

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

102-1

**20-22 октября 2022 года**

---

---

**УДК 621.181**

В.С. Баянкова, С.Е. Савенко, студенты гр. 10604118 (БНТУ)

С.А. Качан, к.т.н., доцент (БНТУ)

г. Минск

**НИЗКОЧАСТОТНЫЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД  
КОНТРОЛЯ ОРЕБРЕННЫХ ТРУБ КОТЛОВ-УТИЛИЗАТОРОВ**

Парогазовые установки с котлами-утилизаторами получили широкое распространение в энергетике многих стран мира. При этом конструкция большинства котлов-утилизаторов не позволяет получить доступ к внутренней поверхности труб поверхностей нагрева для проверки без вскрытия коллекторов и использования сложной робототехники. К тому же для обеспечения большей поверхности теплообмена и большей компактности котла-утилизатора эти оребренные трубы плотно прилегают друг к другу.

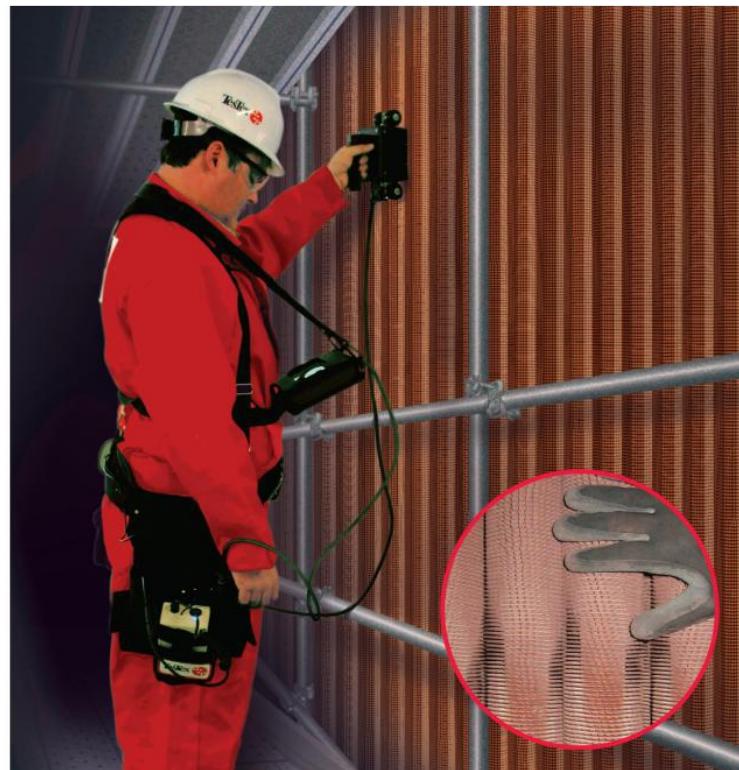
Компания TesTex, Inc. (США) использует низкочастотный электромагнитный метод (Low Frequency Electromagnetic Technique – LFET), позволяющий обнаруживать и количественно определять утонение стенки оребренных труб котлов-утилизаторов с внешней поверхности через ребра (Рис. 1) [1].

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

102-2

**20-22 октября 2022 года**

---



**Рис. 1. Инспекция труб котла-утилизатора с внешней поверхности  
методом LFET [1]**

Сканер LFET (Рис. 2) перемещается вдоль оребренной трубы, измеряя силу отраженного электромагнитного сигнала, который излучается в трубу катушкой возбудителя сканера. Ребра из углеродистой стали позволяют сигналу проникать в основной материал трубы.



**Рис. 2. Сканер LFET на оребренной трубе котла-утилизатора [1]**

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

102-3

**20-22 октября 2022 года**

Научно-исследовательский институт электроэнергетики (Electric Power Research Institute – EPRI, США) спонсировал TesTex, Inc. для проведения исследования оребренных труб котлов-утилизаторов с питтингом и дефектами в стенках. Результаты показали, что LFET может обнаруживать локальные дефекты в стенках труб, такие как точечная коррозия, а также протяженные дефекты, такие как ускоренная потоком пара коррозия.

На рисунке 3 показаны дефекты (ямки), которые были выточены на внутренней поверхности эталонной калибровочной оребренной трубы котла-утилизатора из углеродистой стали. Труба имеет наружный диаметр 50 мм, толщину стенки 3 мм и ребра длиной 20 мм.

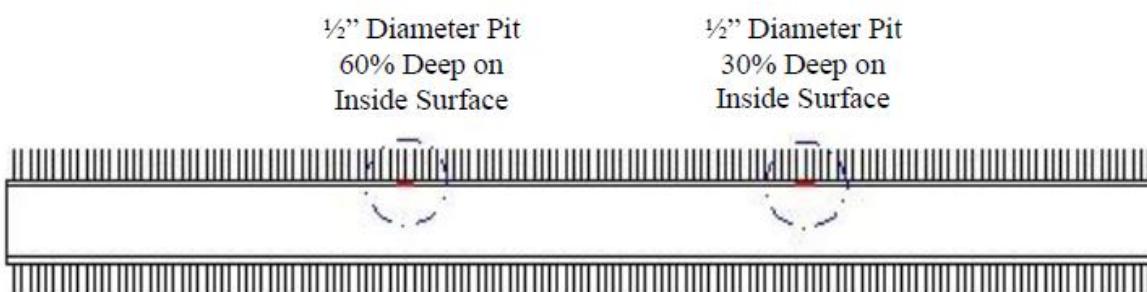


Рис.3. Диагностика труб котла-утилизатора [1]

Низкочастотная электромагнитная волна от этой калибровочной трубы показана на рисунке 4. Видны дефекты диаметром 12,5 мм (½ дюйма) глубиной 60% на внутренней поверхности и диаметром 12,5 мм глубиной 30% на внутренней поверхности.

