

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД
по инфраструктуре и подвижному составу
1 - 3 апреля 2014 г., Республика Молдова, г. Кишинев

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД
по инфраструктуре и подвижному составу
21 - 24 октября 2014 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 24 октября 2014 года

P 737

**МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ
РЕЛЬСОВ, СВАРНЫХ СТЫКОВ И ЭЛЕМЕНТОВ
СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ С ПОМОЩЬЮ
3D ДЕФЕКТОГРАММ**

1. Введение

При ультразвуковом контроле (УЗК) рельсов, сварных стыков и элементов стрелочных переводов решаются 3 основные задачи:

- обнаружение сигналов от дефектов, выделение их на фоне шумов и помех от конструктивных элементов контролируемого изделия;
- измерение основных характеристик дефектов и определение их местоположения;
- классификация дефектов согласно существующих каталогов и принятия решения о степени их опасности для движения поездов.

Рельсовые дефектоскопы в процессе УЗК используют звуковую, амплитудную и „В” индикацию обнаруживаемых дефектов. Указанное представление часто не позволяет обнаружить сигналы от дефекта на фоне помех, выполнить точное измерение его характеристик и принять правильное решение. На рис. 1, 2 представлены „В” индикации дефектов головки рельса зарегистрированные на Латвийской железной дороге при сплошном УЗК рельсов с помощью дефектоскопа РДМ-22 (НПП«РДМ», г. Кишинев, Молдова) по трем каналам контроля 0° , 70° , 55° . Из представленных данных следует, что „В” индикации, в основном, дают качественную оценку дефекта, не позволяют определить его форму и точное местоположение в контролируемом рельсе.

При работе с ручными преобразователями форма и размеры зарегистрированных сигналов в виде амплитудной и „В” индикаций обнаруженных дефектов зависят от индивидуальных навыков дефектоскопистов и их опыта работы (человеческий фактор). Протоколы ручного контроля, получаемые в процессе УЗК не содержат полную информацию о дефектах, не позволяют достаточно точно оценить динамику их развития и создать базу данных, содержащую объективную информацию о техническом состоянии рельсов.

Решение указанных задач в полной мере обеспечивают современные рельсовые дефектоскопы типа РДМ-23, УДС2М-35 (НПП «РДМ», г. Кишинев, Молдова), реализующие представление зарегистрированных сигналов в виде 3D дефектограмм, получаемых в процессе сканирования дефектных рельсов ручными преобразователями. Эти дефектоскопы (рис.3) используются на Латвийской железной дороге при УЗК рельсов, сварных стыков и элементов стрелочных переводов.

На рис.4.а приведены амплитудная и „В” индикации дефекта головки рамного рельса стрелочного перевода, полученные в процессе сплошного УЗК дефектоскопом РДМ 22 по каналам 55° , 70° . Здесь же (рис. 4.в) изображен фрагмент рамного рельса, содержащий этот дефект. На рис.5а представлена 3D дефектограмма этого дефекта, полученная с помощью дефектоскопа РДМ-23 по каналу 70° . Здесь же (рис. 5в) изображена поперечная трещина по коду 21.2 вскрытая в результате излома этого дефектного рельса. Местоположение трещины, ее размеры ($dH=17\text{mm}$, $dL=24\text{mm}$) и форма практически совпадают с данными 3D дефектограммы ($dH=19\text{mm}$, $dL=21\text{mm}$). Из представленных данных следует, что информативность 3D дефектограмм (рис. 5а) значительно выше, чем информативность амплитудной и „В” индикаций (рис. 4а).

2. 3D дефектограммы сварных термитных стыков

Процесс УЗК сварных термитных стыков рельсов весьма трудоемок, поскольку эти стыки имеют много конструктивных отражателей, находящихся в приливе стыков. Часто достаточно сложно на фоне шумов выделить информативный сигнал от дефекта, и как следствие, правильно оценить качество сварного шва. В подавляющем большинстве дефекты термитной сварки (непровары, поры, шлаковые включения, трещины, надрывы) вызваны нарушением технологии сварки и находятся внутри шва.

Подтверждение достоверности результатов УЗК термитных стыков методом излома затруднительно, ибо вероятность обнаружения дефекта на изломе сварного рельса мала по следующим причинам:

- излом рельса сваренного термитом часто не проходит через дефект термитного стыка;
- дефект представляет из себя совокупность микротрещин и включений, которые плохо видны невооруженным глазом.

Поэтому в процессе исследований, с целью оценки достоверности результатов УЗК из термитного стыка вырезались образцы содержащие опасные дефекты, обнаруженные при УЗК этого стыка. Полученные образцы проверялись металлографическим методом.

На рис.6а представлена 3D дефектограмма сварного термитного стыка, содержащего опасный дефект по коду 26.4 размером 18x12x9 мм. Дефект располагается на глубине 39 мм от поверхности катания головки рельса. Сигнал от дефекта превышает браковочный уровень на 12dB. На рис.6б приведены результаты металлографических исследований дефектного места. Различные включения и трещины размером до 5 мм образуют дефектный объем рыхлого металла, зарегистрированный на 3D дефектограмме (рис.6а), как опасный дефект.

На рис. 7а представлена 3D дефектограмма сварного термитного стыка содержащего опасный дефект по коду 66.4. Дефект обнаружен в нижней части подошвы рельса и не заходит в прилив термитной сварки. Металлографические исследования (рис. 7б) подтвердили данные УЗК. Дефект имеет вид трубки длиной 38 мм. Анализ сечений этой трубки (Nr.1, Nr.2, Nr.3, Nr.4, рис. 7б) показал, что диаметр трубки изменяется от 3 до 6 мм.

На рис. 8а представлена 3D дефектограмма сварного термитного стыка, содержащего опасный дефект по коду 56.4. Дефект размерами 15x9x18мм зафиксирован на глубине 67 мм от поверхности катания головки рельса. В процессе металлографического анализа, в области обнаруженного дефекта зарегистрированы круговые трещины размером до 10 мм (рис. 8в). Рыхлость литого металла, обусловленная группой мелких включений и трещин, явилась причиной отбраковки данного термитного стыка.

3. 3D-дефектограммы стрелочных переводов

В процессе приемки стрелочных переводов, поступающих на Латвийскую железную дорогу, осуществляется входной УЗК с помощью дефектоскопов РДМ-23, УДС2М-35 и запись полученной информации в виде 3D дефектограмм. Сварные швы

сердечника крестовины стрелочного перевода могут содержать различные дефекты, которые очень наглядно изображаются на 3D дефектограммах (рис. 9, дефект сварки 95x13x7мм на глубине 24 мм). Рассматриваемый сердечник крестовины был уложен в путь. После пропуска 200 млн.т. в этом сердечнике развилась продольная трещина размером 262x44x15мм. 3D дефектограмма этого острого дефекта представлена на рис. 10. Данный образец вертикально распиливался в сечениях 1, 2, 3, отмеченных на рис.10.

На рис. 11а, б приведены фотографии сечений 1, 2 (рис.10) головки хвостовика сердечника крестовины, на которых видны дефекты сварки (поры), зафиксированные на 3D дефектограмме при входном контроле стрелочного перевода (рис.9). Эти дефекты явились причиной развития продольной трещины в головке хвостовика сердечника крестовины, зарегистрированной на 3D дефектограмме (рис. 10). Вскрытая продольная трещина головки хвостовика сердечника крестовины изображена на рис. 12, 13. Размеры этой трещины и ее местоположение полностью соответствует данным УЗК, зарегистрированным на 3D дефектограмме с помощью дефектоскопов РДМ-23, УДС2М-35.

