

УДК 681.586.773:624.072.233.5

**ОСОБЕННОСТИ И ПРИНЦИПЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ГОЛОВКИ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО РЕЛЬСА****А.В. ШЛЯХТЕНОК***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Д.А. ДОВГЯЛО)*

*Рассматриваются датчики, используемые в дефектоскопе РДМ-22 для выявления дефектов головки железнодорожного рельса. Определены их основные достоинства и недостатки с точки зрения практического выявления дефектов. Практическая часть работы – комплексный анализ дефектограмм, содержащих сигналы, отраженные от реальных дефектов рельсов.*

Дефекты головки рельса являются самыми распространенными среди всех дефектов, входящих в классификацию НТД/ЦП 1-2-3-93 [1]. Они представляют наибольшую опасность, так как в процессе роста поперечных трещин (развиваются в виде окружности с характерными «кольцами роста»), в результате взаимодействия их плоскостей, последние приобретают зеркальную поверхность, что существенно усложняет обнаружение. Еще одним фактором, усложняющим поиск и определение места залегания дефектов, являются поверхностные повреждения (горизонтальные расслоения, выкрашивания металла на поверхности катания), которые маскируют поперечные трещины, препятствуя доступу ультразвуковой волны к ним. Для решения этих проблем применяются различные схемы контроля, а также пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП) с различными углами ввода ультразвука.

**Схемы контроля головки рельса на базе дефектоскопа РДМ-22 и основные принципы выявления дефектов.** В общем случае схемой контроля (прозвучивания) можно назвать группу ПЭП, реализованных на базе конкретного дефектоскопа, которые обеспечивают наиболее эффективное выявление дефектов в соответствии с поставленными целями и задачами.

На сегодняшний день существует большое разнообразие схем, применяемых для контроля головки рельса. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. Наибольшую эффективность демонстрируют схемы, реализующие более одного метода (пример, схема «РОМБ», реализующая ЭХО- и зеркальный методы, каждый из которых активен в определенные моменты времени так, что они не работают одновременно). Данные схемы позволяют наряду с дефектами произвольной ориентации выявлять дефекты с различными типами отражающей поверхности.

В дефектоскопах РДМ-22, для контроля всего объема головки рельса, применяются следующие ПЭП:

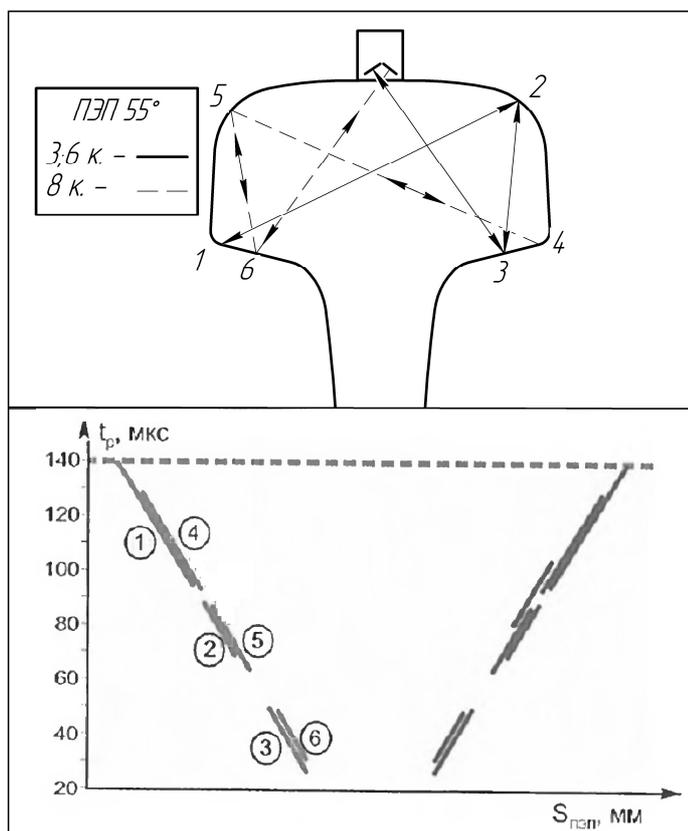
- канал № 1 – канал реализован посредством использования РС (раздельно-совмещенного) ПЭП с углом ввода ультразвука в контролируемое изделие  $0^\circ$ . На практике данный канал показывает высокую эффективность при выявлении различного рода горизонтальных расслоений и трещин. Зона контроля в зависимости от типа рельса составляет от 0 до 190 мм;

