



EMG Automation GmbH

**Центрирование полосы внутри печи – новое
решение EMG-Vivaldi®**



Сложная задача – определение месторасположения полосы внутри печи отжига





Решение – система EMG-Vivaldi®

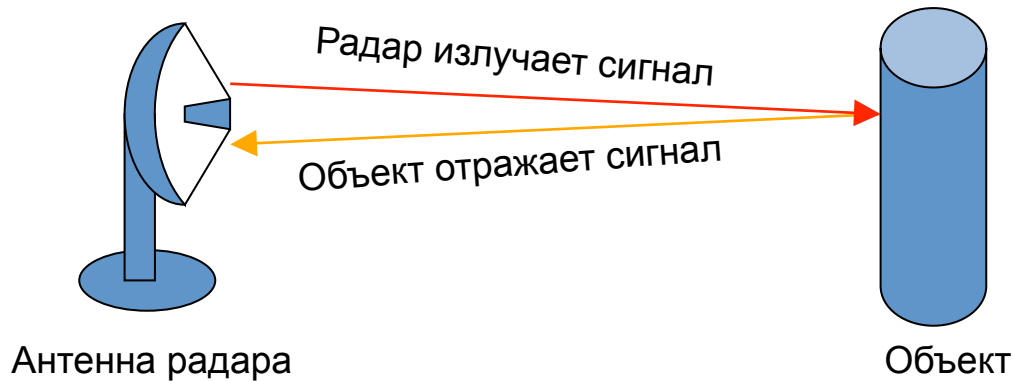
- “смотрящая сквозь стены”





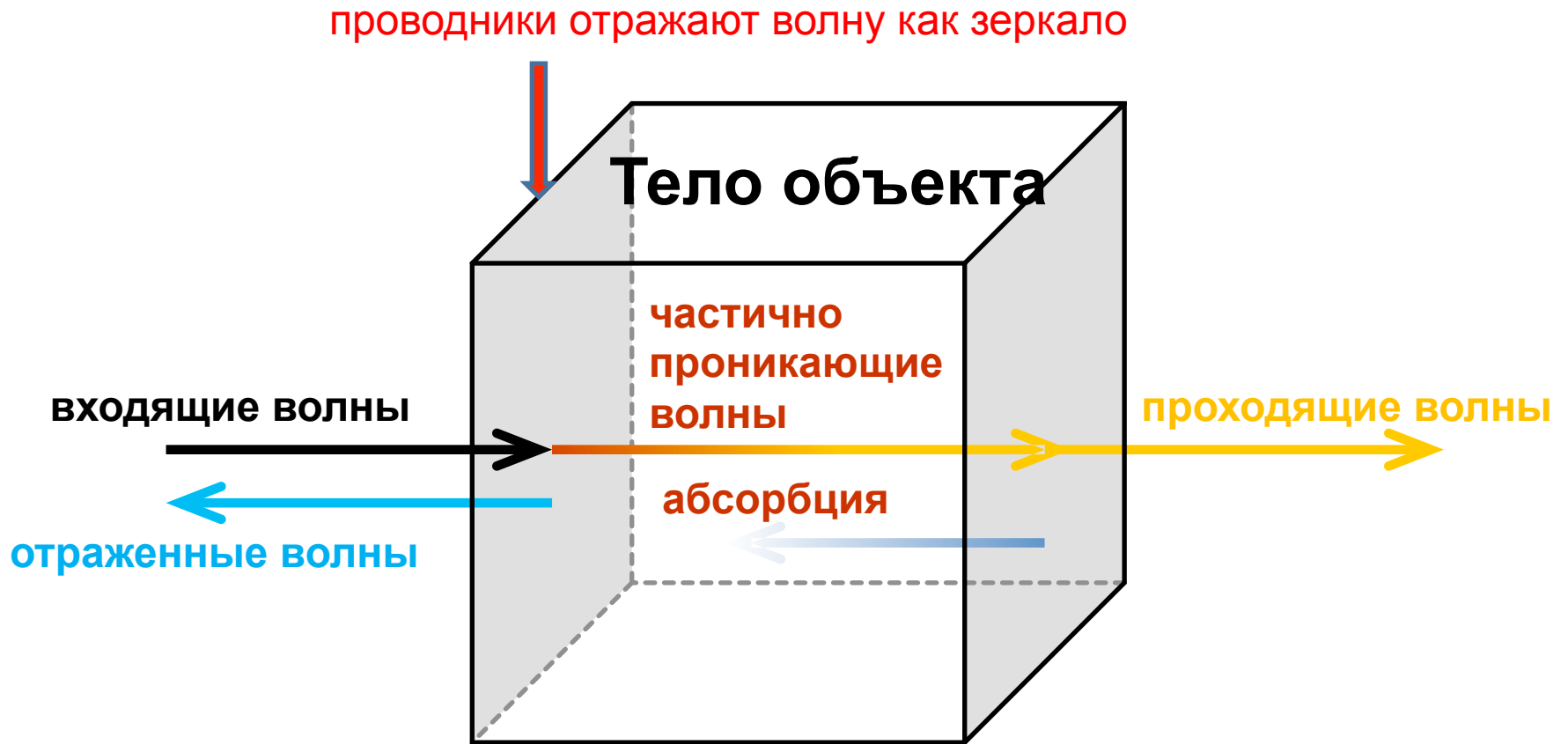
Решение – радарная технология

- определение месторасположения полосы электромагнитными волнами (EMW)
 - принцип радара «время в полете» (TOF – Time Of Flight measurement)
 - значительно более передовая технология, чем индуктивные датчики внутри печи
-
- **RADAR:** [Radio Detection and Ranging](#)
 - **Методика:** Time of Flight Measurement (TOF)