4. Выводы

Применение 3D дефектограмм при УЗК рельсов, сварных стыков и элементов стрелочных переводов с помощью дефектоскопов РДМ-23, УДС2М-35 позволяет:

- существенно повысить информативность результатов УЗК;
- обеспечить выделение сигналов, отраженных от дефектов, на фоне шумов и отражений от конструктивных элементов контролируемых изделий;
- существенно сократить время, необходимое для объективной оценки размеров и местоположения обнаруженных дефектов;
- обеспечить независимость результатов УЗК от индивидуальных навыков дефектоскопистов по сканированию дефектных рельсов с помощью ручных преобразователей;
- объективно оценивать динамику развития зарегистрированных дефектов;
- по результатам УЗК оформлять протоколы ручного контроля и формировать базу данных дефектных рельсов, содержащую объективную информацию о техническом состоянии рельсов и качестве работы дефектоскопистов;
- получать достаточную информацию для принятия правильного решения о степени опасности обнаруженных дефектов.

Указанные обстоятельства позволяют значительно увеличить эффективность УЗК рельсов, сварных стыков, элементов стрелочных переводов и повысить безопасность движения поездов.

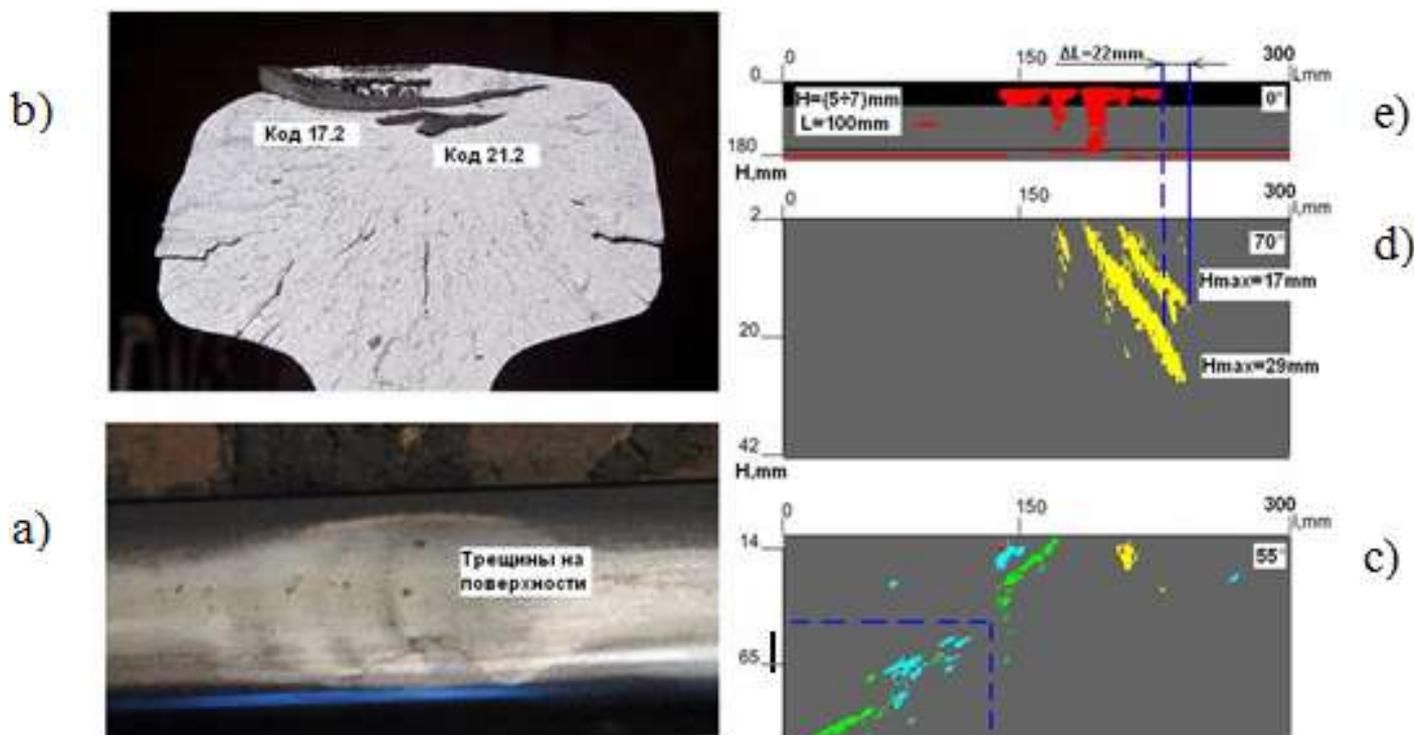


Рис. 1. Поверхность головки (а) и излома (б) дефектного рельса, а также „В” индикации дефектов полученные по каналам 55° (с), 70° (д), 0° (е).