- канал № 2(7) – ПЭП с углом ввода  $70^\circ$ , развернутый вдоль продольной оси рельса по ходу движения ультразвукового дефектоскопа (7 канал – против хода). Практическая полезность данного канала заключается в возможности обнаружения трещин, развивающихся под протяженными горизонтальными расслоениями, которые в силу особенностей отражения ультразвуковых волн от различно ориентированных поверхностей невозможно выявить ПЭП с другими углами ввода. Канал № 2 уверенно выявляет трещины, развивающиеся под углом  $18...20^\circ$  от нормали. Зона контроля в зависимости от типа рельса составляет от 3 до 45 мм. Основным недостатком данного преобразователя является наибольшая среди всех используемых в дефектоскопе РДМ-22 зависимость размеров, снятых с дефектного места, от температуры. Так, например, в диапазоне температур от минус 40 до плюс  $50^\circ\text{C}$  номинальный угол ввода изменяется от  $60$  до  $74^\circ$ . Изменение угла ввода до  $74^\circ$  приводит к образованию поверхностной волны, которая чувствительна даже к небольшим поверхностным дефектам;

- Каналы № 3; 6; 8 – ПЭП с углом ввода  $55^\circ$ , развернутые на  $34^\circ$  относительно продольной оси рельса и направленные в рабочую грань против хода ультразвукового дефектоскопа, в нерабочую грань против хода ультразвукового дефектоскопа, в рабочую грань по ходу движения дефектоскопа соответственно. Разворот вставок на  $34^\circ$  позволяет контролировать весь объем головки рельса. Единственным недостатком данных ПЭП является высокая чувствительность к поверхностным дефектам. В отдельных случаях даже при небольших и неглубоких расслоениях вследствие многократного переотражения ультразвуковой волны (УЗВ) между расслоением и поверхностью, оператор может выдать ложное заключение о наличии дефекта в рельсе. Зона контроля данных ПЭП составляет 144 мм [2].

Пьезоэлектрические преобразователи с углом ввода  $55^\circ$ , развернутые на  $34^\circ$  относительно продольной оси рельса реализуют схему «ЗМЕЙКА». Данная схема является наиболее сложной и с точки зрения процесса отражения ультразвуковых лучей от различных граней головки рельса, и для понимания принципа отображения сигналов на В-развертке. Это вызвано тем, что для обнаружения дефектов головки в основном используются одно-, двукратно- и трехкратно переотраженные от ее граней лучи [3].

На рисунке 1 проиллюстрирован путь распространения ультразвука в головке рельса при использовании схемы «ЗМЕЙКА» и фрагмент дефектограммы, на котором присутствуют сигналы от типового отражателя (к примеру, торца рельса).



**Рисунок 1. – Путь распространения ультразвука при использовании схемы «ЗМЕЙКА» и фрагмент дефектограммы типовых отражателей**

Всю зону контроля при использовании данной схемы условно можно разделить на ближнюю (3; 6), среднюю (2; 5) и дальнюю (1; 4). Вследствие этого, проводя анализ принятых датчиками сигналов, можно с большой долей вероятности определить расположение дефекта относительно поперечного сечения рельса. Так, при наличии сигналов в ближней и средней зонах для каналов 3 и 6 можно говорить о дефекте, расположенном в рабочей грани рельса. Если данные каналы зарегистрировали сигнал в дальней зоне, речь идет о дефекте, развивающемся с нерабочей грани. Эти утверждения справедливы и для 8-го канала с поправкой на его разворот относительно продольной оси рельса.

