

Вихретоковый метод контроля энергетического оборудования

**Студент: Рагимов Заур
Группа: 624.3**

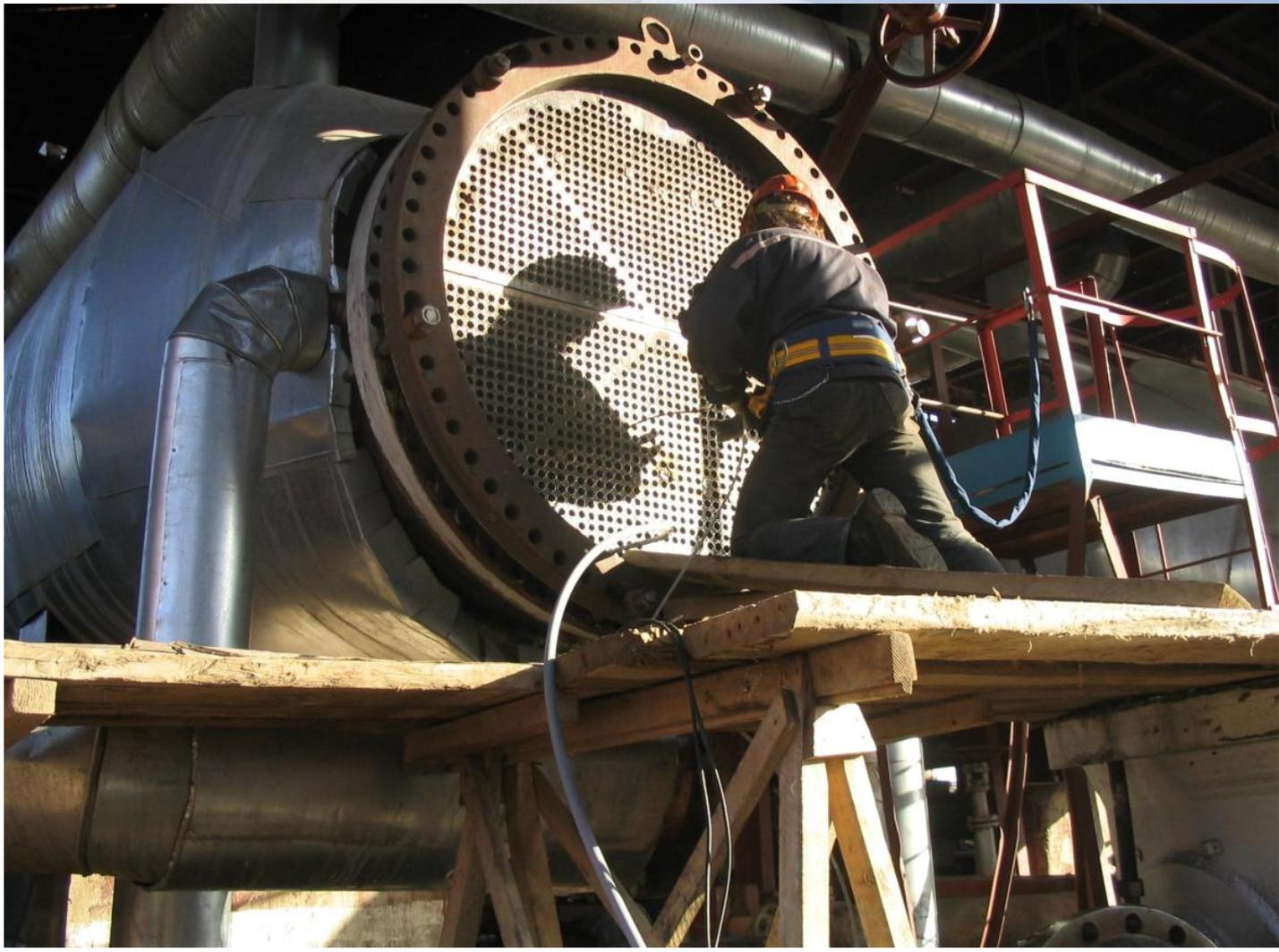


- «Общество технического надзора ДИЭКС» имеет богатый опыт в сфере инспекционного экспертного промышленного контроля, выполняя работы на высоком профессиональном уровне согласно украинским и европейским нормативным актам.
- Вовремя проведенное диагностирование и достоверная информация о техническом состоянии оборудования – это залог безотказной работы всей технологической линии.



