

## Измерение внутреннего слоя окалины в паровых котлах



### Предпосылка

Высокие температуры в паровом котле (свыше 800 °С) могут привести к образованию с внешней и внутренней стороны труб тяжелой, хрупкой окиси железа, называемой иначе *магнитным железняком*. При очень высоких температурах водяной пар вступает в реакцию с железом, содержащимся в стали, что приводит к формированию магнетита и водорода в соответствии со следующей химической формулой:

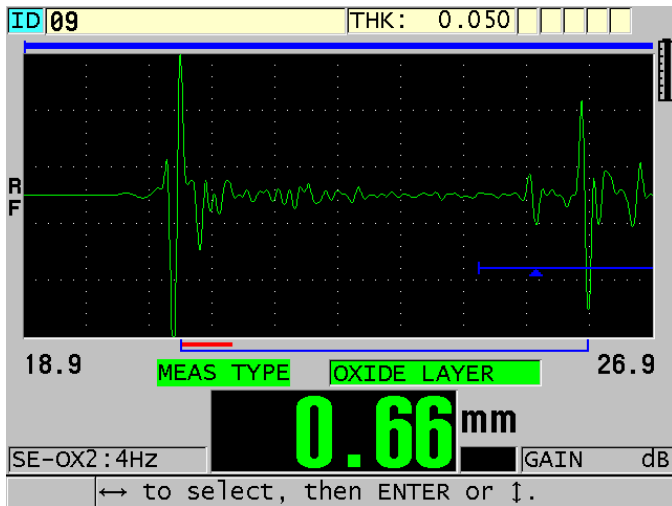
$$3 \text{Fe} + 4 \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4 \text{H}_2$$

Скорость протекания реакции прямо пропорциональна температуре внутри трубы. Атомы кислорода диффундируют внутрь через слой магнетита, а атомы железа переходят в противоположном направлении, поэтому накипь продолжает увеличиваться в размерах даже после полного покрытия поверхности трубы.

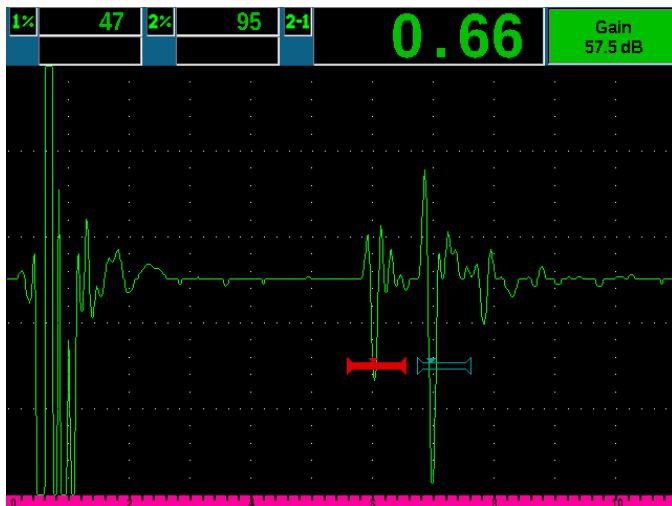
Магнетит действует как теплоизоляция, так как теплопроводность накипи составляет всего 5% теплопроводности стали. Если пар более не проходит эффективно наружу от котла, происходит перегрев трубы. Длительный перегрев в сочетании с очень большим давлением приводят к возникновению межкристаллитных микротрещин в металле и деформации (медленное вздутие металла), что может вызвать разрыв трубы.

Вторая проблема – отслоение окалины, растрескивание и частичное осыпание (обычно по причине температурных напряжений во время запуска и остановки работы бойлера). Эти твердые частицы переносятся паровым потоком в турбину, и постепенно приводят к эрозионному разрушению.

Увеличение размеров накипи из магнетита и связанные с ним повреждения в металле – основные факторы, влияющие на продолжительность работы паровых котлов. Этот процесс начинается медленно и затем ускоряется; из-за появления накипи увеличивается температура труб, что в свою очередь приводит к увеличению размеров накипи и повреждению металла. Исследования в области энергетики показывают, что наличие окалины может иметь незначительное влияние при толщине стенок до 0,3 мм, но при большей толщине это приводит к негативным последствиям. Периодические измерения толщины окалины позволяют оценить состояние труб и котла, а также вовремя заменить приходящие в негодность трубы. Ультразвуковой контроль является быстрым и неразрушающим методом измерения толщины окалины. Портативные ручные контрольно-измерительные приборы, такие как, например, толщиномер 38DL PLUS® или дефектоскоп ЕРОСН®, способны измерять внутренние слои окалины вплоть до минимальной толщины 0,2 мм с использованием преобразователя М2017 (с линией задержки 20 МГц). Для измерения толщин до 0,152 мм можно использовать специальный преобразователь поперечной волны М2091 (20 МГц) с соответствующей контактной жидкостью. Во всех случаях, контактная поверхность должна быть ровной и гладкой; иногда может понадобиться подготовка поверхности.



Измерение толщины внутреннего слоя окислы с помощью толщиномера и преобразователя с линией задержки M2017 (увелич.)



Измерение толщины внутреннего слоя окислы с помощью дефектоскопа и преобразователя с линией задержки M2017 (в левой части экрана виден эхо-сигнал линии задержки)

Дополнительную информацию на тему окислы и ее воздействия на бойлерные трубы можно найти в книге «Metallurgical Failures in Fossil Fired Boilers» David N. French (John Wiley Sons, 1983).

## Оборудование, используемое для данного приложения



### EPOCH® 6LT

Ультразвуковой дефектоскоп EPOCH 6LT оптимизирован для работы одной рукой и демонстрирует высокую производительность при работе в сложных условиях, требующих высокой степени портативности оборудования. Легкий и компактный прибор легко помещается в руке, а также может быть закреплен на ноге с помощью специального снаряжения для промышленного альпинизма.



### 38DL PLUS®

Современный ультразвуковой толщиномер 38DL PLUS использует раздельно-совмещенные преобразователи для выявления внутренней коррозии, и работает в режимах THRU-COAT® (измерения через покрытие) и Эхо-эхо. Одноэлементные преобразователи могут использоваться для прецизионных измерений толщины тонких, слишком толстых или многослойных материалов.



### EPOCH 650

Ультразвуковой дефектоскоп EPOCH 650 имеет отличные рабочие характеристики и удобен в эксплуатации; используется в широком спектре приложений. Этот надежный прибор с интуитивным управлением является продолжением популярного ультразвукового многофункционального дефектоскопа EPOCH 600.

[www.olympus-ims.com](http://www.olympus-ims.com)

**OLYMPUS®**

За дополнительной информацией обращайтесь  
[www.olympus-ims.com/contact-us](http://www.olympus-ims.com/contact-us)

OLYMPUS EUROPA SE & CO. KG  
Wendenstraße 14-18, 20097 Hamburg, Германия, Tel.: (49) 40-23773-0  
OLYMPUS MOSCOW LIMITED LIABILITY COMPANY  
«Олимпас Москва»  
107023, Москва, ул. Электрозаводская, д. 27, стр. 8, тел.: 7(495) 956-66-91

Компания OLYMPUS SCIENTIFIC SOLUTIONS AMERICAS CORP. сертифицирована по ISO 9001, ISO 14001 и OHSAS 18001. Все характеристики могут быть изменены без предварительного уведомления. Названия продуктов являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками соответствующих компаний. Все права принадлежат компании Olympus © 2019.