Однако при всей кажущейся простоте проведения подобного анализа, существует ряд факторов, способных существенно исказить результаты контроля, что может привести к перебраковке рельса. Их можно условно разделить на несколько групп: факторы, обусловленные некачественной настройкой дефектоскопа; климатические, выражающиеся экстремально высокими и низкими температурами; факторы, обусловленные наличием на поверхности рельсов различного рода повреждений. Последние ввиду многократных переотражений ультразвука между ними и поверхностью сканирования нередко являются причиной регистрации сигнала достаточно большой протяженности, который может быть интерпретирован, как сигнал от развитого дефекта.

С целью исключения перебраковки необходимо проводить комплексный анализ с сопоставлением сигналов от различных ПЭП для определения общей картины дефектности рельса. Анализ начинается с рассмотрения сигналов, способных помешать выявлению поперечных трещин, т.е. с поиска горизонтально-

ориентированных дефектов. В случае если горизонтальное расслоение по своим параметрам превышает нормы, допускающие возможность эксплуатации рельса, он изымается из пути как остродефектный. Исходя из фрагмента дефектограммы (рис. 2) на рельсе имеется небольшое расслоение металла глубиной 3...5 мм. Данное расслоение классифицируется как дефект кода 10.2 – отслоение и выкрашивание металла на поверхности катания головки рельса вследствие нарушения технологии изготовления рельса и допускает его дальнейшую эксплуатацию.

Далее анализируются сигналы, зарегистрированные наклонными (с углом ввода, отличным от 0°) ПЭП. Согласно дефектограмме, преобразователем с углом ввода 70° зарегистрирован сигнал протяженностью от 13 до 27 мм. Исходя из того, что в режиме сведения сигналов, показания зарегистрированы до горизонтального расслоения, можно сделать вывод о наличии дефекта в виде поперечной трещины.