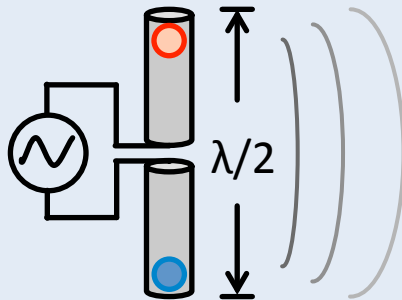
Влияние материала на волну радар





Антенны

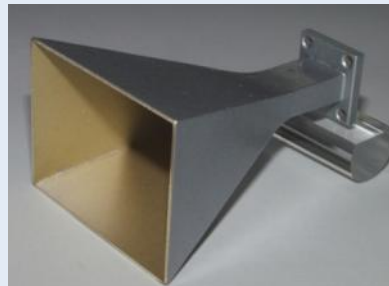
Двухполюсная



- Самая простая
- Излучает только одну частоту / длину волны

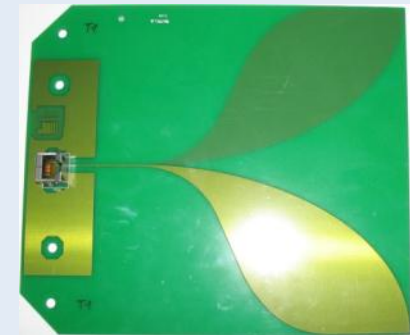
Клаксон

source: micro-mechanik.de



- UWB - Антенна
- Очень эффективный излучатель

Антенна «Вивальди»¹



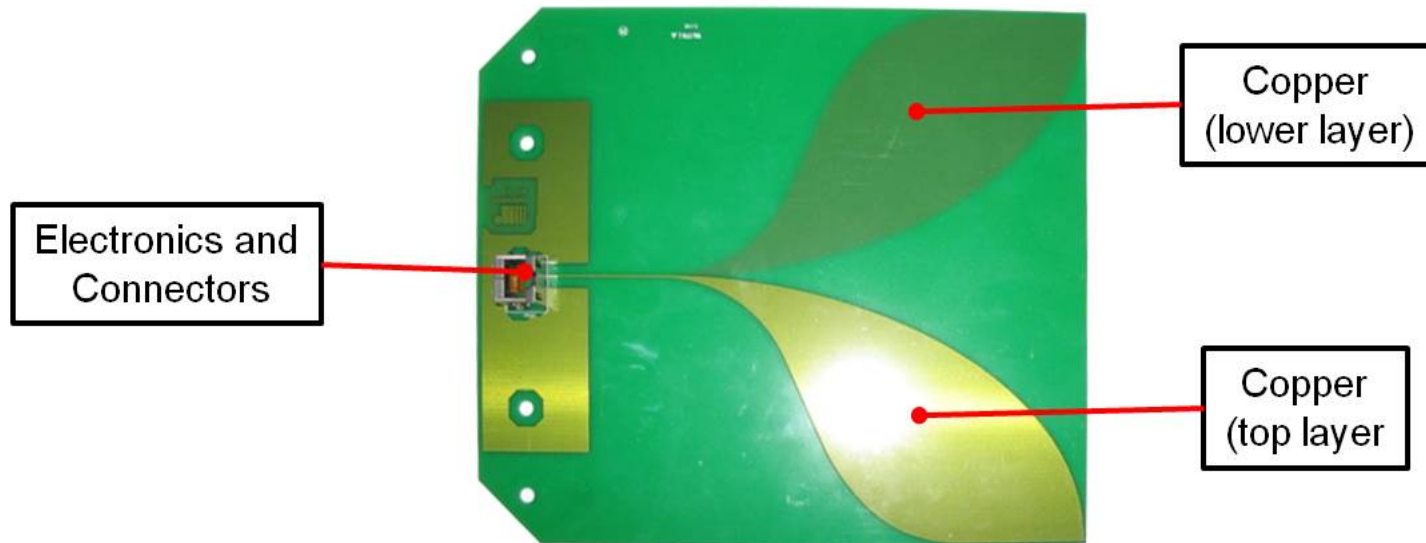
- UWB – Антенна
- Хороший излучатель
- Простое производство

¹ также TSA – tempered slot antenna



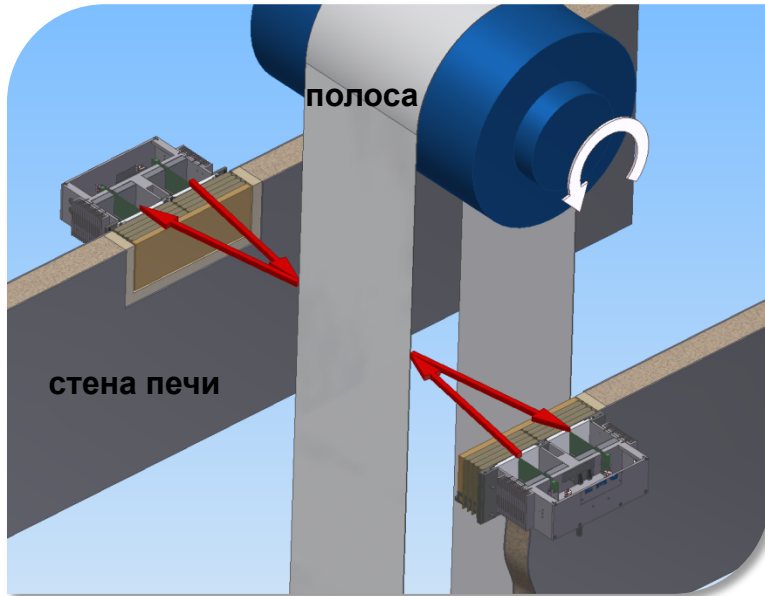
EMG-Vivaldi® – антенна Вивальди – сердце системы

- Ultra-Wide-Band (UWB) - Антенна; частотный диапазон 0.8 – 4 GHz
- посылает и принимает линейно поляризованные электромагнитные волны
- копланарная структура на двухстороннем диэлектрическом субстрате





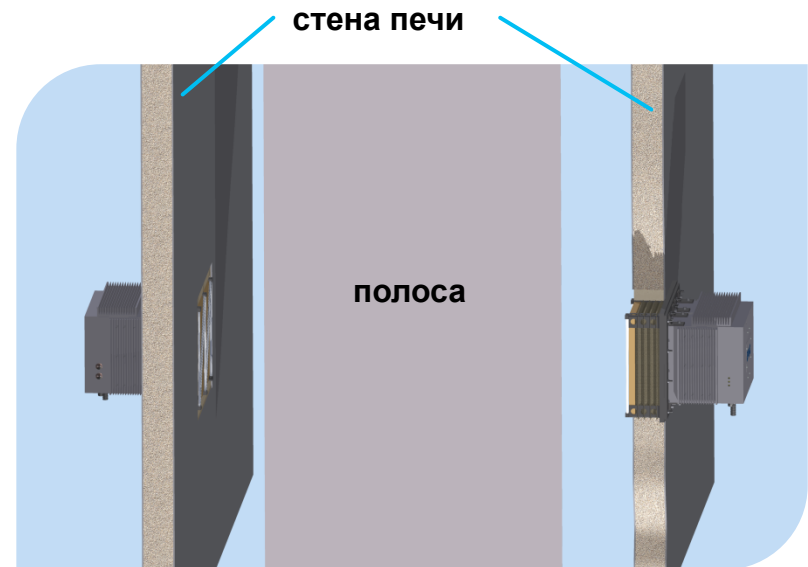
EMG-Vivaldi® – основные характеристики



схематический вид

- сенсор фокусируется на кромке полосы ($> 0,1\text{мм}$) сквозь непроводящую неметаллическую герметичную изоляцию.

- измерение сквозь стены не нарушая герметизации
- нет деталей, погруженных внутрь печи
- нет влияния на геометрию и вн. атмосферу печи