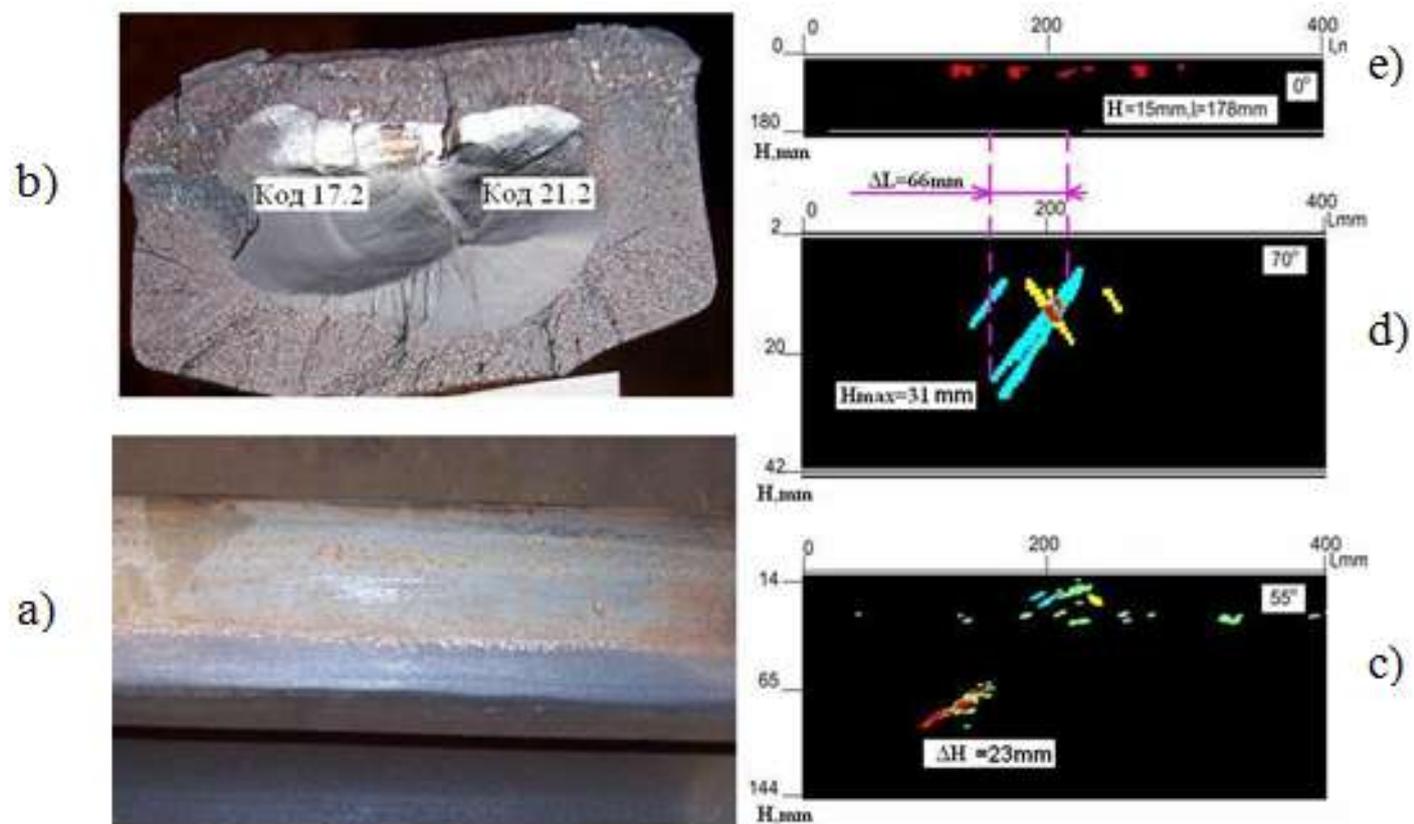
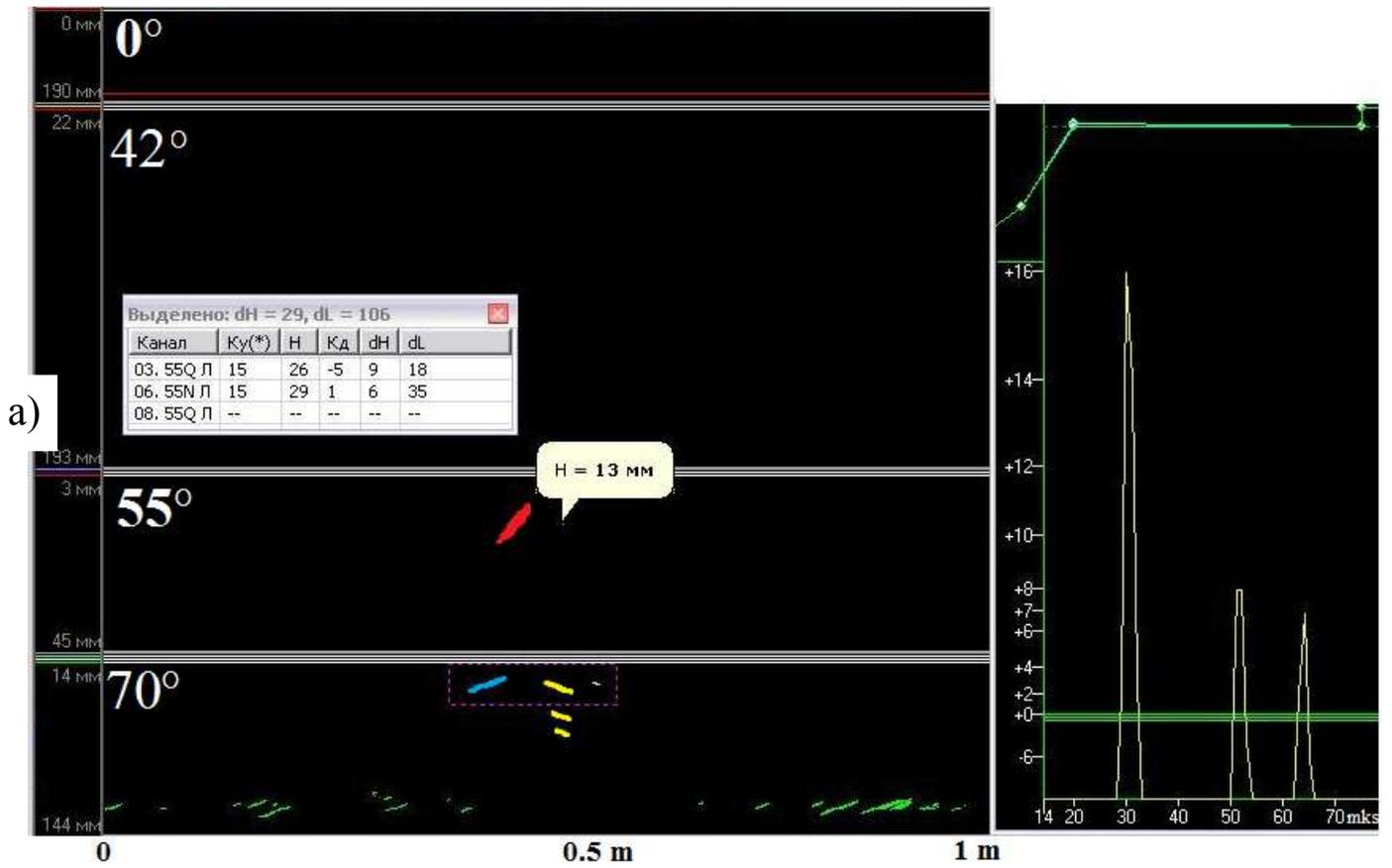


Рис. 2. Поверхность головки (а) и излома (б) дефектного рельса, а также „В” индикации дефекта полученные по каналам 55° (с), 70° (д), 0° (е).



Рис. 3. Дефектоскопы РДМ-23 и УДС2М-35, реализующие представление зарегистрированных сигналов в виде 3D дефектограмм.



Амплитудная и „В” индикации дефекта головки рамного рельса по коду 21.2.

