



Введение в метод контроля дальним полем RFT

Выбор частоты



Обозначения и сокращения

Метод дальнего поля = RFT – Remote Field Testing

HØ – наружный диаметр

BØ – внутренний диаметр

TSP, TS сигнал – сигнал от опорной плиты (Tube Support Plate), вызванный экранированием и ослаблением дальнего поля большим объёмом металла вокруг трубы

Lift off – термин используемый в англоязычной технической литературе и программном обеспечении, означает:

- зазор между катушкой зонда и металлом;
- полный отрыв катушки зонда от металла, в зависимости от контекста.



Выбор частоты это компромисс между фазовым разделением и чувствительностью.

При высокой частоте:

- большой фазовый сдвиг
- лучшая точность определения глубины дефекта
- больше скорость протяжки зонда (так как полосу пропускания или низкочастотный фильтр можно установить на более высокое значение)
- более слабый сигнал от малых дефектов (может быть сложно обнаружить отверстие)

При низкой частоте:

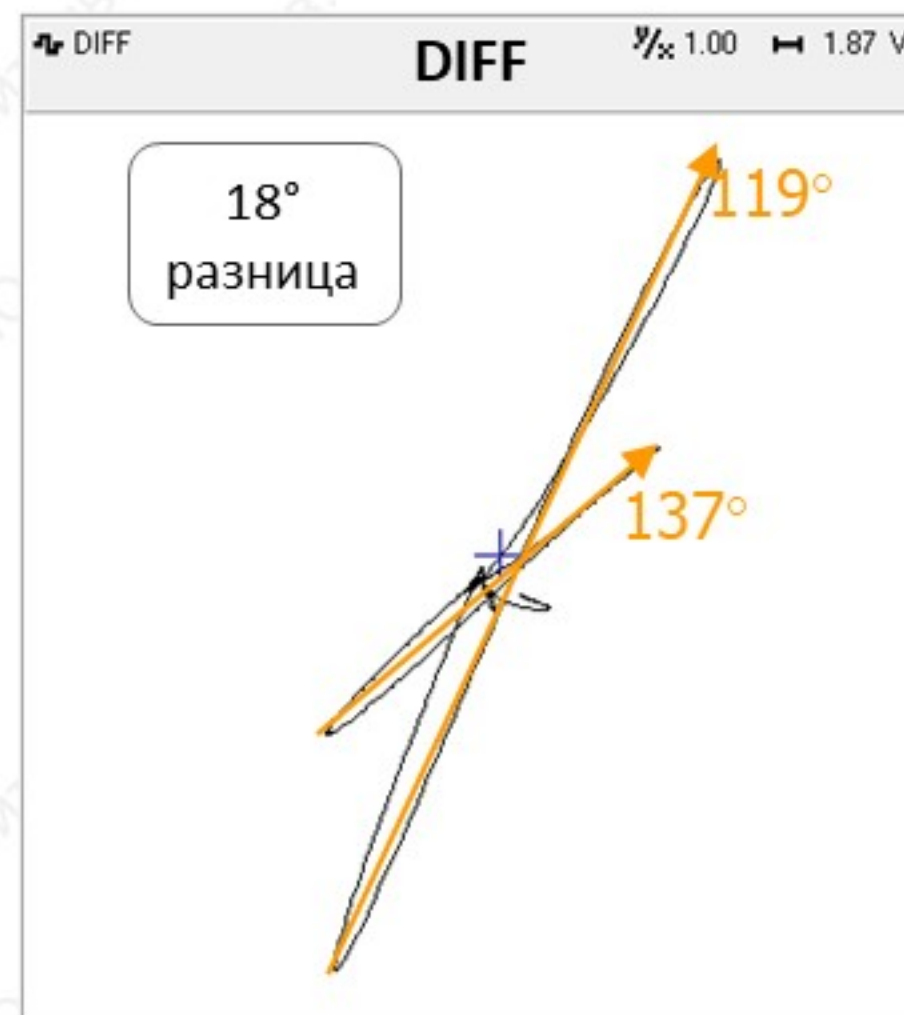
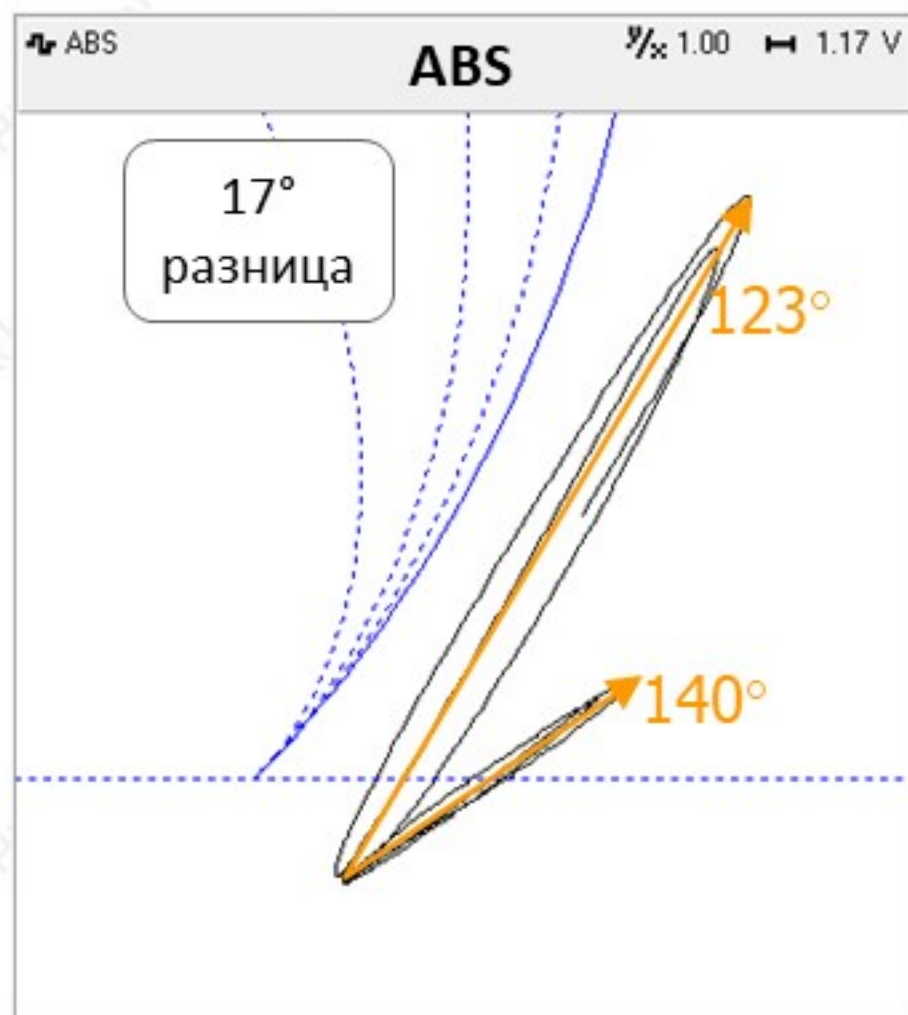
- меньший фазовый сдвиг
- меньшая точность определения глубины дефекта
- меньшая скорость протяжки зонда (так как полоса пропускания или низкочастотный фильтр устанавливаются на более низкое значение)
- более сильный сигнал от малых дефектов