schematic view

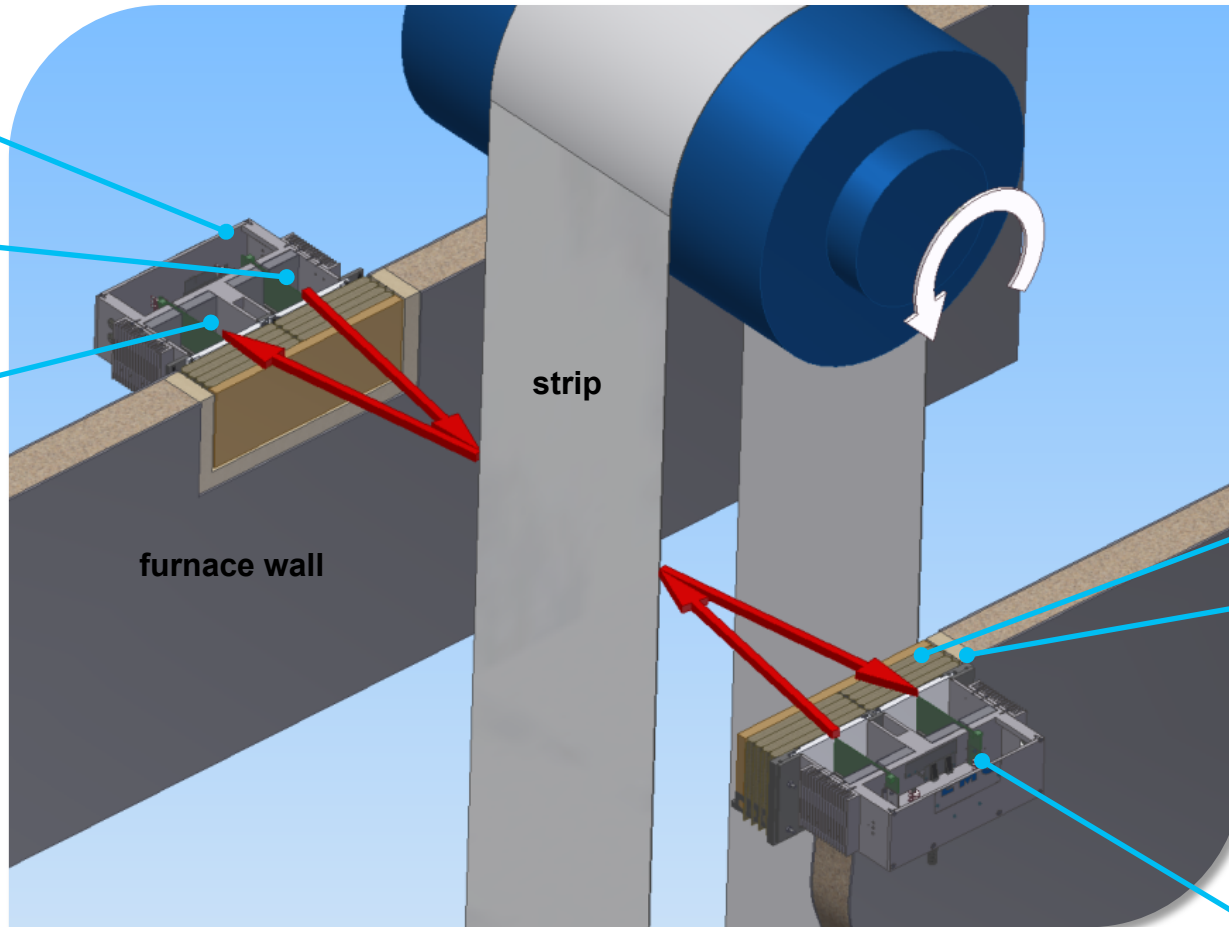


EMG-Vivaldi® – основные характеристики

EMG-Vivaldi®
датчик

передающая
антенна

принимающая
антенна



schematic view

теплоизоляция

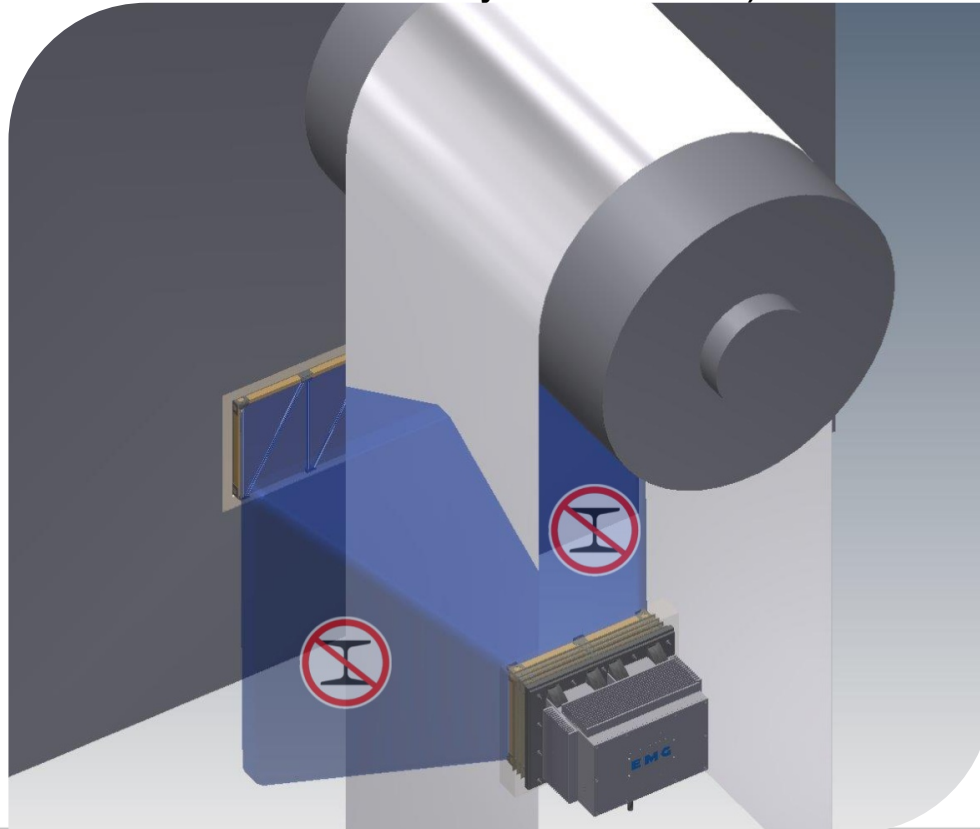
фланец

EMG-Vivaldi® датчик



EMG-Vivaldi® – место установки

- схематический вид лучей внутри печи, в поле зрения которых не должно попадать посторонних металлических предметов
- Точные размеры и специфика места установки определяются для каждой линии индивидуально (особенно для печей под узкие полосы)

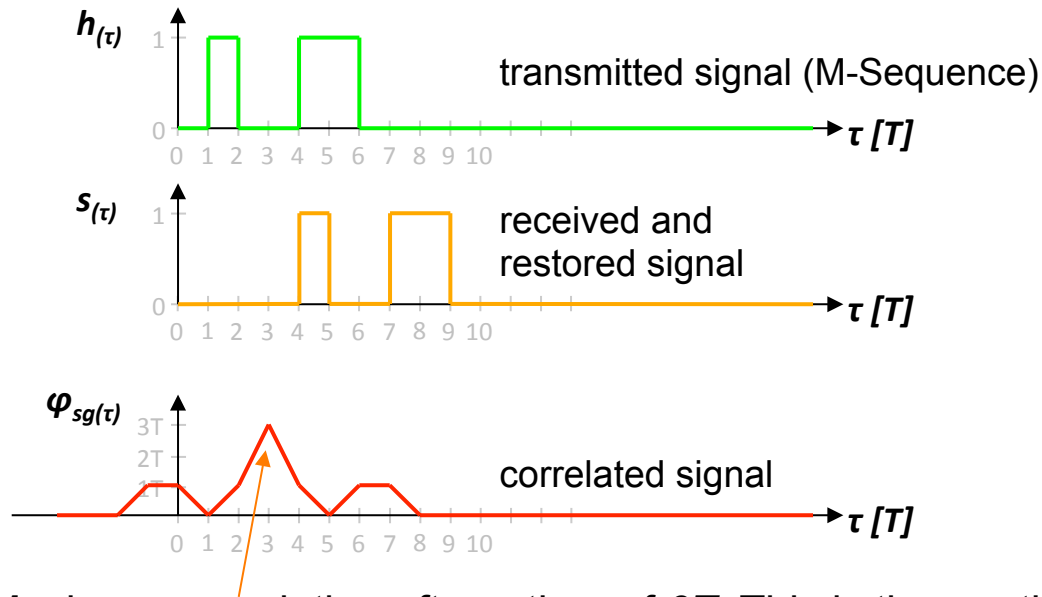




EMG-Vivaldi® – method

- Evaluation by “Pseudo-Noise Vivaldi Signal Processing”

