

Ультразвуковой контроль контактно-усталостных трещин рельсов с использованием поверхностных волн



А. Л. Бобров, К.И. Гончаров ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения»

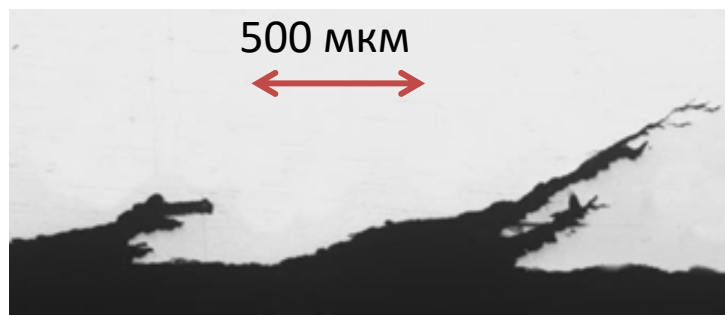
Контактно-усталостные трещины в поверхности катания рельсов



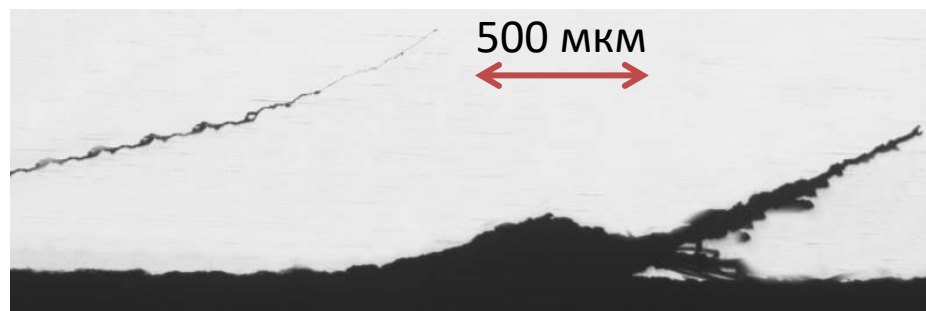
Контактно-усталостные трещины на
поверхности головки рельса