Взять калибровочную трубку с двумя искусственными дефектами одного типа, разными по глубине на 20%. Например, проточки на 40% и 60% утонения от номинальной толщины стенки.

Получить данные с этих искусственных дефектов и выделить их сигналы курсором на полосовом графике для одновременного отображения на комплексной плоскости.

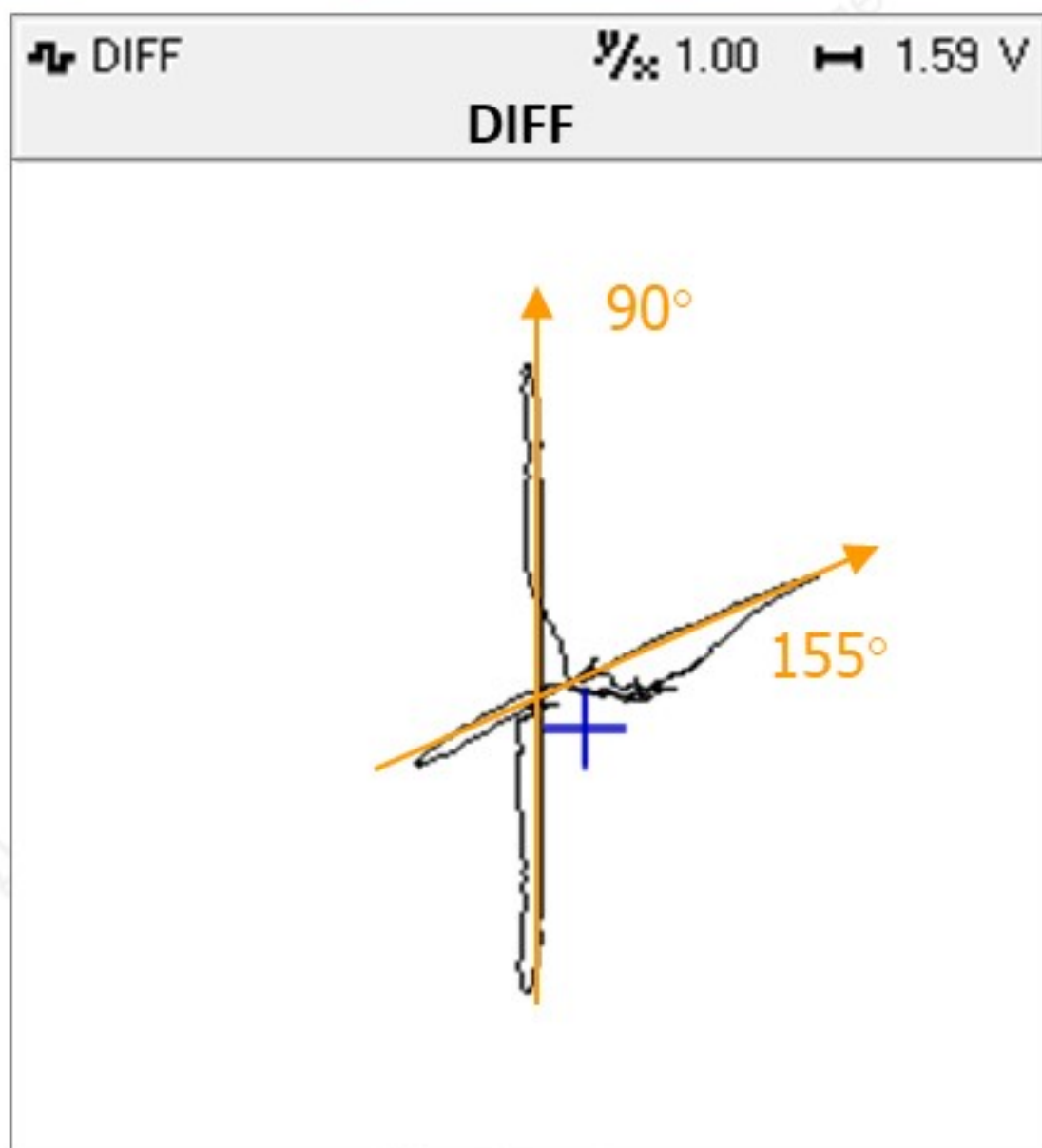
Измерить значение углов сигналов от обоих дефектов.