Signal run time determination with a matched filter (deconvolution)



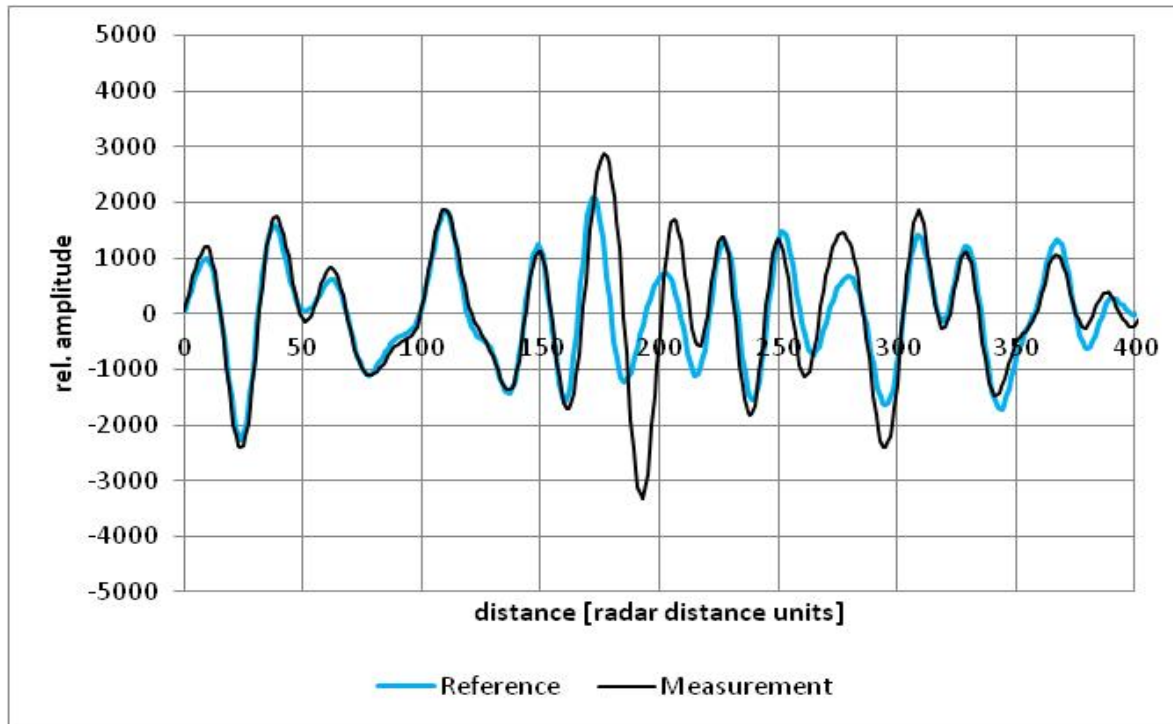
Maximum correlation after a time of $3T$. This is the run time of the electromagnetic wave.

The peak and therefore the SNR (Signal to Noise Ratio) gets higher with longer M-Sequences.



EMG-Vivaldi® – method

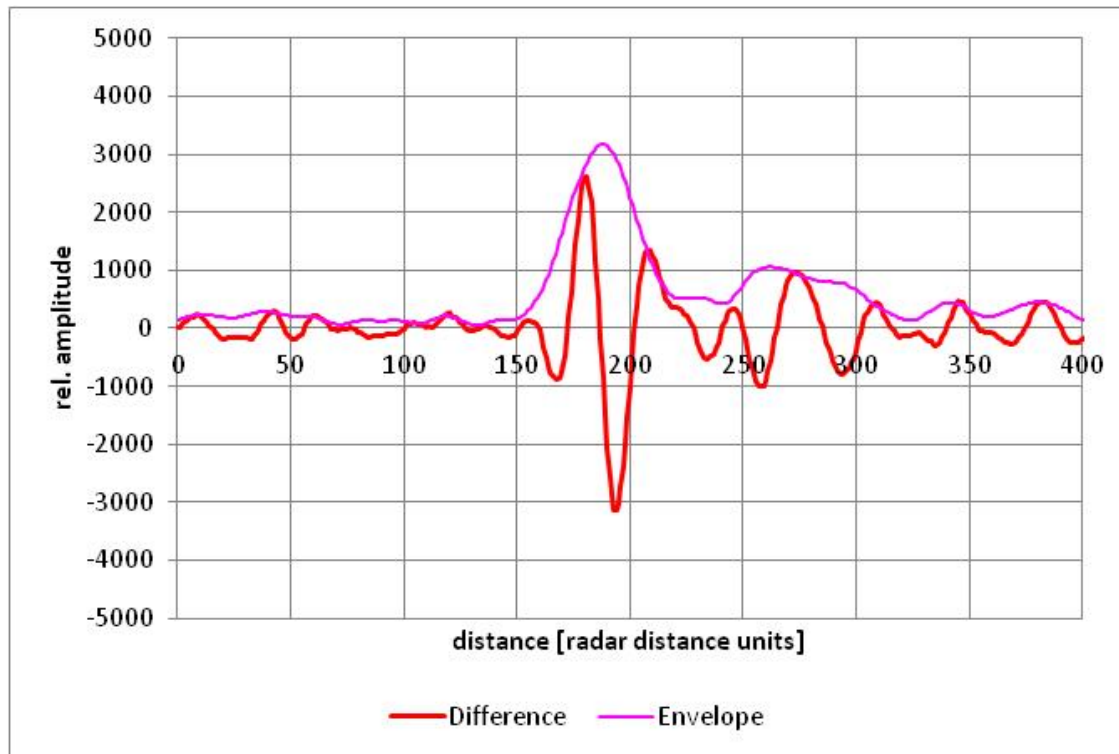
- EMG-Vivaldi® measurement (raw) signal (black) and reference signal (blue)





EMG-Vivaldi® – method

- Residual signal in red (raw data – reference data) as base for the distance measurement to the strip edge





EMG-Vivaldi® – технические характеристики

Толщина полосы	мин. 0.1 мм
Температура полосы	не имеет значения
Частота измерения	50 Гц / 20 мсек
Точность центрирования	до +/- 1 мм
Охлаждение	не нуждается в охлаждении до температуры +70 °С на внешней стенке печи и для темп. окр. среды +50 °С (в наличии опция водяного охлаждения)
Место установки	необходимо выдерживать заданное мин. расстояние от радара до металлических частей внутри печи (см. слайд № 6); место установки определяется индивидуально по каждой линии
Кабельное соединение	стекло-волокно (макс. 30 м) от антенн до шкафа управления



EMG-Vivaldi® – вид снаружи



Корпус датчика без водяного охлаждения (стенка печи < 70 °C, окр. среда < 50 °C)