Контактно-усталостные трещины в
рабочей грани головки рельса



Глубина проникновения контактно-
усталостных трещин 50x



Глубина проникновения контактно-
усталостных трещин 50x

Разнообразие контактно-усталостных трещин в рельсах в кривых



Трещины развивающиеся
в продольном
направлении в наружном
рельсе

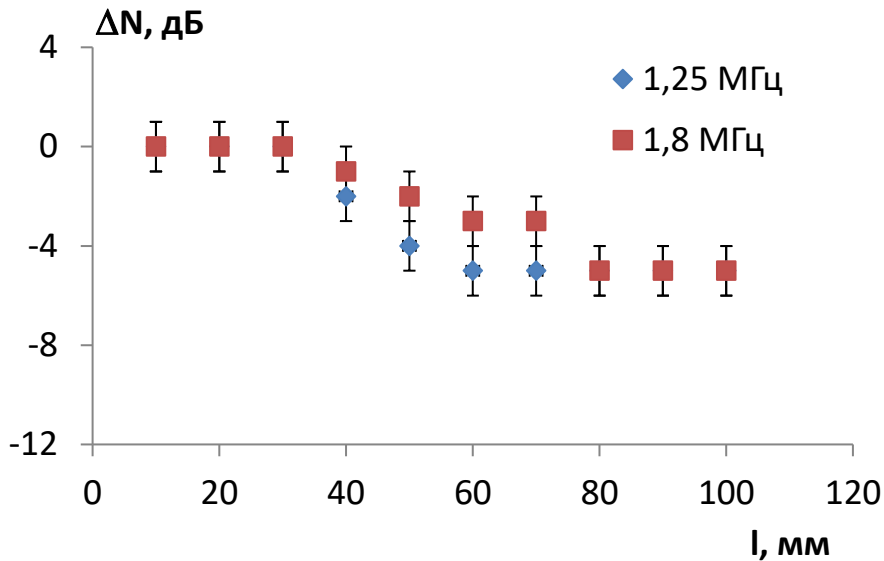


Развитые косые трещины
во внутреннем рельсе,
переходящие в
выкрашивания



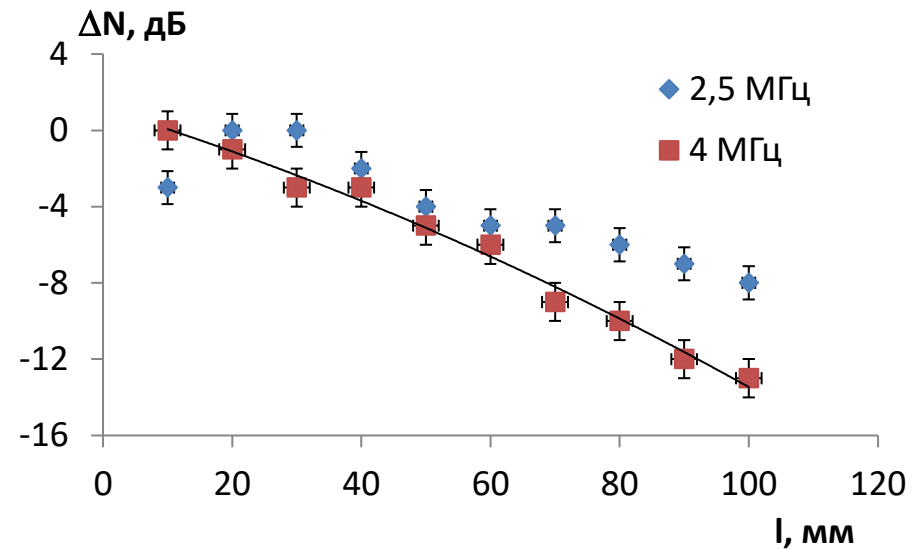
Промежуточный
результат устранения
контактно-усталостных
трещин шлифовкой

Ослабление поверхностных волн на поверхности рельса



Ослабление отраженного импульса на частотах 1,25 МГц и 1,8 МГц в зависимости от расстояния до торца

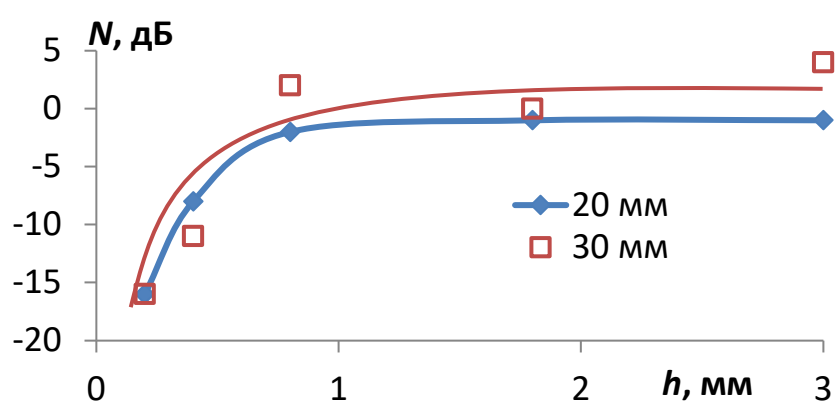
На частоте 1,25 МГц диапазон 5 дБ
На частоте 1,8 МГц диапазон 5 дБ



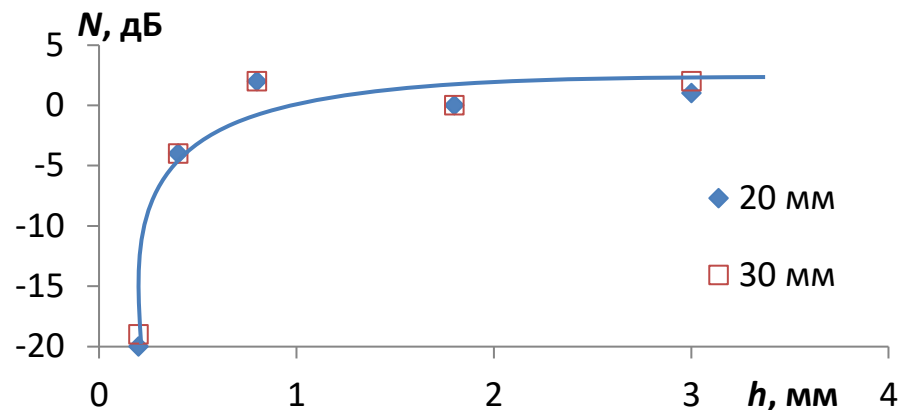
Ослабление отраженного импульса на частотах 2,5 МГц и 4 МГц в зависимости от расстояния до торца