Важность диагностики теплообменного оборудования

- Позволяет избежать **аварий**, экономических потерь, связанных с внеплановыми остановами, **экологического ущерба** по причине протекания труб теплообменных аппаратов.
 - Результаты вихретоковой диагностики – **достаточное основание** для проведения ремонта или замены трубного пучка
 - Позволяет сэкономить предприятию время и деньги – предприятие может не производить полную замену трубного пучка, а заменить только трубы с недопустимыми дефектами до выхода их из строя, не снижая при этом эффективность работы оборудования.
-
- После проведения ремонта по результатам контроля обеспечивается работа теплообменного оборудования с высоким коэффициентом полезного действия



Преимущества использования нашего решения

- Информация о состоянии **каждой** теплообменной трубы
- Возможна **выборочная замена труб** с недопустимыми дефектами до выхода их из строя
- Не снижается **эффективность** работы теплообменного оборудования
- На сигналы вихретокового преобразователя практически **не влияют** параметры внешней среды.
- Периодичный контроль обеспечивает **мониторинг** развития выявленных дефектов, а следовательно и скорость износа теплообменного оборудования.

Вихретоковый контроль (ВТК)

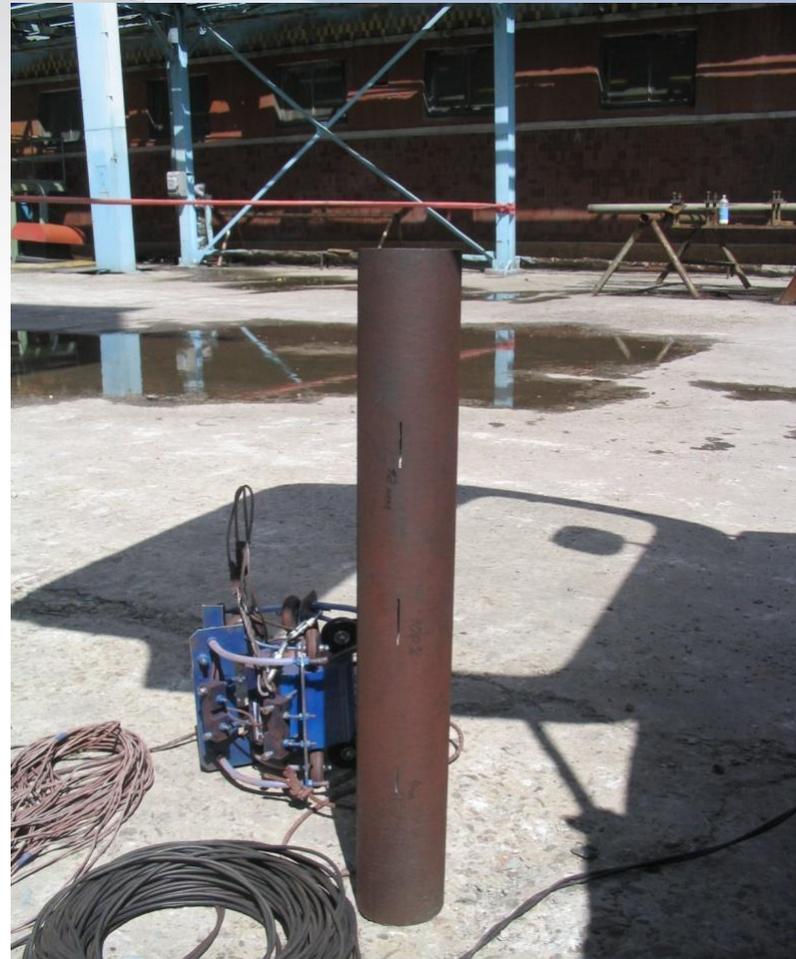
- **ВТК – один из методов неразрушающего контроля:**
 - основан на возникновении электрических токов в контролируемом материале (токи Фуко или вихревые токи)
 - вихревые токи возникают вследствие явления электромагнитной индукции
 - несплошности в контролируемом материале искажают путь протекания вихревых токов
 - по вихретоковому сигналу устанавливается характер несплошности и ее оценочная глубина

- **ВТК – применяется для контроля качества материалов, на наличие в них несплошностей и неоднородностей:**
 - изделия толщиной не более 7 мм контролируются по всей толщине
 - для изделий толщиной более 7 мм – поверхностный слой

Вихретоковый контроль: технология

Кроме проведения внутритрубной диагностики теплообменных аппаратов, вихретоковый метод позволяет проводить **контроль поверхностного слоя** толстостенных труб.