EMG-Vivaldi® – вид изнутри



- Габариты: длина: 430 мм / высота : 280 мм / толщина: 300 мм



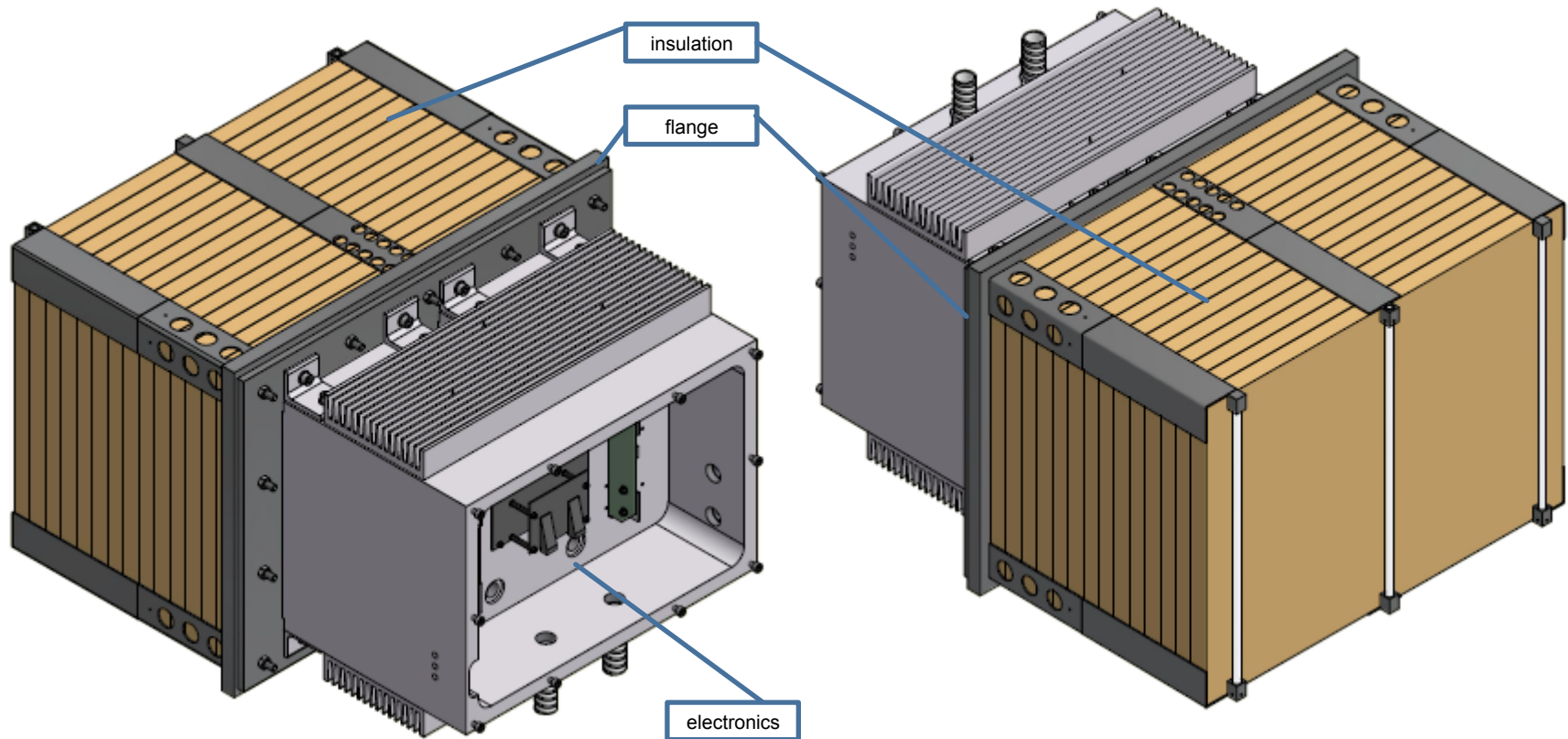
EMG-Vivaldi® – фланец с уплотнением / изоляция



- Габариты:
длина: 590 мм
высота: 450 мм
толщина: индивидуальная
- Материал:
 - ALSIFLEX® 1600
(волокнистый материал)
 - Микро-термальная
изоляция
PROMALIGHT®-1000
(4 нижних слоя)

