаружить растрескивание, несплавления, пористость и другие дефекты сварного шва. Камеры используются для отображения контура сварного шва, чтобы помочь в анализе данных BFET.

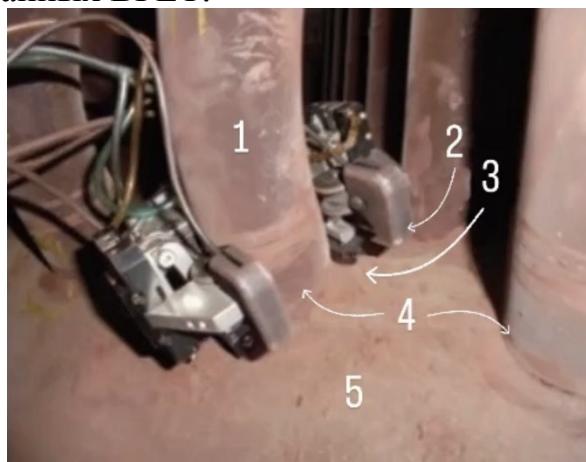


Рис. 3. Осмотр шва приварки трубы к коллектору: 1 – труба, 2 – камера, 3 – датчик, 4 – сварной шов, 5 – коллектор [1, 2]

Используется для контроля диаметров труб от 38 мм до 76 мм.

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

111-4

17-23 ноября 2023 года

Для проверки клещи подготовка поверхности не требуется. Команда из двух человек может исследовать до 200 сварных швов между трубами и коллекторами за смену.

В заключение отметим, что компания TesTex, Inc. предоставляет продукты и услуги по неразрушающему контролю изделий как из черных, так и цветных металлов и сплавов. Кроме описанных, имеются и другие инструменты неразрушающего контроля состояния оборудования, позволяющие проверять конденсаторы, теплообменники, сосуды под давлением, трубопроводы и сварные швы [2].

Список литературы:

1. HRSG inspection tools [Электронный ресурс]: TesTex // Режим доступа: <https://testex-ndt.com/services/hrsg/> - дата обращения 03.10.2023.
2. NDT innovations showcased at HRSG Forum [Электронный ресурс]: Combined Cycle Journal // <https://www.ccj-online.com/ndt-innovations-showcased-at-hrsg-forum/> - дата обращения 03.10.2023.

Информация об авторах:

Мельник Кирилл Андреевич, гр. 10604119, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, tes@bntu.by

Сытая Мария Денисовна, гр. 10604119, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, tes@bntu.by

Качан Светлана Аркадьевна, к.т.н., доцент, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, kachan@bntu.by