При этом сканирование осуществляется по наружной поверхности труб с применением **специальных вихретоковых преобразователей** накладного типа.



Калибровочный образец толстостенной трубы ($\varnothing 102 \times 15$) и накладной вихретоковый преобразователь

Вихретоковое оборудование:

- **Принцип работы вихретокового оборудования:**
 - При прохождении переменного тока через катушку образуется **первичное** электромагнитное поле
 - При приближении катушки к электропроводящему образцу возникают **вихревые токи**
 - **Вторичное** электромагнитное поле, образованное вихревыми токами, противодействует первичному полю катушки и приводит к **изменению импеданса** катушки и падению напряжения
 - **Противодействие** первичного и вторичного электромагнитных полей служит основой получения информации
- **Основные свойства вихревых токов**
 - Вихревые токи – замкнутые токовые контуры, индуцированные в проводящем материале переменным электромагнитным полем
 - Траектория вихревых токов направлена параллельно обмотке катушки
 - Вихревые токи протекают по пути наименьшего сопротивления
 - С углублением в электропроводящий материал, амплитуда вихревых токов уменьшается
 - По мере углубления вихревые токи сдвигаются по фазе относительно токов на поверхности

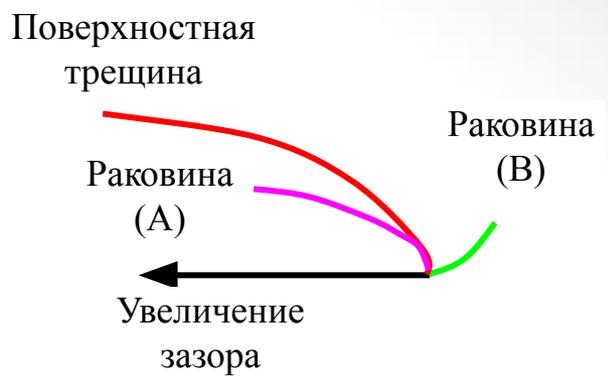
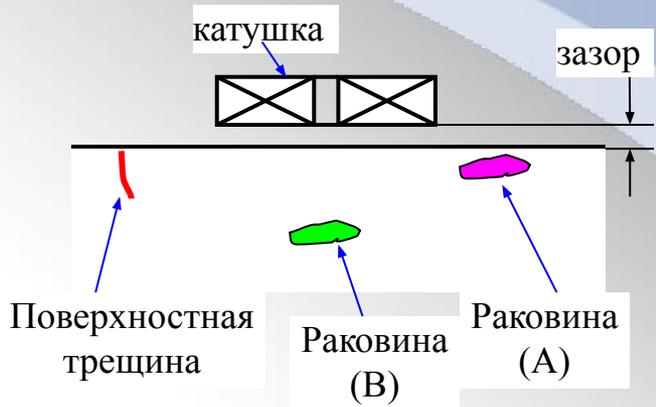
Вихретоковый метод контроля

Контроль дефектов



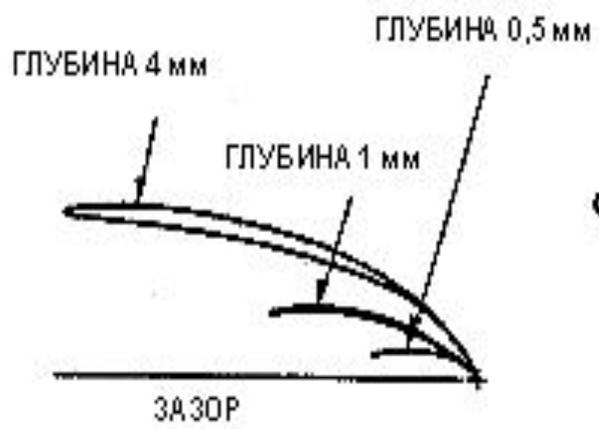
Вихретоковое оборудование: контроль дефектов

- Прохождение катушки над поверхностными и глубинными дефектами.
- Наблюдается различие в амплитуде и углах сигналов от зазора и раковин А и В.
- Данное различие обусловлено затуханием сигналов с глубиной и запаздыванием по фазе