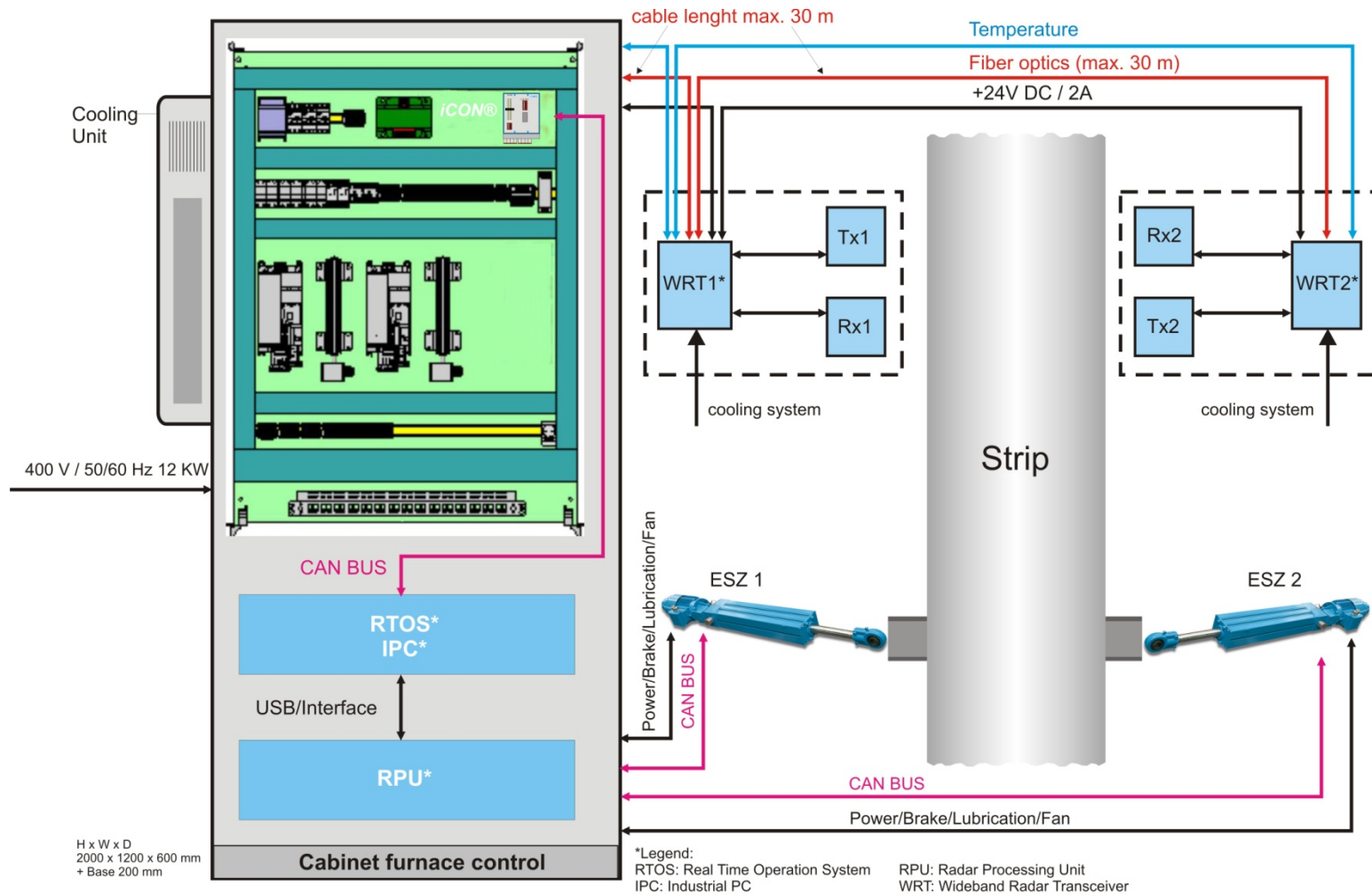


EMG-Vivaldi® – корпус, фланец & изоляция/ уплотнение





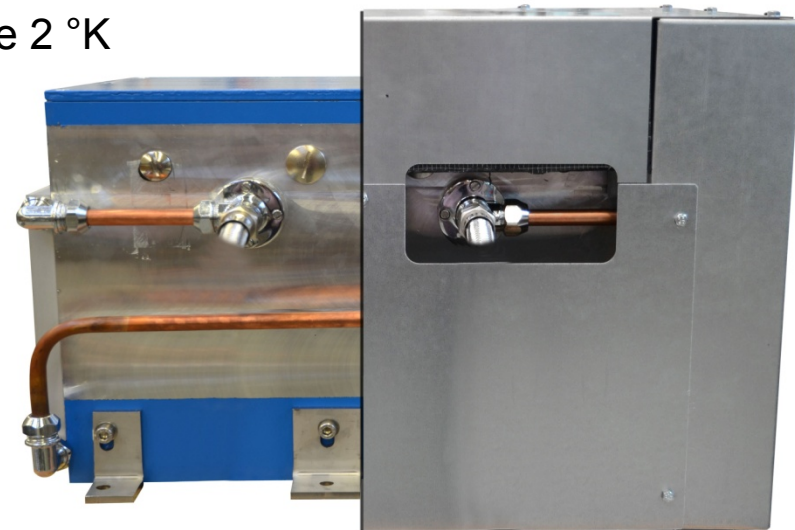
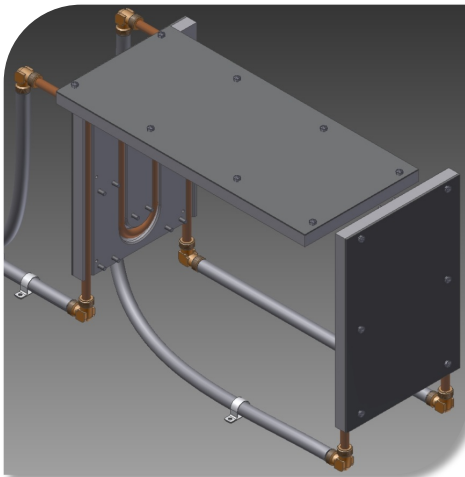
EMG-Vivaldi® – архитектура системы





EMG-Vivaldi® – опциональное водное охлаждение

- При температурах от $>70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $<180\text{ }^{\circ}\text{C}$ на внешней стороне стенок и при температурах окр. среды выше $>50\text{ }^{\circ}\text{C}$ необходимо водяное охлаждение
- Алюминиевые радиаторы на 3 сторонах датчика
 - минимальный поток воды 5 л/мин
 - диаметр медных трубок для водопровода: 10 мм; толщина стенок 1 мм
 - температура охлаждающей воды: макс. $35\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - давление: $<5\text{ бар}$
 - мин. дифференциальная температура: выше $2\text{ }^{\circ}\text{K}$





EMG-Vivaldi® – пример установки

- Датчик установлен на стену печи (вид снаружи)



- Закрытый корпус датчика (воздушное или водяное охлаждение опционально)

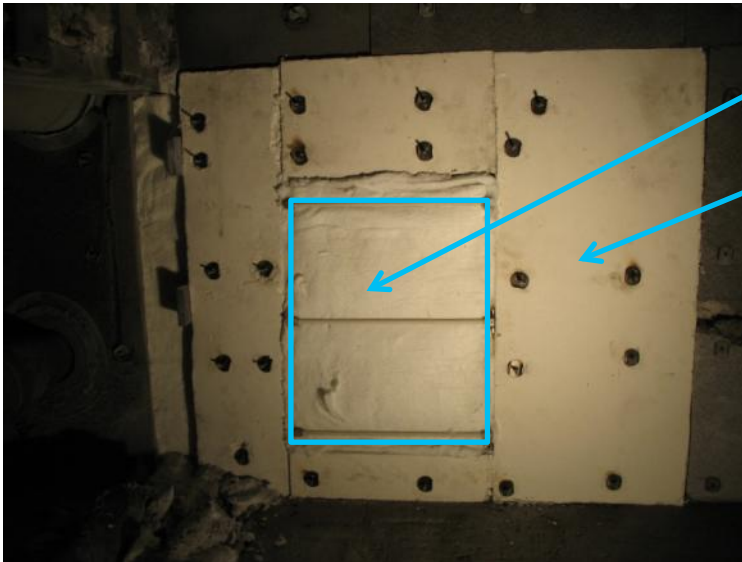
- герметично смонтированный фланец под корпус датчика EMG-Vivaldi®





EMG-Vivaldi® – Пример установки

- Вид на изоляцию изнутри



- Размер:
длина: 590 мм
высота : 450 мм
толщина: индивидуальная

Изоляция/уплотнение – сама антенна не соприкасается со средой внутри печи

Под изоляцию в стенке вырезается отверстие на 5 см больше фланца

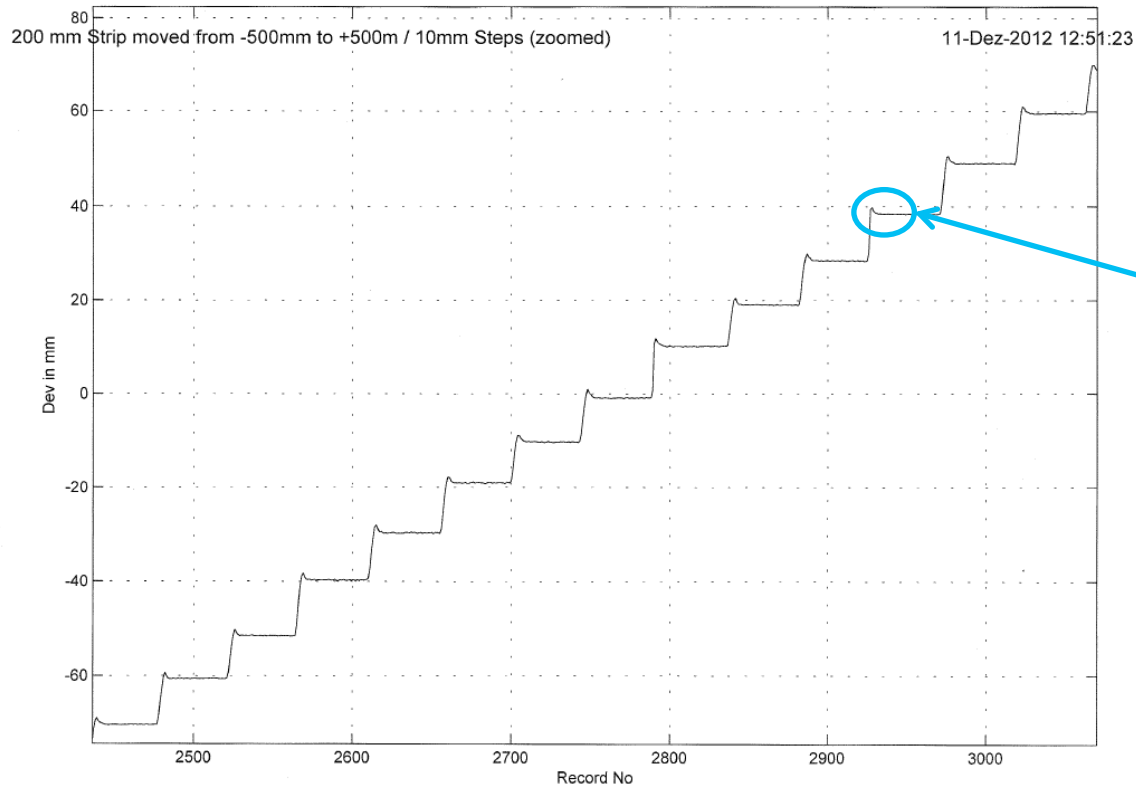
Вид фланца перед установкой
(устанавливается без защитной пленки)