При настоящей разнице глубины дефектов 20% рекомендуемая разница углов должна составлять $\approx 15^\circ - 20^\circ$.





Выбор частоты. Способ 2



Взять калибровочную трубку с искусственными дефектами в виде отверстий.

Получить данные от искусственных дефектов: сквозное отверстие и 4 плоскодонки 20%.

Выделить сигнал от сквозного отверстия курсором на полосовом графике для отображения на комплексной плоскости и повернуть сигнал на 90° .

Раздвинуть курсор на полосовом графике для захвата сигнала отображения на комплексной плоскости от 4 плоскодонок 20% и измерить значение угла.

При сигнале от сквозного отверстия на 90° , сигнал от 4 плоскодонок 20% должен находиться $\approx 155^\circ$.

Если разница углов:

Слишком мала - увеличить частоту зонда; повторно собрать и измерить сигналы в калибровочной трубке с новой частотой; проверить разность углов между сигналами.

Слишком велика - уменьшить частоту зонда; повторно собрать и измерить сигналы в калибровочной трубке с новой частотой; проверить разность углов между дефектами.

Повторяйте процесс, пока не получится правильная разность углов (фазовый сдвиг).



Выбор частоты. Правило

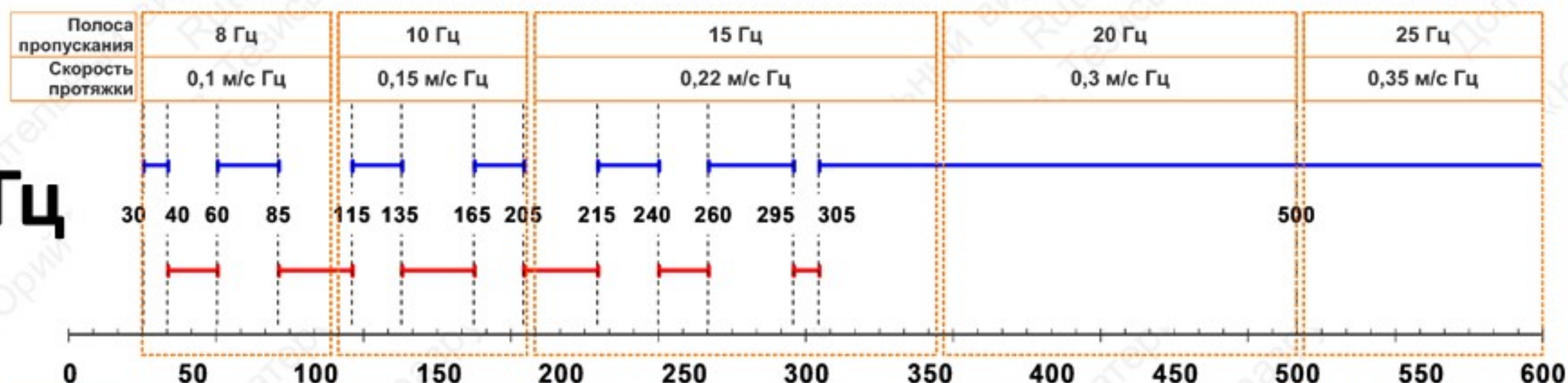
В процессе выбора частоты убедиться, что значение частоты приемлемо относительно используемой системы электросетей в текущей стране.

При проведении контроля в стране с частотой системы электросетей:

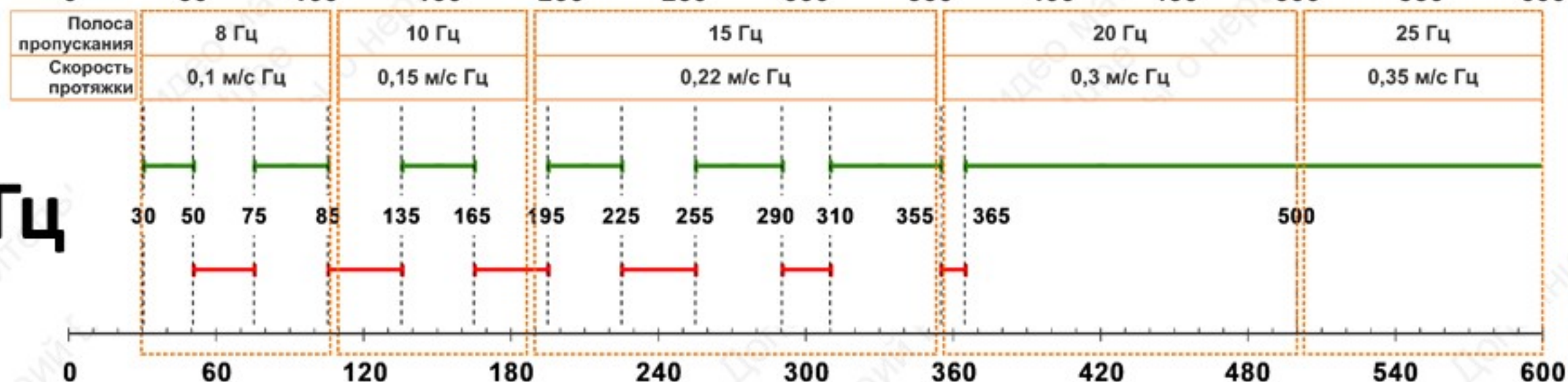
- 50 Гц: выбрать рабочую частоту зонда в диапазоне **синих** отрезков, избегать **красные** отрезки.
- 60 Гц: выбрать рабочую частоту зонда в диапазоне **зелёных** отрезков, избегать **красные** отрезки.