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

102-4

**20-22 октября 2022 года**

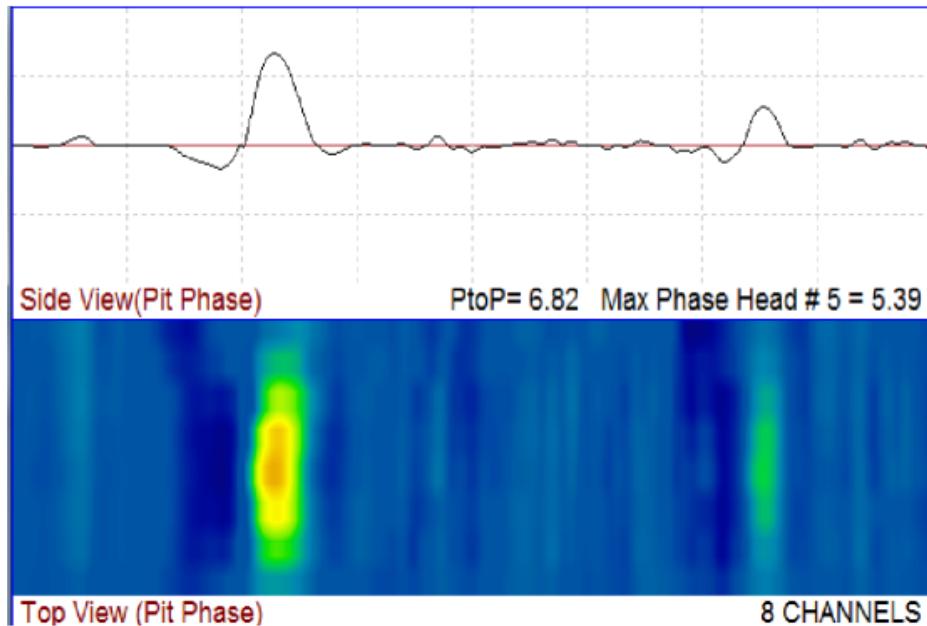


Рис. 4. Форма волны LFET [1]

На фазовом графике (Рис. 5) показаны отклики от дефектов с внутренним диаметром 12,5 мм в эталоне калибровочной трубы котла-утилизатора.

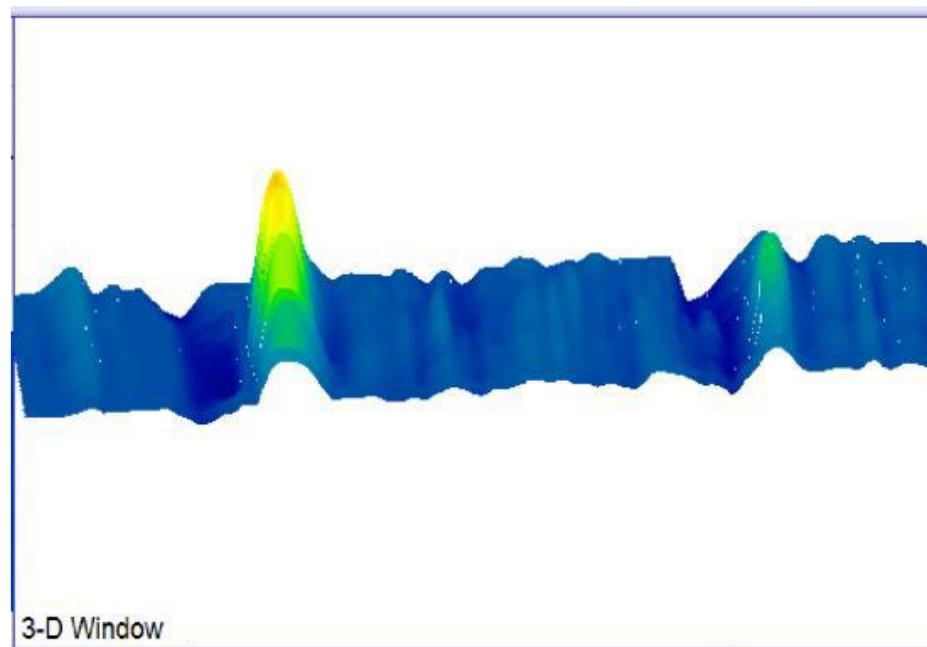


Рис. 5. Фазовый график откликов от дефектов [1]

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

102-5

**20-22 октября 2022 года**

---

---

Первый подъем сигнала – это дефект глубиной 60%, а второй подъем – дефект глубиной 30%.

Дефект глубиной 60% показан оттенками от желтого до красного, а дефект глубиной 30% – зеленым цветом.

В заключение отметим, что для проведения проверки методом LFET не требуется подготовка поверхности. При этом команда из двух человек может обследовать до 460 погонных метров за смену [2].

**Список литературы:**

1. HRSG inspection tools [Электронный ресурс]: TesTex // Режим доступа: <https://www.testexndt.co.uk/wp-content/uploads/HRSG-NDT-Brochure-Spring-15-rev1.pdf> (дата обращения 03.10.2022)
2. HRSG inspection tools [Электронный ресурс]: TesTex // Режим доступа: <https://www.testexndt.co.uk/services/boiler-tube-inspection/> (дата обращения 03.10.2022)

**Информация об авторах:**

Баянкова Валерия Сергеевна, студент гр. 10604118, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, bayankova.lera@gmail.com

Савенко Екатерина Александровна, студент гр. 10604118, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, savenko.katya26@gmail.com

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