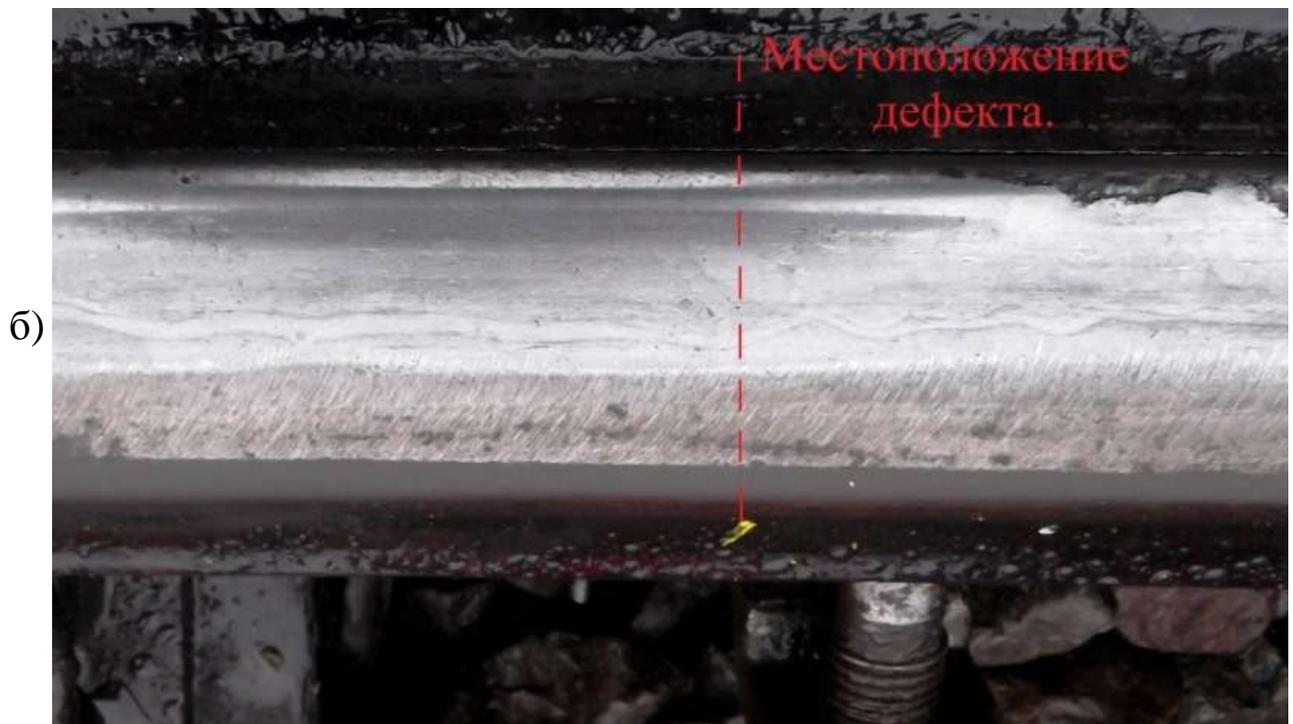
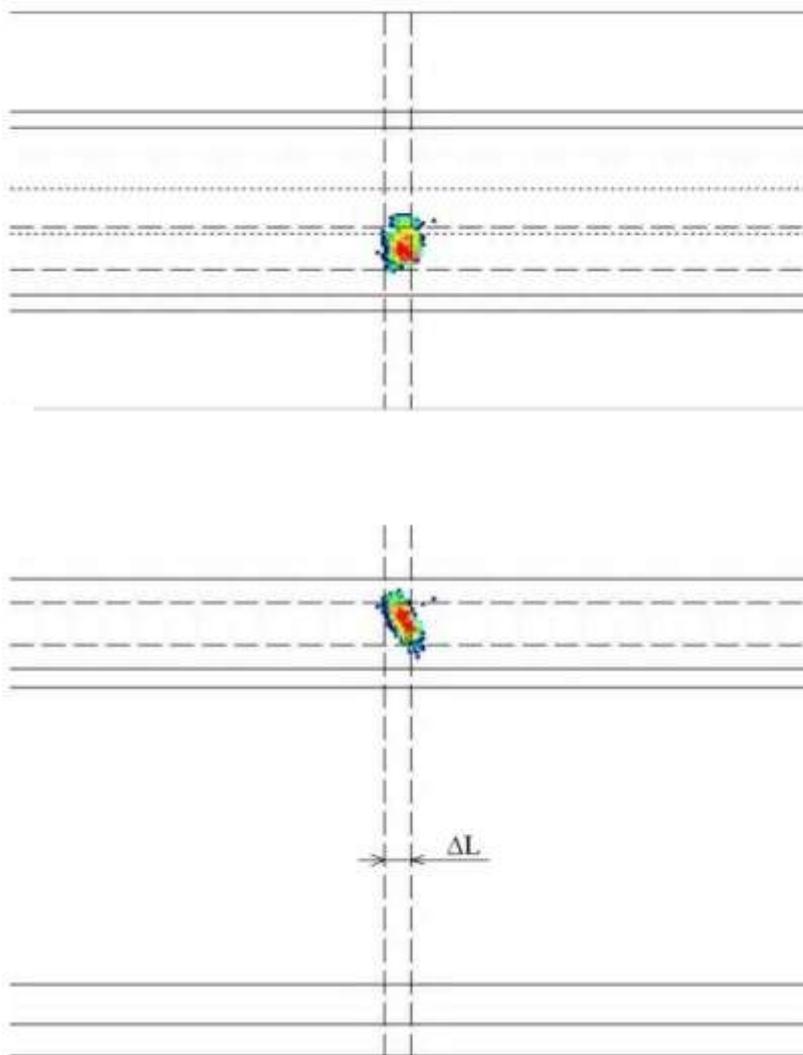


Рис. 4. Фрагмент рамного рельса, содержащий дефект головки по коду 21.2.

Дефектоскоп РДМ-23. Стрелка №2, ст. Индра.

a)

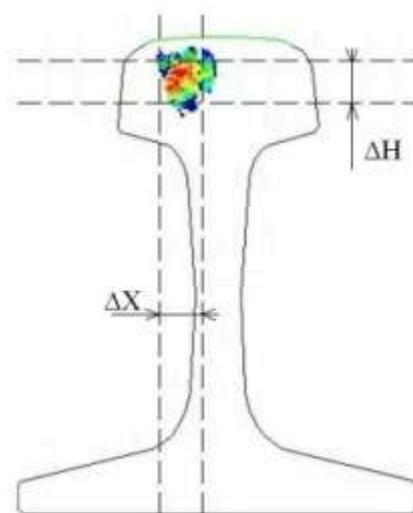


Параметры дефекта

dH	19 mm
dL	15 mm
dX	21 mm
H(Kd)	18 mm
Kd	-2 dB
dN	16 dB
Код	21.2

Параметры дефектоскопа

Зона контроля	2 - 46 mm
PEP Nr	39
Угол	70°
Ksl	18
Kp	18
VRČ	Iesl



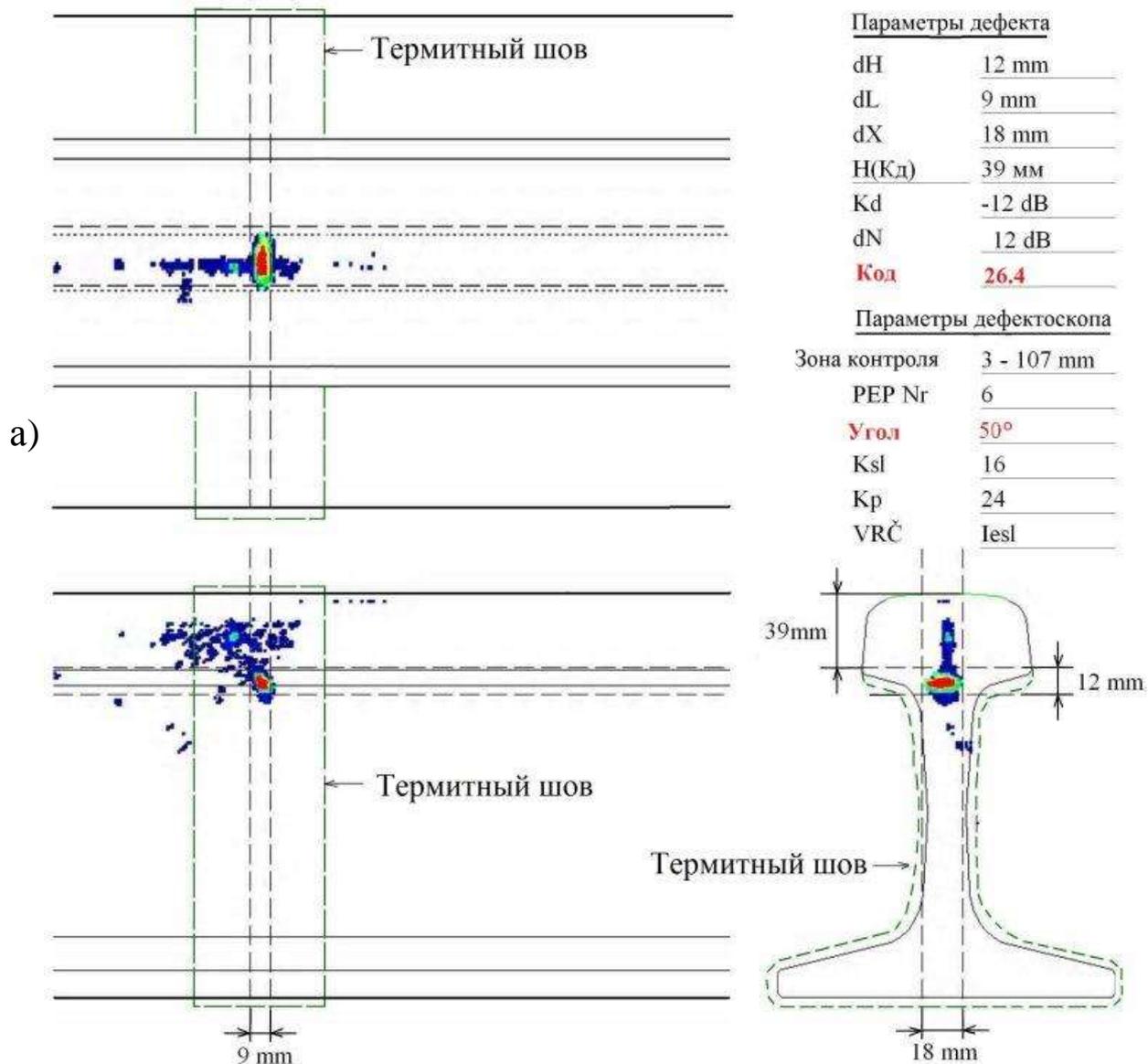
3D дефектограмма дефекта головки рамного рельса по коду 21.2.