На частоте 2,5 МГц диапазон 8 дБ
На частоте 4 МГц диапазон 13 дБ

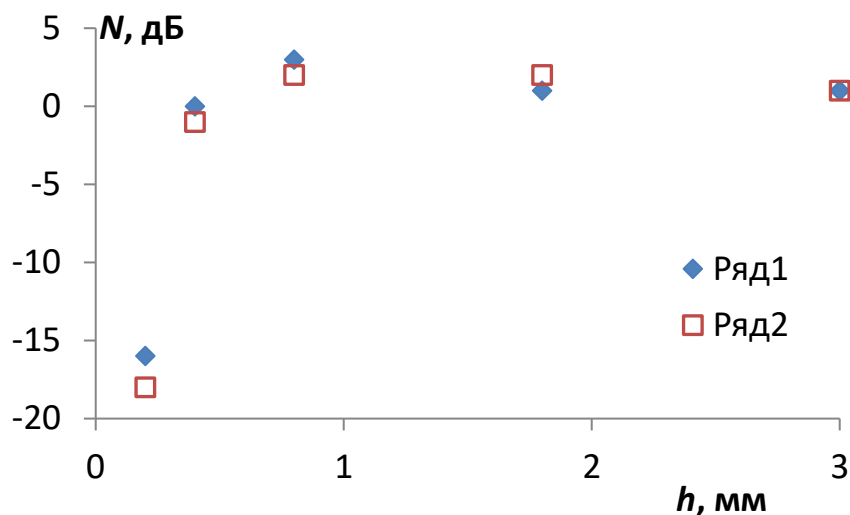
Влияние глубины пазов бесконечной длины на относительную амплитуду эхо-сигналов