EMG-Vivaldi® – results

■ Measuring Accuracy (center signal)

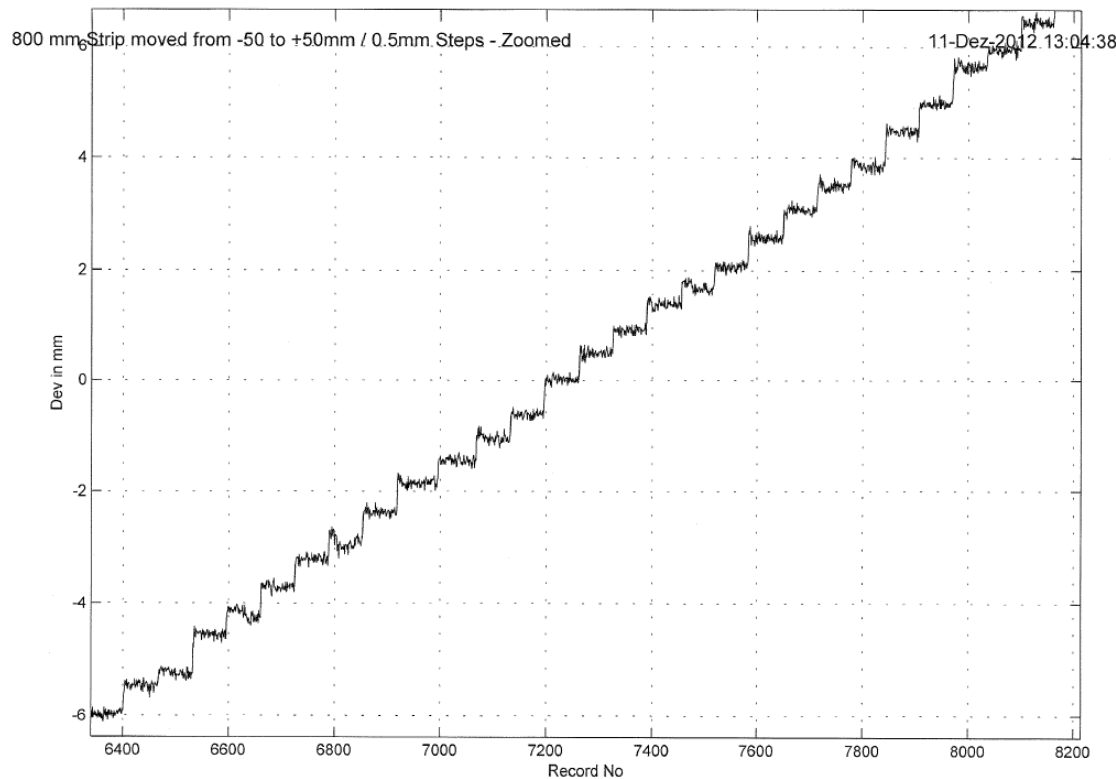


- strip movement (total 1000 mm) in 10 mm steps (zoomed view)
- overshoot comes from the original strip movement and shows that the resolution from the sensor is very high; no effect from the sensor itself



EMG-Vivaldi® – solution

- **Measuring Accuracy (center signal) -> high sensitivity**

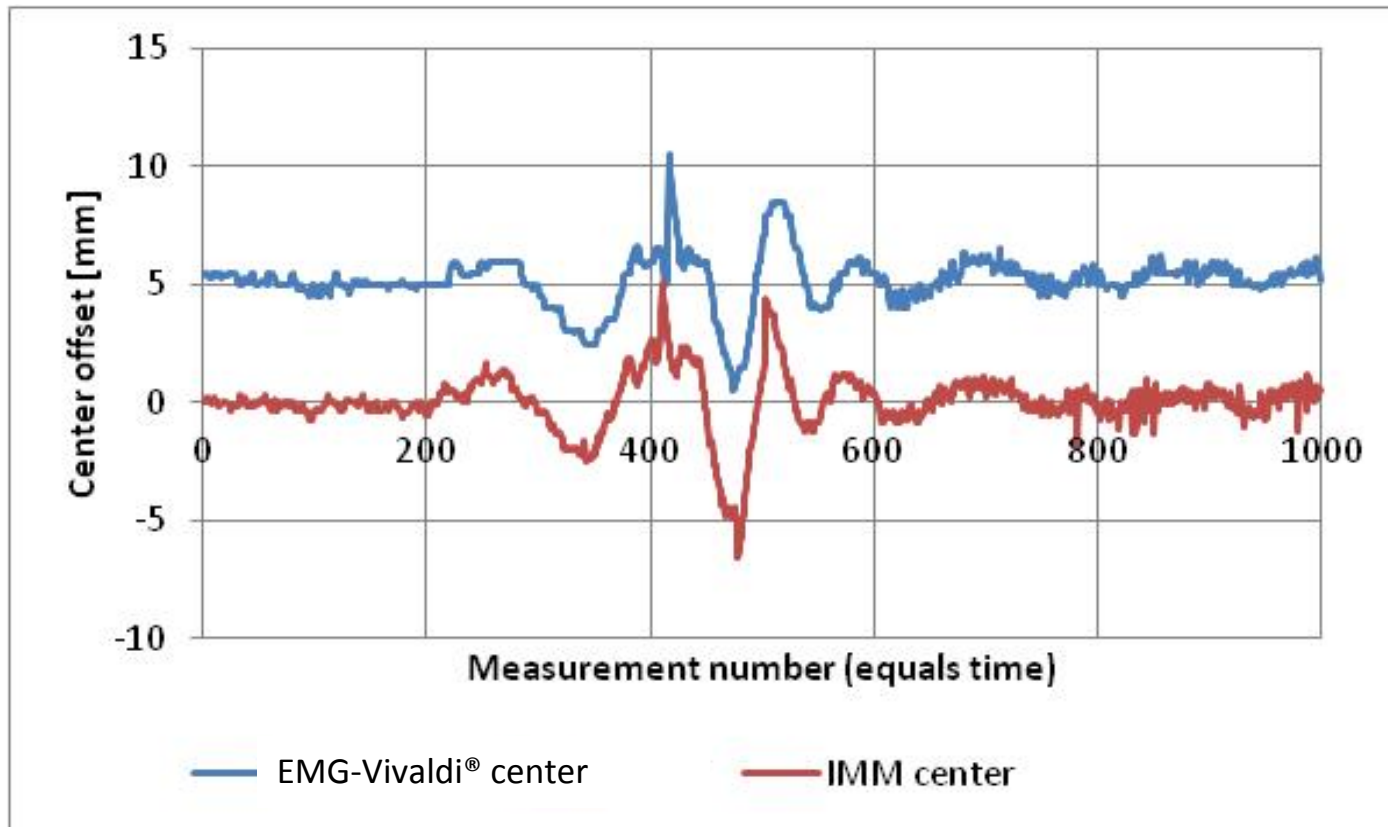


- strip movement
(total 100 mm)
in 0.5 mm steps
(zoomed view)