б)



Рис. 5. Поперечная трещина по коду 21.2, вскрытая в результате излома дефектного рамного рельса

Дефектоскоп РДМ-23. ст. Даугава, термитный стык.



3D дефектограммы сварного термитного стыка, содержащего дефект по коду 26.4.

б)

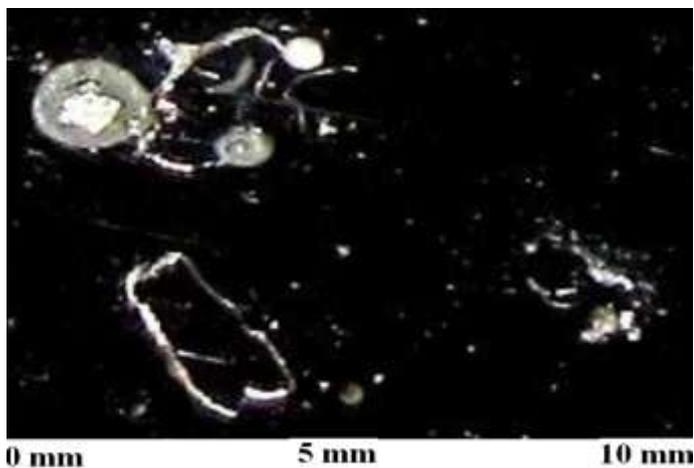
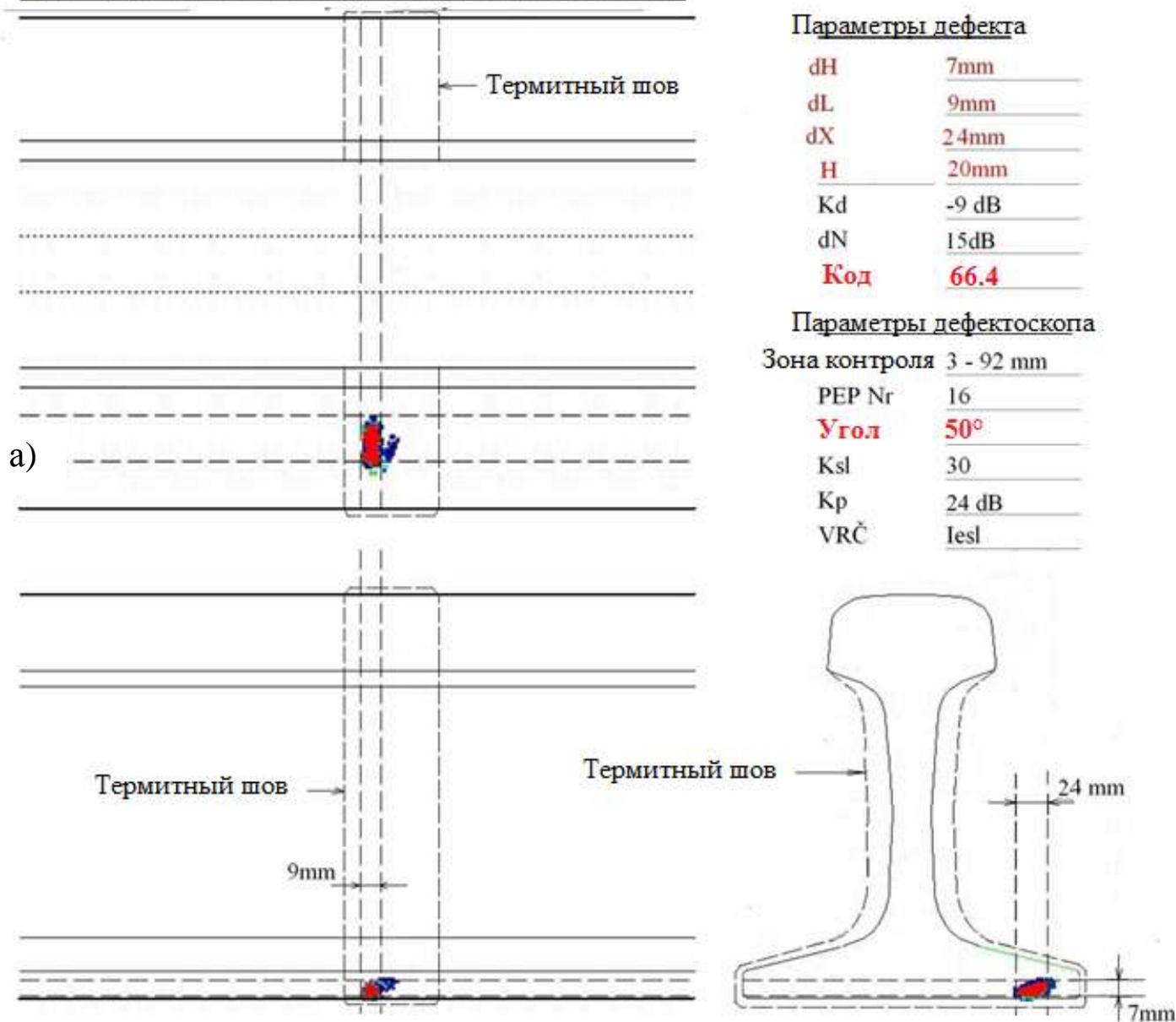


Рис. 6. Результаты металлографических исследований дефектного места.

Дефектоскоп РДМ-23, ст. Земитаны. Термитный стык



3D дефектограммы сварного термитного стыка, содержащего дефект по коду 66.4.