В соответствии с выбранной частотой установить значение полосы пропускания в соответствии с графиком. Следить чтобы скорость протяжки зонда не превышала, указанную на графике.

50 Гц



60 Гц



Частота, Гц

Анализ сигналов метода RFT считается сложным, потому что свойства труб из углеродистой стали непостоянны, даже в пределах одного пучка. Зонды RFT обладают большой чувствительной зоной из-за двойного рассеивания электромагнитного поля в стенке трубки. При контроле и анализе важно отличать TSP сигнал и важна его ориентация на комплексной плоскости. Оператор должен при необходимости вносить поправки в ориентацию TSP сигнала. Почему TSP сигнал может поменяться в рамках контроля одного теплообменника:

Изменение номинальной толщины стенки. При производстве трубок механический допуск на толщину стенки может составлять до $\pm 10\%$. Такое изменение может вызвать значительно изменение ориентации TSP сигнала.

Изменение свойств материала. Трубки в пучке могут быть не одной марки, например, в результате замены некоторых трубок в процессе ремонта теплообменника. В этом случае разные магнитные свойства дадут разную ориентацию TSP сигнала на соседних по теплообменнику трубках.

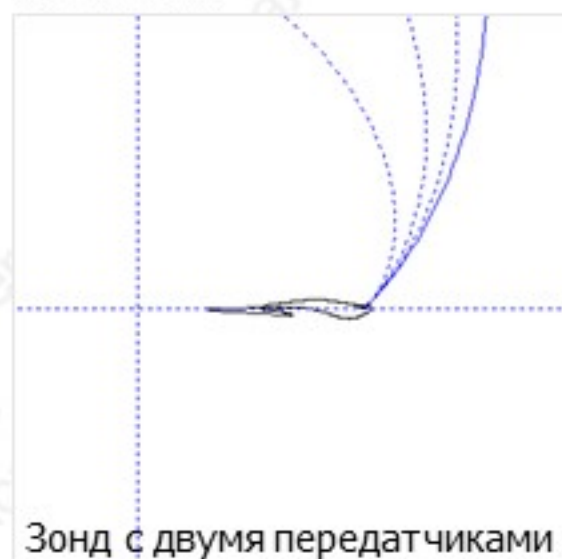
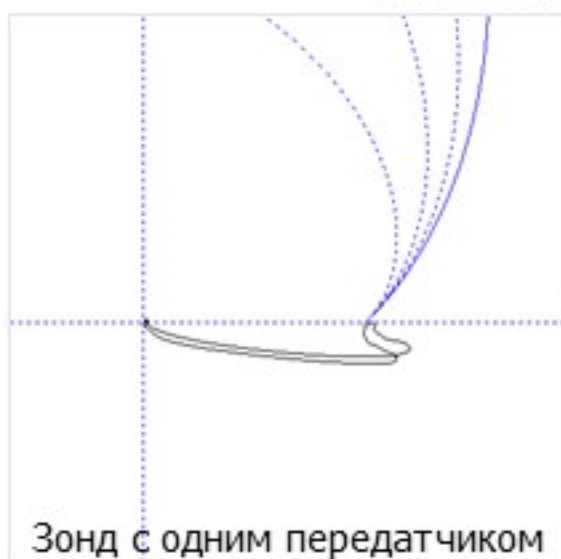
Дефект в зоне опорной плиты искажает сигнал. Перед оценкой глубины дефекта оператор должен посмотреть на другие сигналы от опорных плит этой же трубы, чтобы убедиться в правильности общей ориентации.

Эффект пучка. На ориентацию сигнала от опорной плиты влияет электромагнитное окружение, которое отличается в середине пучка от его края.



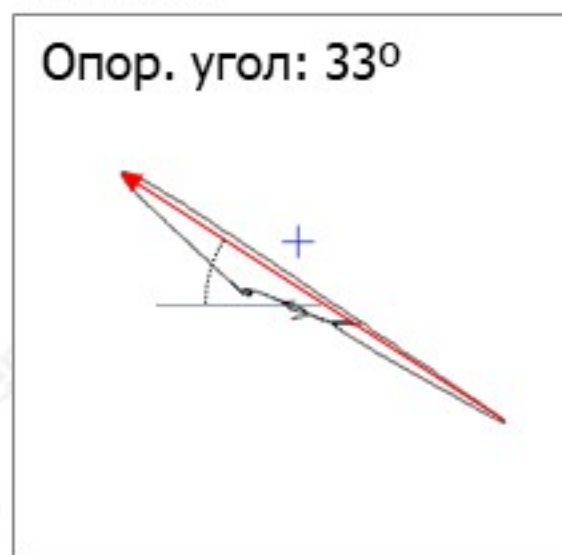
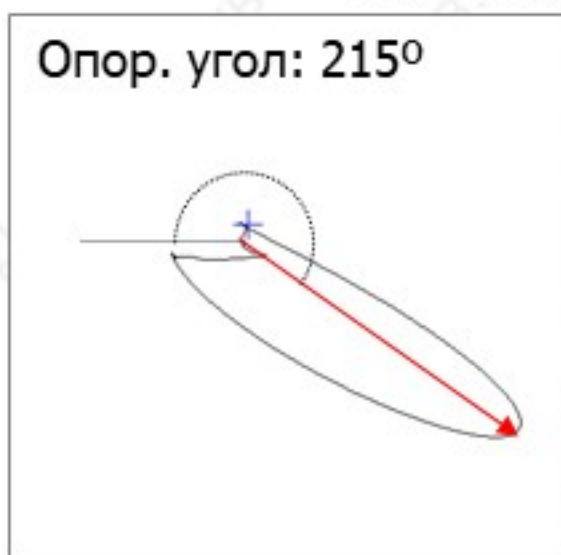
Частотная компенсация. TSP сигнал