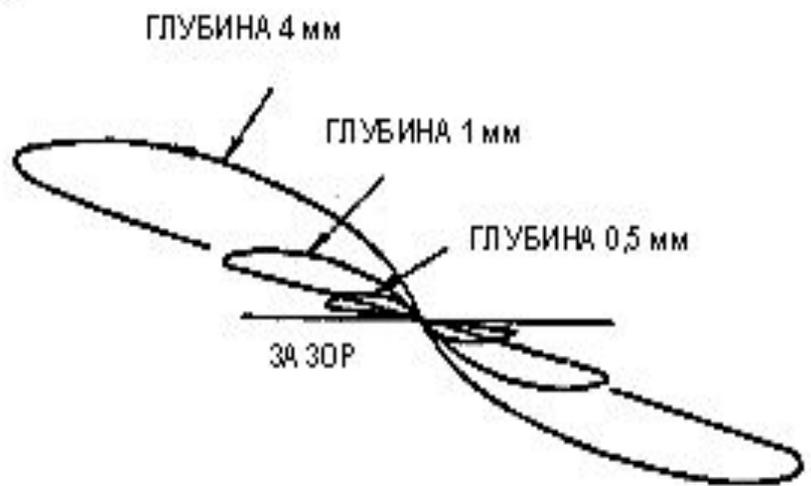


Вихретоковое оборудование: контроль дефектов

Поверхностные дефекты



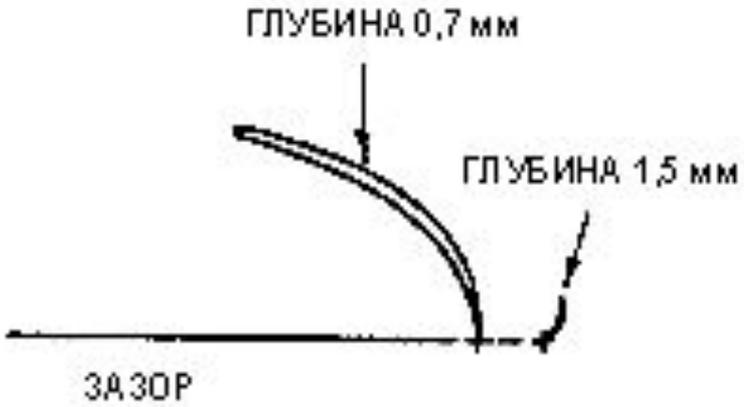
АБСОЛЮТНЫЙ КАНАЛ



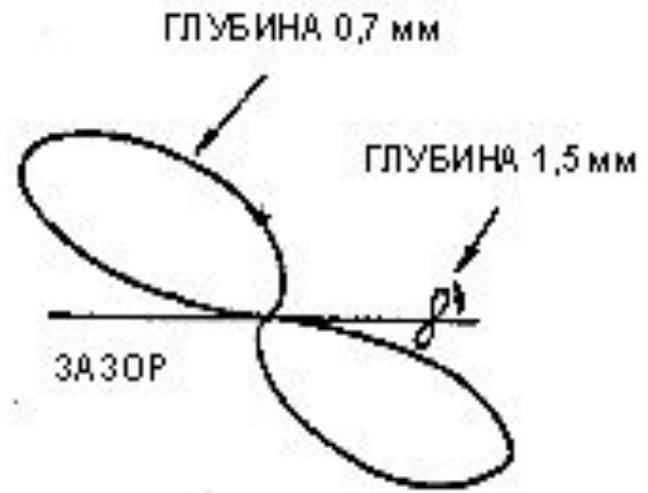
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ КАНАЛ