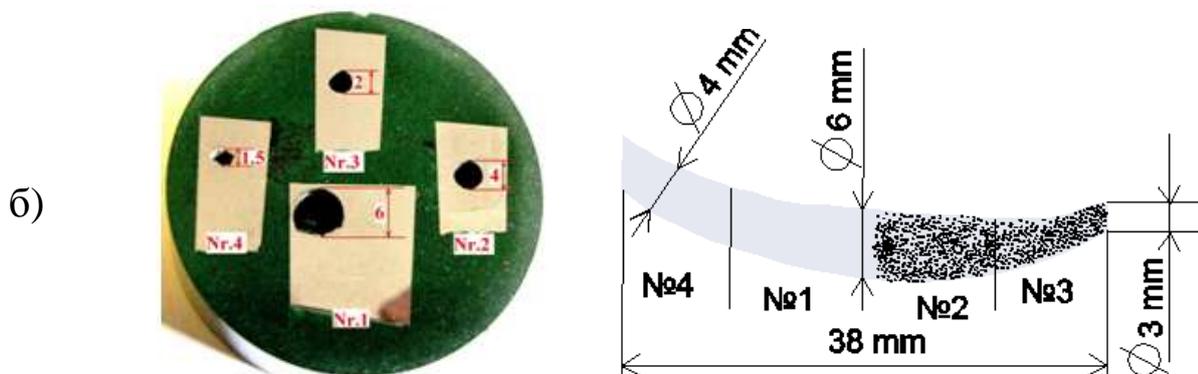
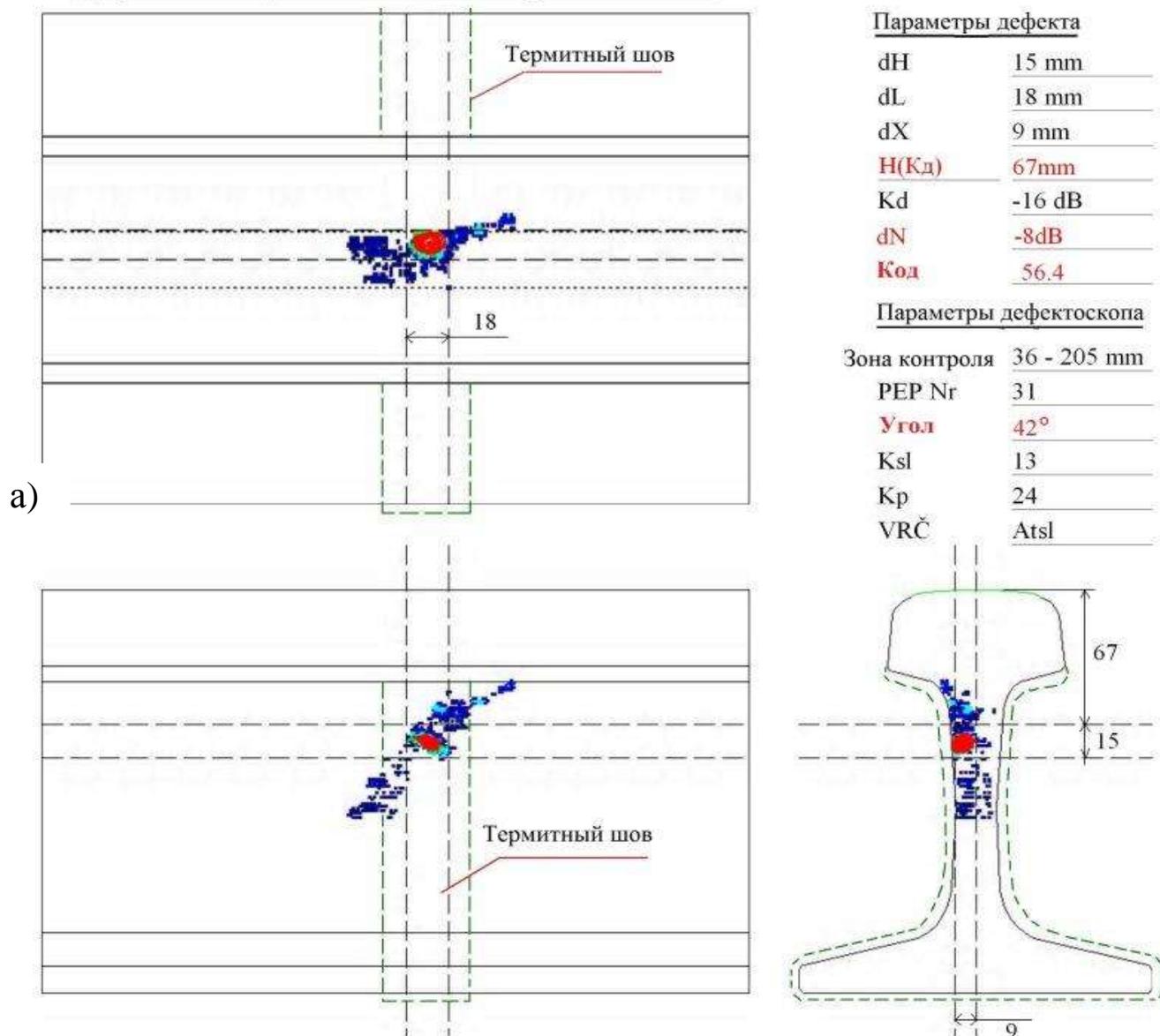


Рис. 7. Результаты металлографических исследований дефектного места.

Дефектоскоп РДМ-23. ст. Стенде. Термитный стык.



3D дефектограммы сварного термитного стыка, содержащего дефект по коду 56.4.

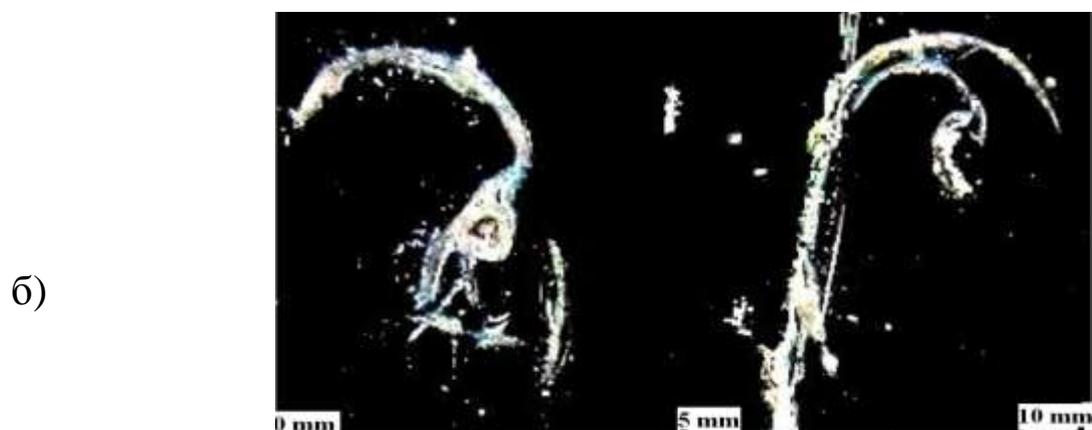


Рис. 8. Результаты металлографических исследований дефектного места.