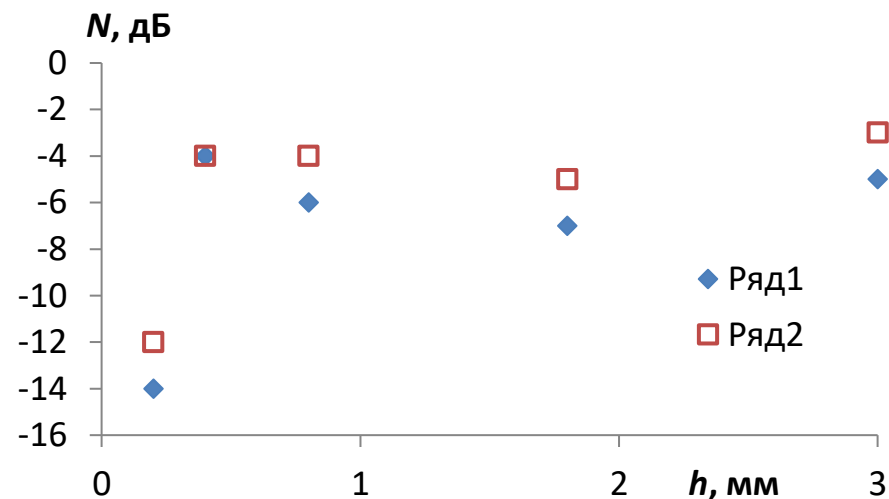
$f = 1,25$ МГц, $\lambda = 2,4$ мм



$f = 1,8$ МГц, $\lambda = 1,7$ мм

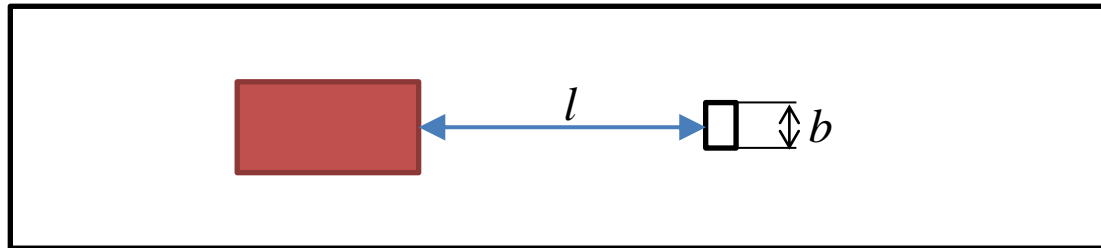


$f = 2,5$ МГц, $\lambda = 1,2$ мм



$f = 4$ МГц, $\lambda = 0,75$ мм

Влияние протяженности дефекта на чувствительность контроля



Данные на расстоянии $l=20$ мм

| Ширина отражателя b , мм | 1,25 МГц | 1,8 МГц | 2,5 МГц | 4 МГц |
|------------------------------------|----------|---------|---------|-------|
| 2 | -5 | -10 | -7 | -9 |
| 2,5 | -6 | -8 | -7 | -9 |
| 3 | -5 | -6 | -6 | -9 |
| 3,5 | -6 | -6 | -6 | -9 |
| По ширине диаграммы направленности | 0 | 0 | 0 | 0 |

Изменение чувствительности к контактно-усталостным трещинам при различных углах поворота преобразователя относительно оси рельса

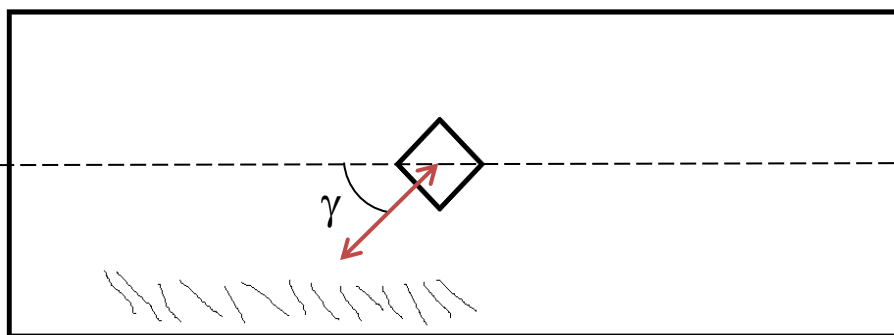
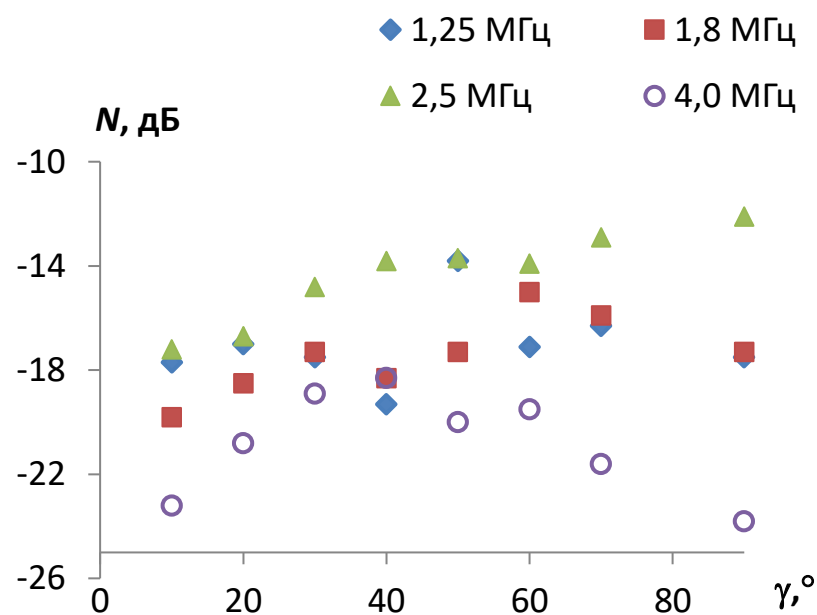


Схема направления ультразвукового пучка

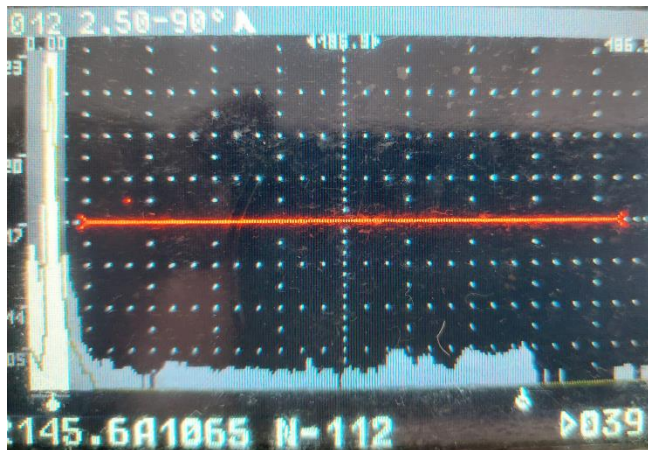


Амплитуда сигналов от трещин при настройке чувствительности на -15 дБ от торца преобразователя 2,5 МГц