ABS канал. TSP сигнал



Нормальный TSP сигнал на комплексной плоскости для ABS канала в конечном счёте правильно должен располагаться горизонтально. Этого можно добиться с помощью настроек и подбора правильной частоты.

DIFF канал. TSP сигнал

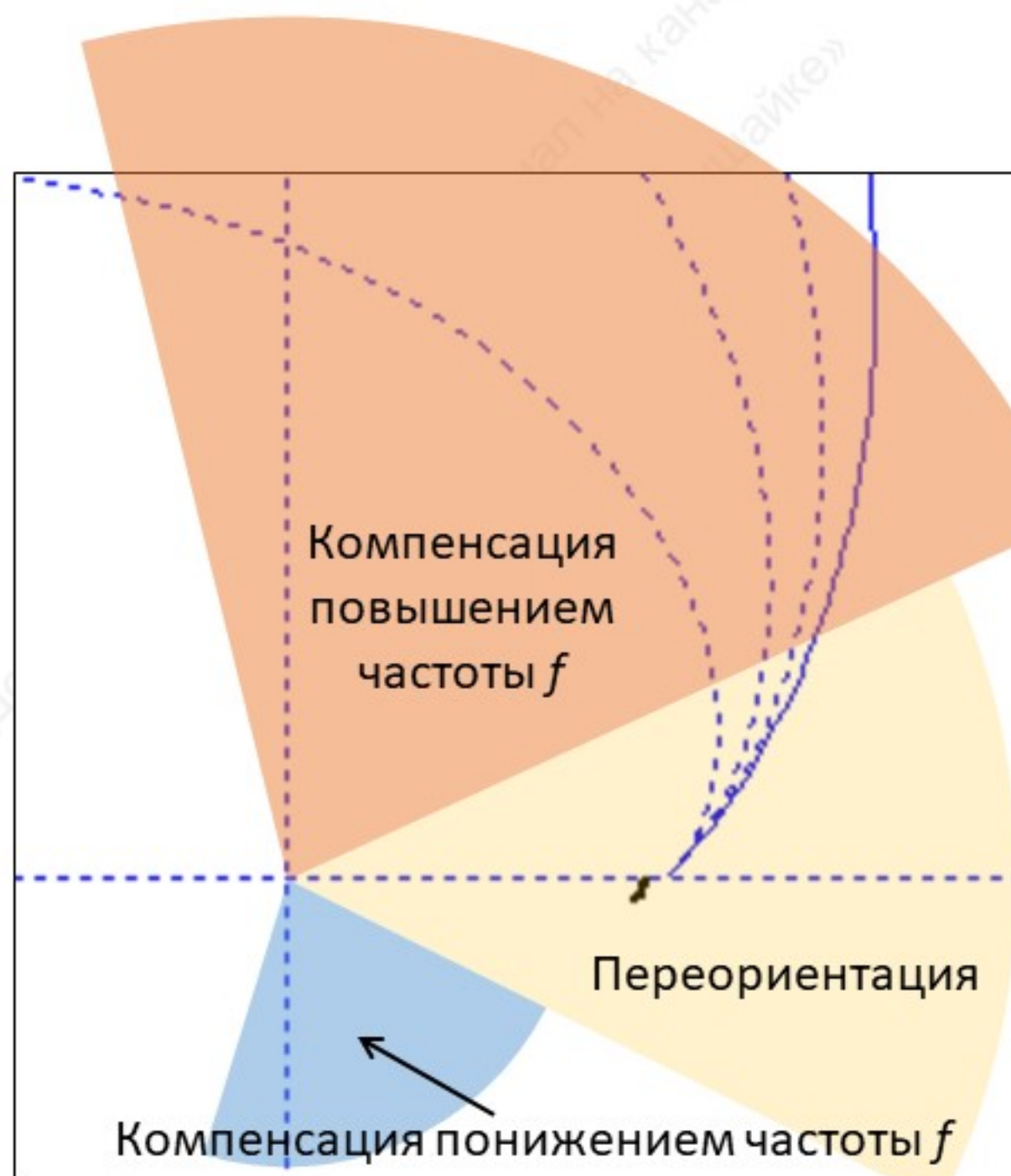


Для DIFF канала фактический TSP сигнал следует получить на калибровочной трубке, которая подходит для соответствующего объекта контроля. Оператор должен измерить угол наклона TSP сигнала, и отметить (запомнить, записать) этот угол. Этот угол TSP сигнала становится опорным для DIFF канала и анализа.

Опорный угол обычно находится между 180° и 230° для зонда с одним передатчиком и между 0° и 50° для зонда с двумя передатчиками. Точное значение зависит от выбранной частоты.