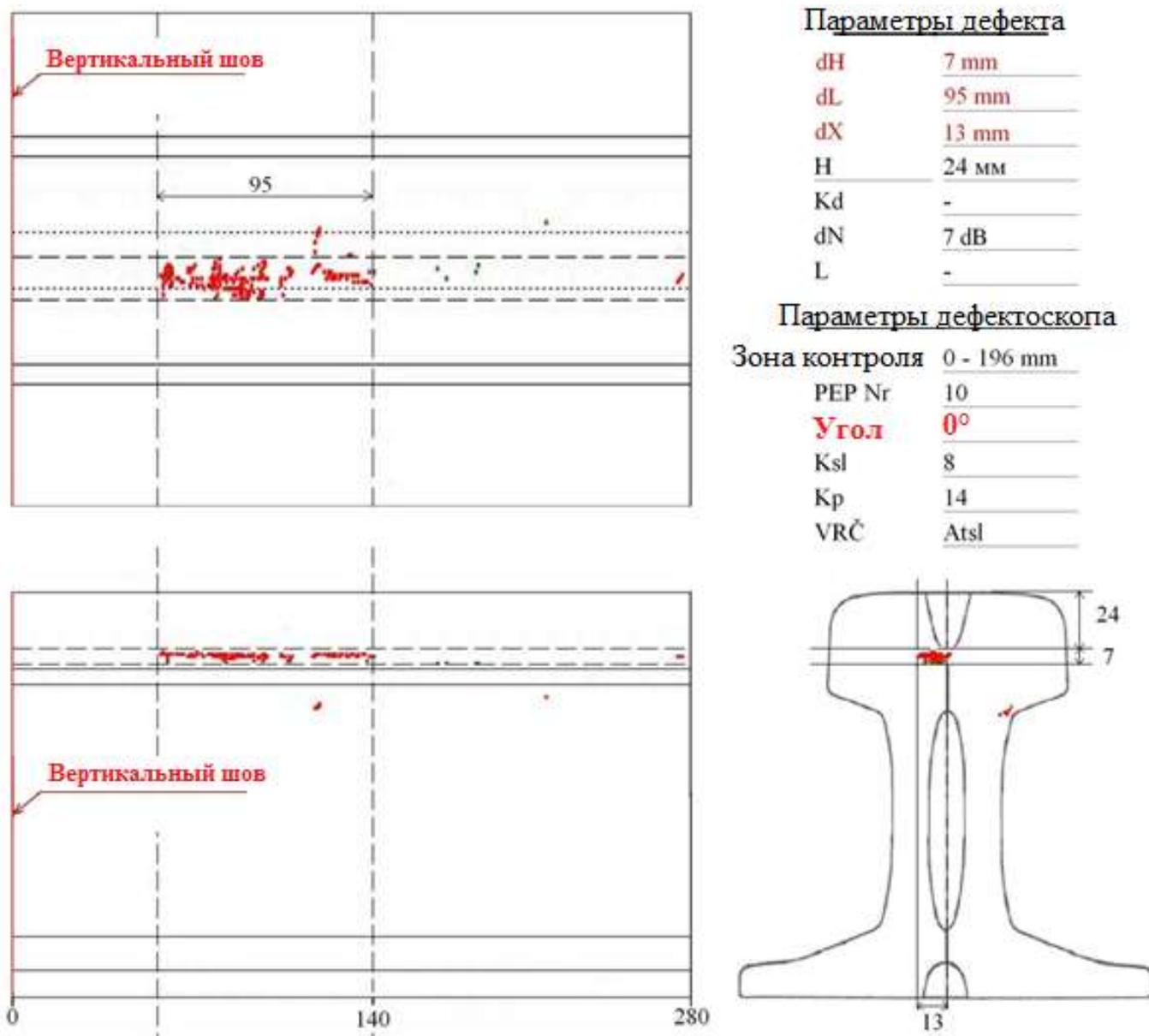


Рис. 9. 3D дефектограмма хвостовика крестовины стрелки, содержащего дефект сварки.

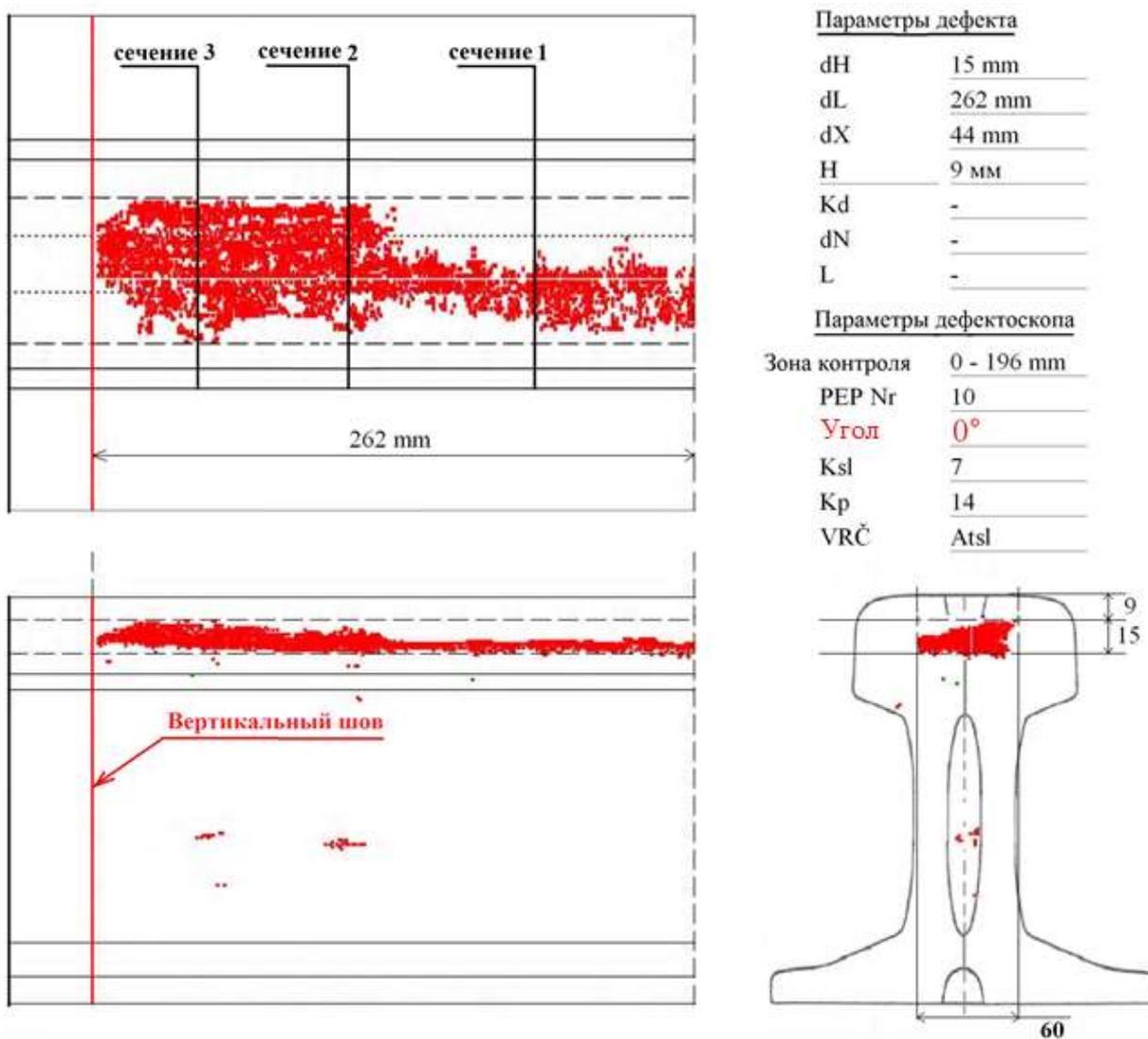
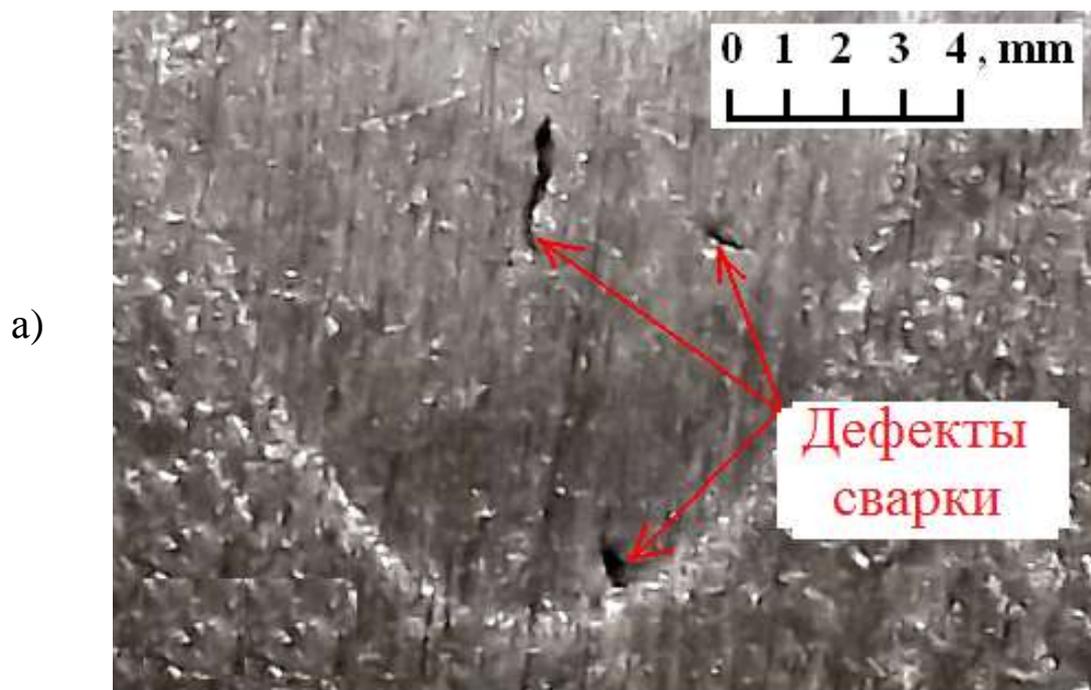


Рис. 10. 3D дефектограмма хвостовика крестовины стрелки, содержащего продольную трещину. Пропущенный тоннаж 200 млн. тонн.