EMG-Vivaldi® – резюме

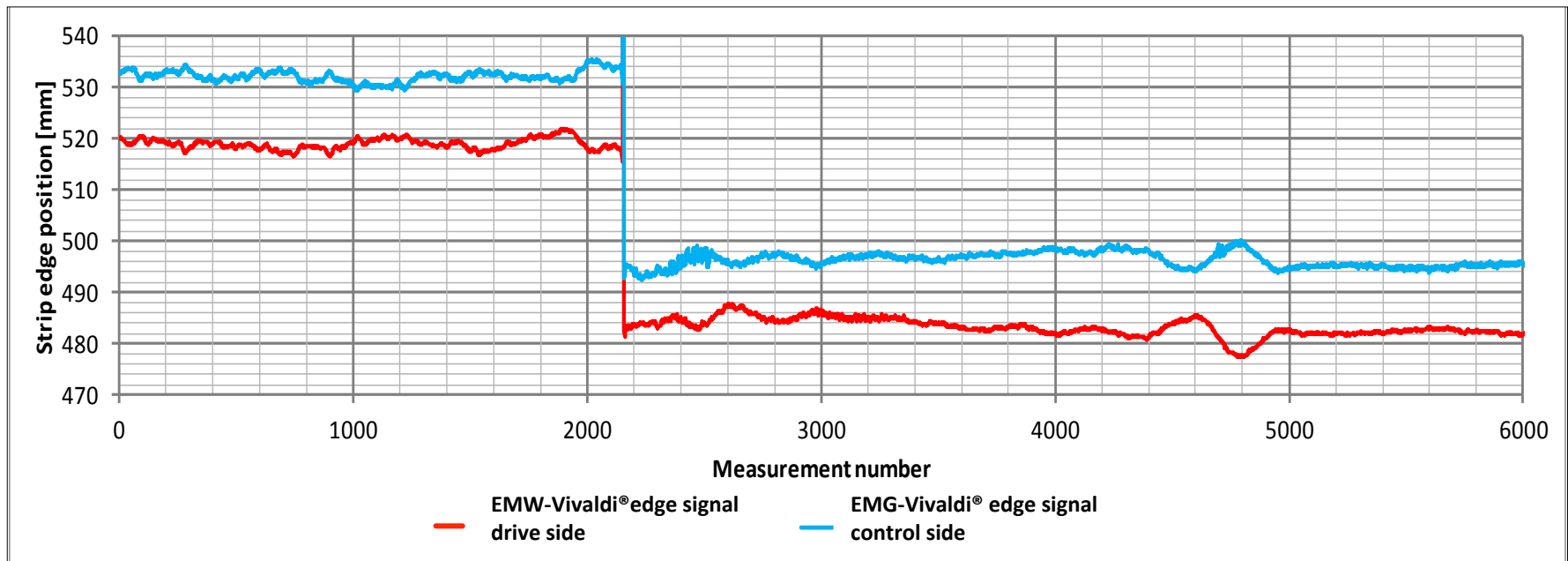
- Визуализация данных датчиков EMG-Vivaldi® и EMG IMM в сравнении





EMG-Vivaldi® – results

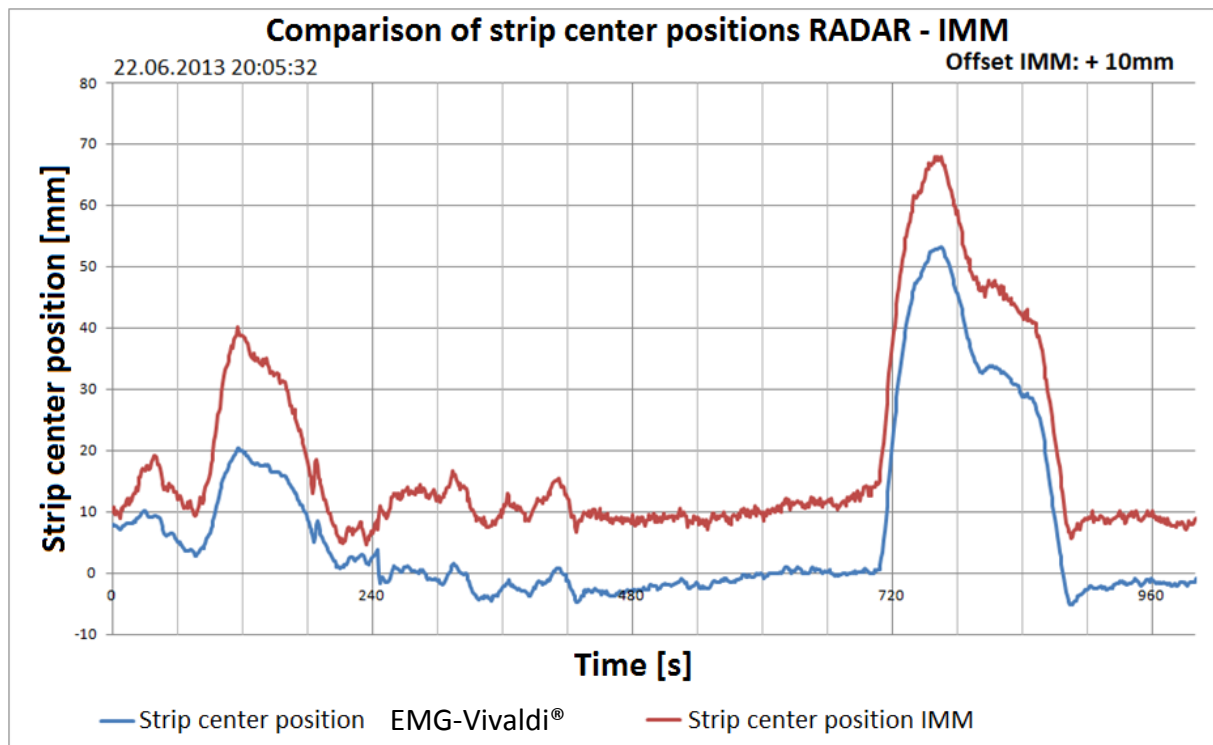
- **EMG-Vivaldi® measurements drive side / control side**





EMG-Vivaldi® – резюме

- Визуализация данных датчиков EMG-Vivaldi® и EMG IMM в сравнении, при наличии колебаний по ширине полосы



- Абсолютно сопоставимая тенденция сигналов, причем сигнал IMM подвергается математической линеаризации для плавной работы системы
- У датчика EMG-Vivaldi® линейность изначально значительно выше



EMG-Vivaldi® – заключение

- **Преимущества для клиента**

- **Система устанавливается вне печи**

- отсутствует прямой контакт между корпусом антенны и внутренней средой печи / нет загрязнений
- невозможны механические повреждения сенсора (при разрыве полосы)
- возможна замена антенн/системы без остановки печи
- один тип сенсора на все печи (для любой ширины, любого материала и температуры) → необходимо меньше запчастей
- более высокая точность измерения по сравнению с остальными существующими методами
- простая настройка по методике референтного замера
- возможна замена датчика без остановки печи
- низкая полная стоимость владения TCO (Total Cost of Ownership)



EMG-Vivaldi® – смотри сквозь стены

- подтверждённая исключительная эффективность
- “Сбылась мечта инженера”
- с середины 2013 года 35 установленных систем