Частотная компенсация. ABS канал



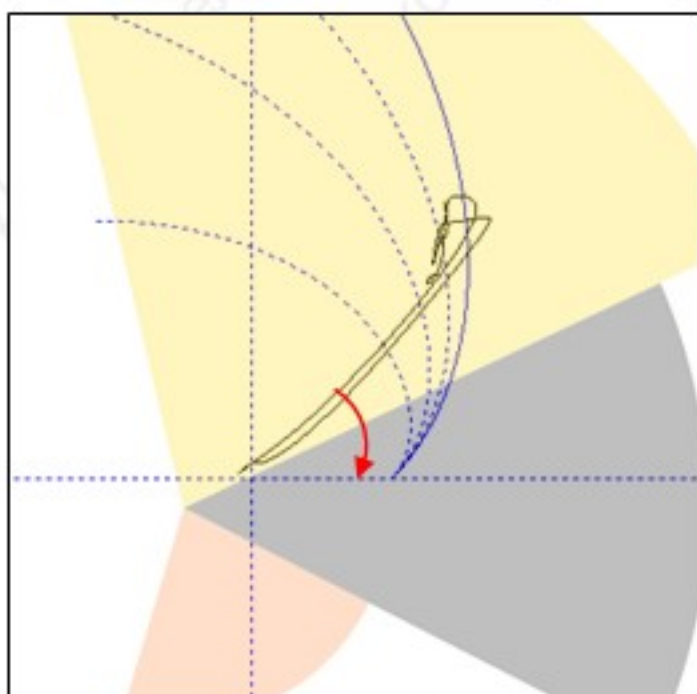
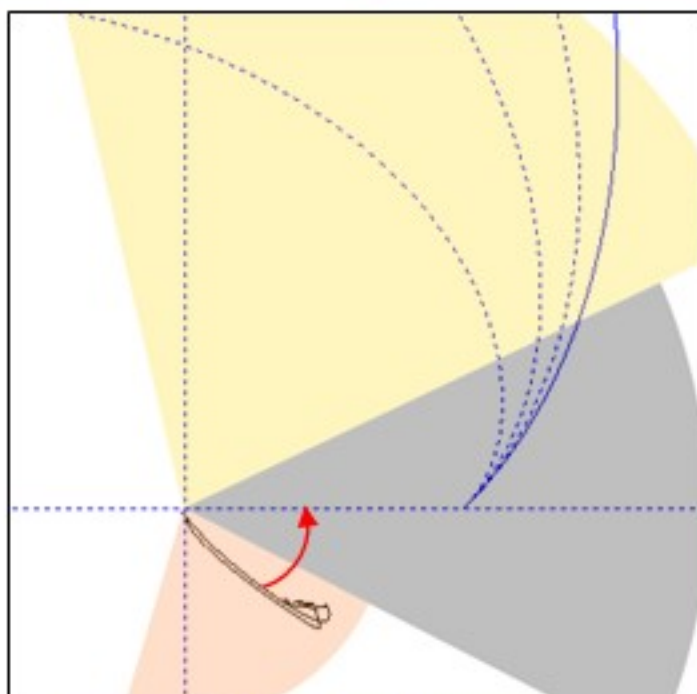
Когда ориентация TSP сигнала изменяется, возможны два вида поправки:

- частотная компенсация - применяется, когда TSP сигнал меняется более чем на 30° ;

- переориентация (ручная поправка) - выполняется во время анализа при небольших изменениях в пределах 30° .