Дефекты сварки в сечении 1 хвостовика крестовины стрелки.

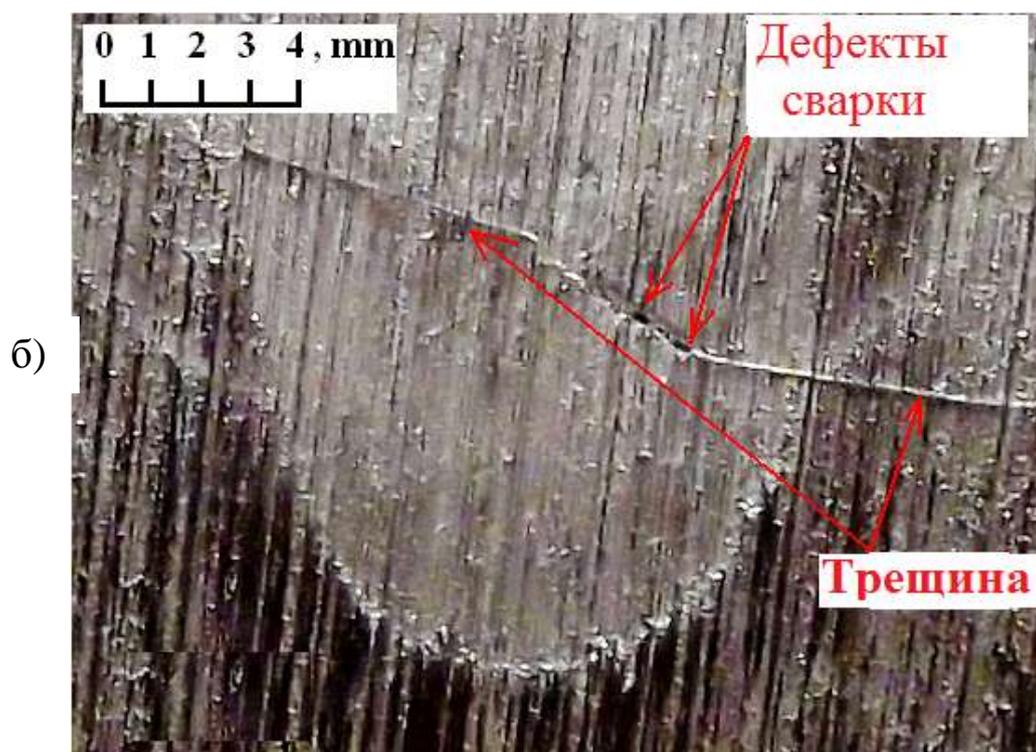


Рис. 11. Дефекты сварки в сечении 2 хвостовика крестовины стрелки.

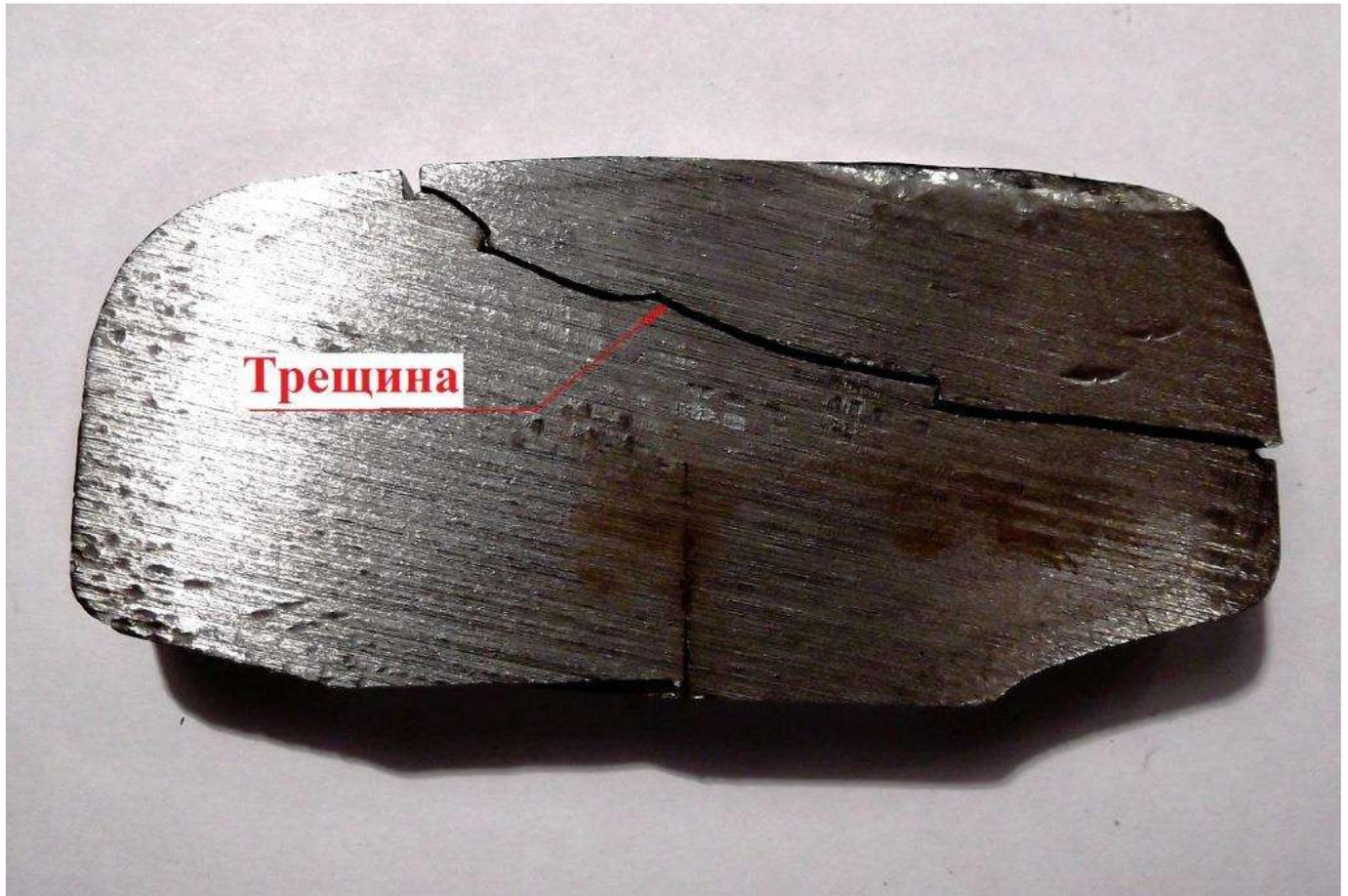


Рис. 12. Продольная трещина в сечении 3 хвостовика крестовины стрелки.



Рис. 13. Вскрытая продольная трещина хвостовика крестовины стрелки.