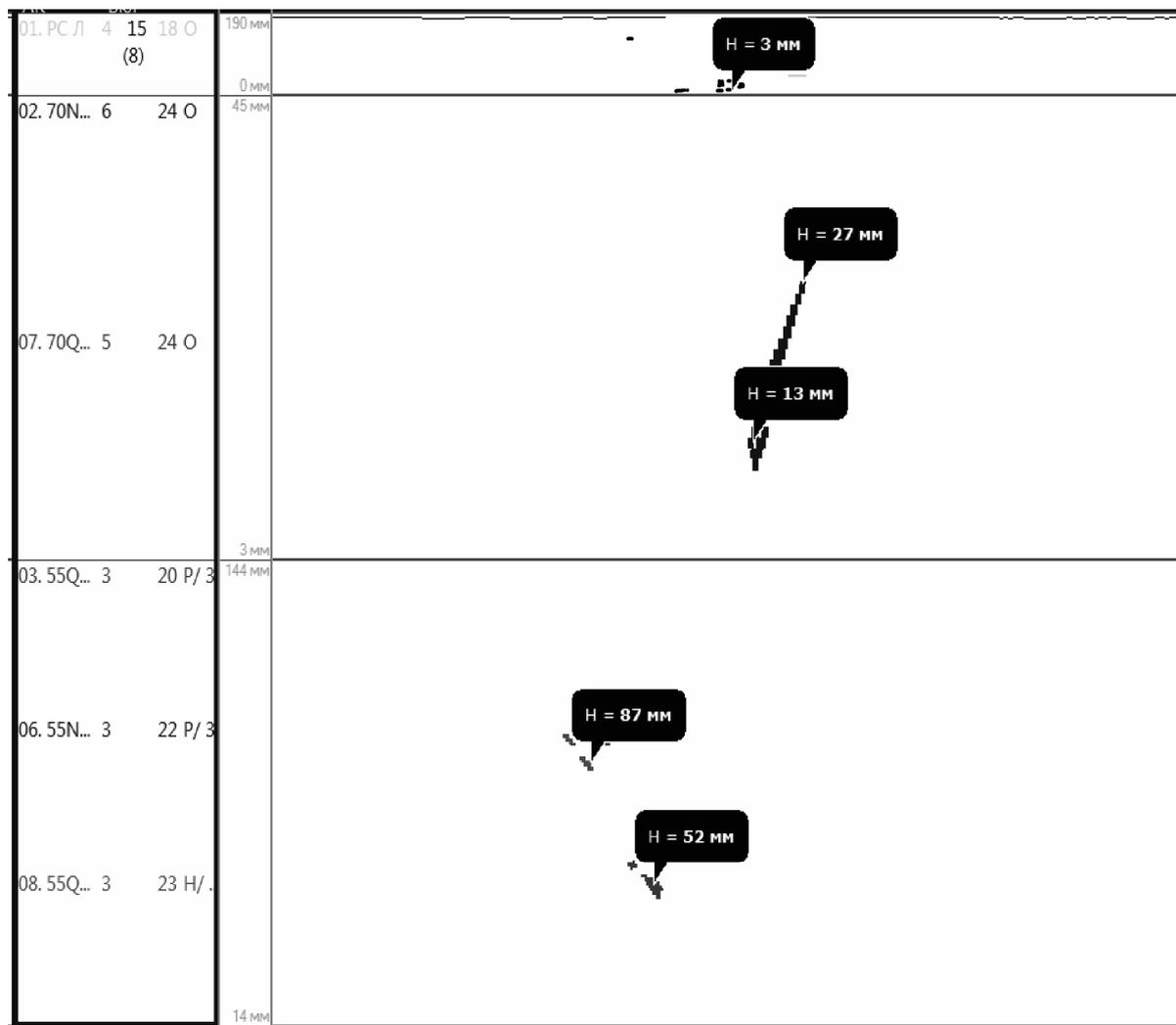


Рисунок 2. – Фрагмент дефектограммы

Для подтверждения наличия дефекта дальнейший анализ производится на основании показаний ПЭП с углом ввода 55°. Так, 55-градусными ПЭП зарегистрированы две пачки сигналов – восьмым каналом в начале дальней зоны (87 мм) и третьим каналом в конце средней зоны (52 мм). Данное обстоятельство указывает на вероятное наличие дефекта, расположенного в рабочей грани и центре головки рельса.

На основании данных комплексного анализа можно сделать вывод о наличии под горизонтальным расслоением развитого дефекта в нерабочей грани рельса, заходящего в центр головки.

Распространенной практикой в рельсовой дефектоскопии являются контрольные доломы рельсов, выявленных в результате контроля остродефектных рельсов. В ходе проведения контрольного долома был подтвержден дефект, изображенный на рисунке 3. Доллом производился на специализированном оборудовании и произошел при нагрузке 64 тонны.



**Рисунок 3 – Результат контрольного долома**

**Вывод.** Эффективность комплексного анализа сигналов зависит от многих факторов, однако данный подход позволяет с достаточно высокой вероятностью определять не только наличие дефекта, но и определять его ориентацию и положение относительно поперечного сечения рельса. Данное обстоятельство является определяющим при контроле, т.к. на сегодняшний день дефекты головки рельса являются наиболее сложными с точки зрения их выявления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок декларирования соответствия продукции. Основные положения: НТД/ЦП 1-2-3-93 Классификация дефектов рельсов. Каталог дефектов рельсов. Признаки дефектных и остродефектных рельсов.
2. Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок декларирования соответствия продукции. Основные положения: Дефектоскоп ультразвуковой ДС2-РДМ-22. Руководство по эксплуатации.
3. Марков, А.А. Дефектоскопия рельсов. Формирование и анализ сигналов / А.А. Марков, Е.А. Кузнецова. – СПб.: Ультрапринт, 2014. – 332 с.
4. Александрова, С.Б. Ультразвуковая дефектоскопия: учеб.-метод. компл. / С.Б. Александрова. – Барановичи: ДЦШК-2, 2008. – 205 с.