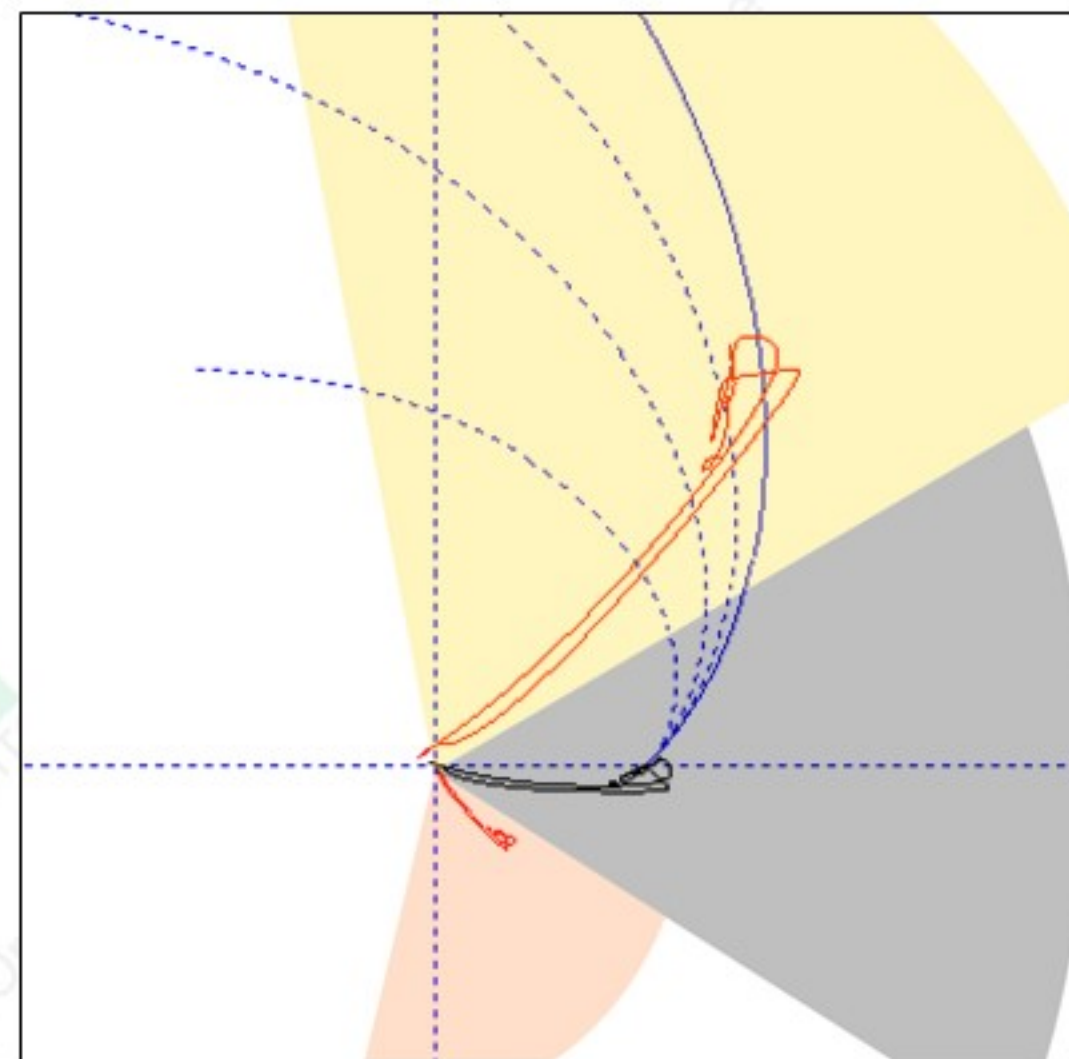
Частотная компенсация. ABS канал



Чтобы вызвать вращение TSP сигнала:

- против часовой стрелке и поднять номинальную точку - уменьшить частоту ($f \downarrow$);

- по часовой стрелке и опустить номинальную точку - увеличить частоту ($f \uparrow$).



- повторно отсканировать несколько трубок в пучке и проанализировать TSP сигнал;
- TSP сигнал плиты должен стремиться к горизонтальной ориентации;
- если TSP сигнал всё ещё неприемлем повторять частотную компенсацию, до тех пор, пока TSP сигнал не станет горизонтальным;

- если удалось добиться, что TSP сигнал стал горизонтальным, сохранить под другим именем, но связывающим с исходной настройкой (при этом кривая оценки размеров по фазе может использоваться от исходной настройки).

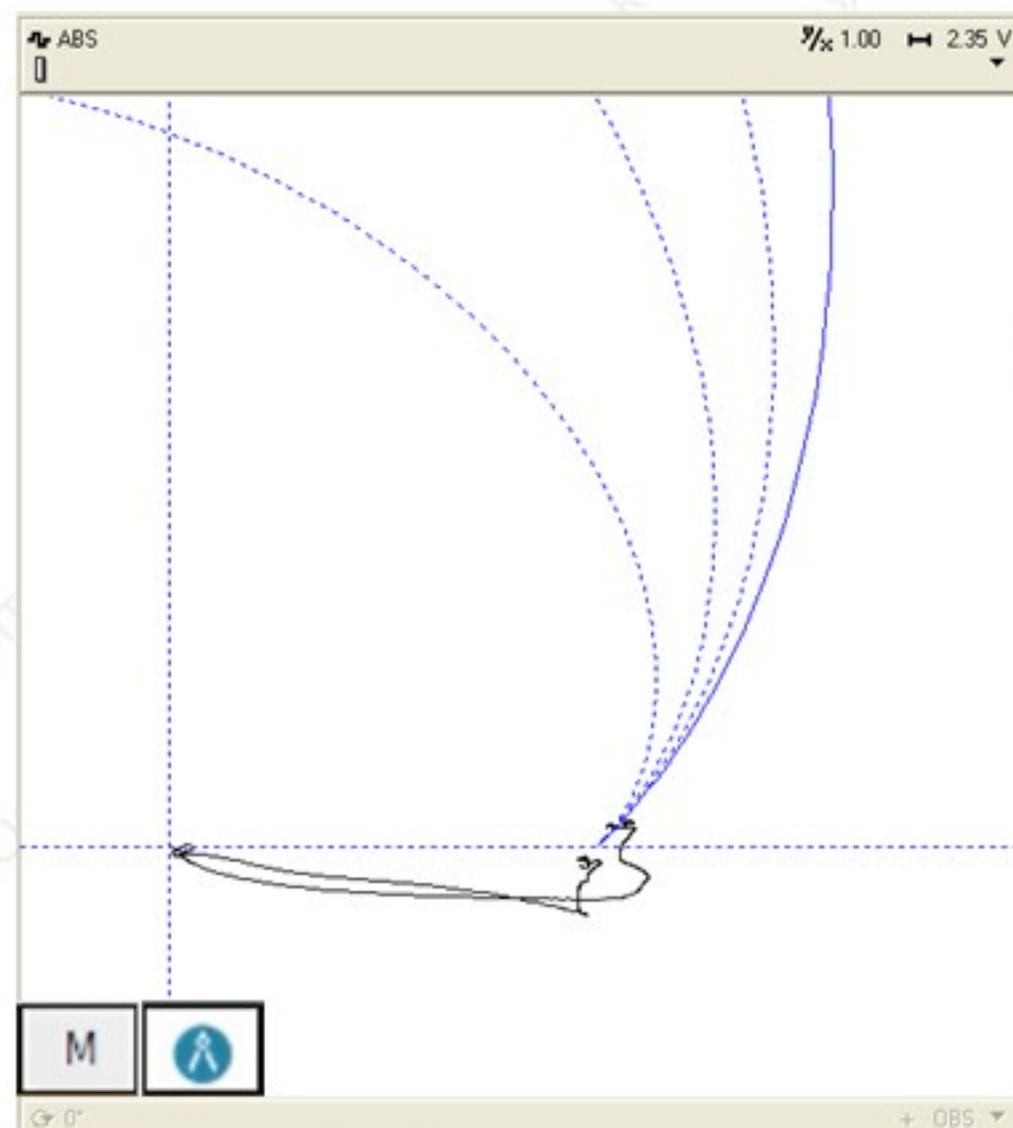


Частотная компенсация. ABS канал

Переориентация TSP сигнала:

- выделить TSP сигнал на полосовом графике;
- увеличить масштаб TSP сигнала на комплексной плоскости;
- переключиться на ручное измерение;
- начертить вектор параллельно TSP сигнала от номинальной точки до конца сигнала используя программные инструменты системы RFT если применимо;
- выполнить нормализацию сигнала, используя программные инструменты системы RFT.

После нормализации можно оценивать размеры дефектов.



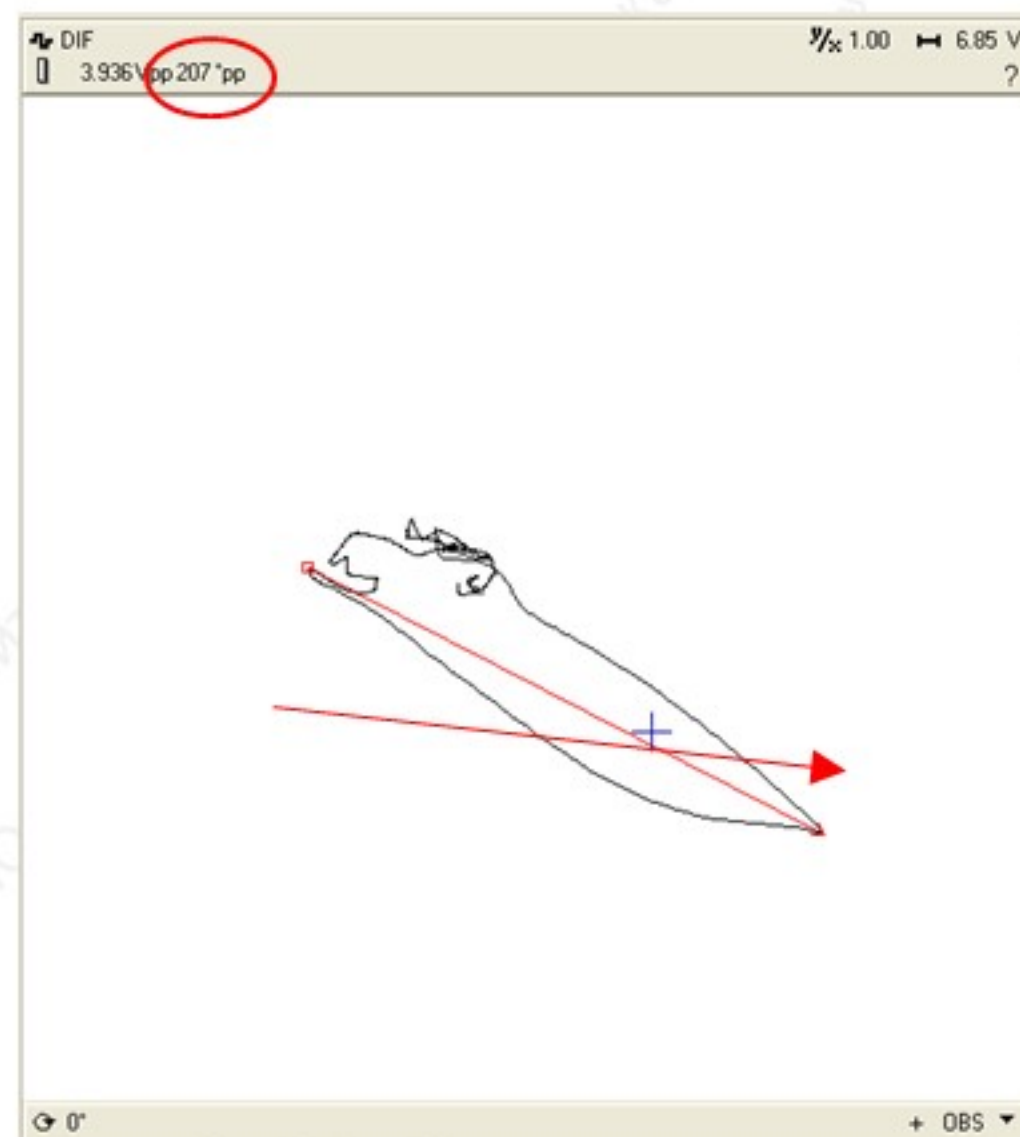


Частотная компенсация. DIFF канал

Переориентация TSP сигнала:

- выделить TSP сигнал на полосовом графике;
- увеличить масштаб TSP сигнала на комплексной плоскости;
- включить автоматическое измерение текущего угла поворота TSP сигнала или измерить его вручную;
- повернуть TSP сигнал на значение угла (опорное), которое было записано для TSP сигнала с калибровочной трубки.

После этого можно оценивать размеры дефектов.





Введение в метод контроля дальним полем RFT

Следующий раздел

Сигналы и чувствительность