Вихретоковое оборудование: контроль дефектов

Подповерхностные дефекты



АБСОЛЮТНЫЙ КАНАЛ



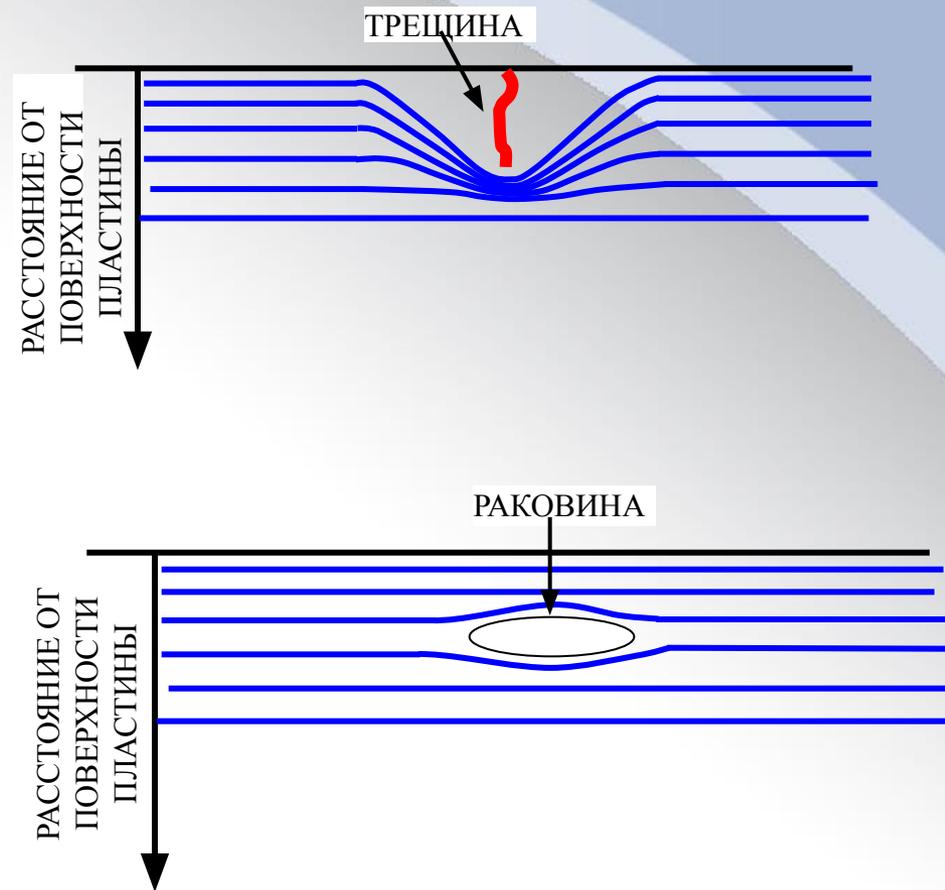
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ КАНАЛ

Вихретоковое оборудование: амплитуда сигнала от дефекта

При расположении плоского зонда над глубоким дефектом бесконечной длины, поверхностные токи должны пройти **под дефектом** для замыкания контура

Данное утверждение **не относится** к дефектам, залегающим на глубине

Вихревые токи концентрируются вблизи поверхности проводника и, поэтому, данный метод контроля **более чувствителен** к поверхностным дефектам, чем к внутренним



Вихретоковый метод контроля

Примеры



Вихретоковый контроль: примеры

Локальная внутренняя коррозия

-Дефекты возникают на участках, где отсутствует достаточная аэрация циркулирующей воды.

-Данный дефект образуется при отложении чужеродных материалов на внутренней поверхности трубы, что вызывает различия в уровне концентрации кислорода и метал трубы приобретает анодные свойства.



Сквозные коррозионные поражения стенки трубы по внутренней поверхности (материал Ст. 15ХМ)

- **Локальная язвенная коррозия - питтинг**
 - Располагаются на отдельных участках трубы и имеют тенденцию к разрастанию с определенной скоростью.
 - Возникают на участках трубы с трещинами, где пассивирующая пленка разрушена и образовались отложения чужеродных материалов.



Питтинговая язва глубиной до 50% от толщины стенки (материал 12Х18Н10Т)

Вихретоковый контроль: примеры

- **Растрескивание**

- Основная проблема для реакционных труб печей высокотемпературного риформинга – **продольные трещины** в основном металле труб и **кольцевые трещины** в сварных швах.

Продольные трещины могут быть вызваны **перегрузкой** печи или **нарушением** нормальной циркуляции среды через трубы из-за образования в них пробок в результате спекания катализатора или отложения кокса.



*Растрескивание на внутренней поверхности труб
глубиной до 50% от толщины стенки (материал – сплав MBS-80)*

Вихретоковый контроль: примеры

- Гидравлические испытания теплообменников связаны с большими затратами времени и усилий, направленных на монтаж/демонтаж крышек, поднятие давления, отглушение труб, которые протекли. При этом нет никакой гарантии, что через какое-то время не потекут другие трубы.

:



Вихретоковый контроль: примеры

- При использовании вихретокового метода контроля, возможна частичная или полная замена труб в трубном пучке, не допускается протекание труб в процессе эксплуатации. При этом **площадь теплообмена сохраняется**, а следовательно соблюдаются и **параметры технологического процесса**.
- А также, регистрируются **все дефекты труб** теплообменного аппарата и ведется **мониторинг** их изменения при последующем контроле.