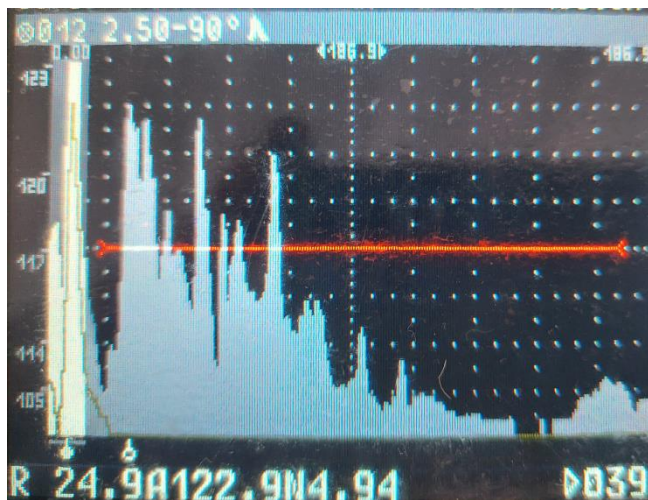


Влияние угла направленности преобразователя на максимум амплитуды от трещин относительно углового отражателя торца рельса

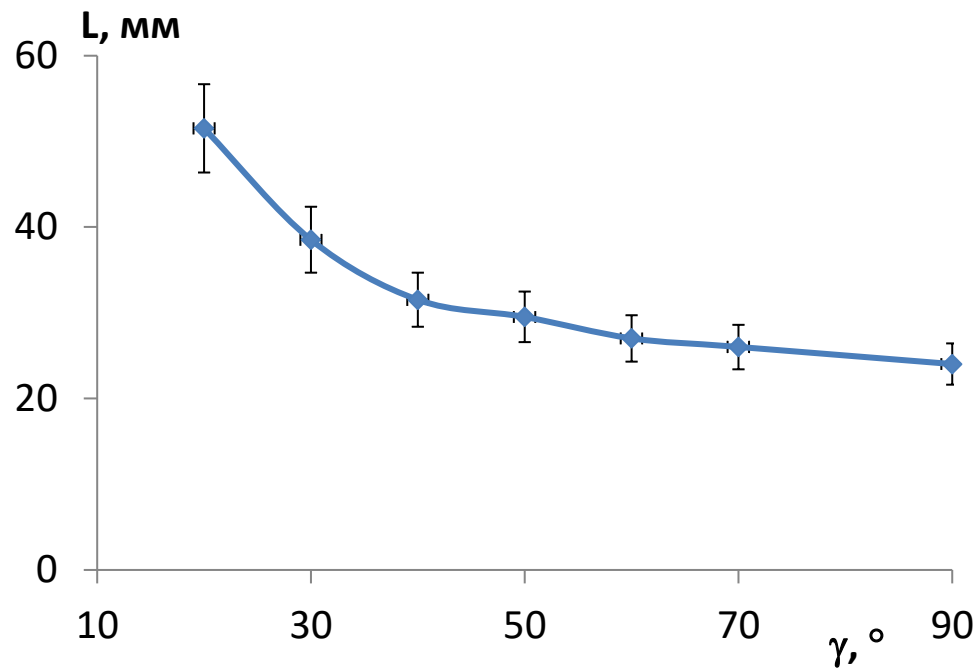
Расстояние до регистрируемых трещин при ультразвуковом контроле контактно-усталостных трещин



Сигналы на бездефектном участке



Сигналы от трещин при изменении
угла поворота оси преобразователя



Расстояние до сигналов от трещин при
сканировании по оси

Заключение

- Наличие контактно-усталостных трещин в поверхности катания рельсов можно обнаруживать с помощью поверхностных ультразвуковых волн
- Для исследований возможности определения глубины проникновения контактно-усталостных трещин необходимо использовать низкочастотные волны
- Направленность преобразователя ультразвуковых поверхностных волн не принципиальна для обнаружения усталостных поверхностных трещин
- При контроле могут формироваться ложные сигналы, не имеющие отношения к наличию трещин и которые невозможно идентифицировать как ложные