



# Ультразвуковая дефектоскопия рельсов

## Сложно переоценить значимость неразрушающего контроля (НК), как важнейшего средства обеспечения технической безопасности железнодорожных перевозок.



**ПЕТРОНЮК Юлия**  
научный консультант  
ООО «РДМ-контакт» к.ф.-м.н.

**Е**жегодно контролируется более 4,5 миллиона километров рельсового пути, 2,5 миллиона сварных стыков рельсов, 4,5 миллиона деталей и узлов подвижного состава; предотвращается более 70 000 потенциально возможных изломов ответственных узлов технических объектов пути и подвижного состава. В эксплуатации находится около 10 000 средств неразрушающего контроля, большая часть из которых — ультразвуковые. Хотя вероятность обнаружения дефектов средствами НК составляет 99,2—99,7%, эти возможности все еще не полностью удовлетворяют потребностям железнодорожной транспортной отрасли [1]. Кроме того, существуют проблемы обслуживания, ремонта дефектоскопов, своевременное прохождение проверок и калибровки датчиков [2], обучение персонала [3].

Дефекты в рельсах образуются уже на стадии их изготовления на металлургических комбинатах (МК); далее они возникают при сварке рельсов на рельсосварочных предприятиях (РСП); наконец, к дефектам металлургического производства и сварки добавляются дефекты вследствие нарушения технологий укладки и текущего содержания рельсового пути. В связи с этим система неразрушающего контроля охватывает три взаимосвязанные подсистемы НК рельсов на стадиях: изготовления на МК, восстановления и сварки на РСП, эксплуатации в пути.

За последние восемь лет парк средств рельсовой дефектоскопии значительно обновился. Активно осваиваются новые дефектоскопы типа РДМ, АВИКОН, АДС2-02, автомотрисы типа АМД, совмещенный вагон-дефектоскоп на базе ультразвукового и магнитного методов для контроля рельсов в пути [4]. На железные дороги поставляются новые ультразвуковые (типа УДС2-32) и феррозондовые (типа ДФ-201) дефектоскопы, а также другие технические средства (УСК-4, УР-3Р) для контроля деталей и узлов вагонов [5]. Идет разработка и внедрение стендов для автоматизированного входного ультразвукового контроля старогодных рельсов и сварных стыков на РСП [6].

В комплект ультразвукового дефектоскопа входит: электронный блок для возбуждения, приема, хранения и обработки ультразвуковых сигналов; блок пьезоэлектрических преобразователей (далее ПЭП) для формирования ультразвукового зондирующего пучка с необходимыми для контроля характеристиками; устройство интерфейса пользователя, в том числе специализированное программное обеспечение для отображения результатов контроля, клавиатура, дисплей; а также набор необходимых стандартных образцов для проверки работоспособности прибора.

К основным достоинствам современного ультразвукового дефектоскопа относятся — многоканальность, режим непрерывного документирования результатов, возможность работать в жестких климатических условиях, интуитивно понятный графический интерфейс, возможность передачи данных на внешний компьютер (USB, Ethernet) и подключения к электронному блоку дополнительных периферийных устройств, в том числе портативный USB накопитель, контроль акустического контакта. Большинство рельсовых дефектоскопов рассчитано на работу в диапазоне температур от  $-40^{\circ}$  до  $+50^{\circ}$ . Как правило, дефектоскопы оснащаются дополнительным специализированным оборудованием; это может быть подвижная механизированная платформа (вагон, автомотриса) или сканирующее устройство [7], датчик путейской координаты, навигационная система контроля местоположения [8] и тому подобное.

Для того чтобы применение ультразвуковых рельсовых дефектоскопов сделать более эффективным, разработчики нового оборудования уделяют большое внимание совершенствованию схем прозвучивания, которые включают эхо-метод, дельта-метод, зеркальный, теневой, зеркально-теневой методы. Описание разнообразных схем, используемых в неразрушающем контроле рельсов, можно найти в специальной литературе [9]. Работы в этом направлении позволили выявлять новые типоразмеры дефектов в рельсах — трещины в болтовых отверстиях, не выходящие за проекцию отверстия на поверхность катания; продольные тре-

### ДЕДОВСКИЙ СПОСОБ

В 1935 году на совещании Томской дороги путейой обходчик Д. М. Колосницын рассказал о своем простейшем методе отыскания рельсов со скрытыми трещинами. Его метод заключался в отстукивании подозрительного рельса молотком с применением мелкого песка или щупа.

Отстукивание рельса производилось молотком весом в 300 грамм, насаженным на ручку длиной 600 мм. Путиевой обходчик с молотком останавливался у стыка и, выткнув руку, опускал молоток с высоты 0,4–0,7 метра. Молоток силой свободного падения ударялся о верх рельса в середине головки в пределах накладок, от конца рельса на 6–8 см. Обходчик должен был чутко прислушиваться к издаваемому рельсом звуку при ударе, уметь различать даже мельчайшие его изменения, обращать внимание на поведение молотка. А. Миронов в своей брошюре «Как обнаружить дефект в рельсе» об этом способе пишет следующее: «...если молоток после удара отскакивает упруго, то можно сказать, что рельс здоров; на дефектном рельсе молоток как бы прилипает к рельсу. При резком ударе по дефектному рельсу создается впечатление, будто черенок молотка раскололся или откололся...»



щины посередине шейки; поперечные трещины в подошве в проекции шейки; поперечные трещины большого развития с гладкой поверхностью в головке рельсов; продольные, горизонтальные и вертикальные трещины в головке рельсов вне проекции шейки; поперечные трещины в головке рельсов под горизонтальным расслоением и в нерабочей грани за один проход. Для РСП актуальной проблемой является также выявление неметаллических включений, газовых пузырей, флокенов и других дефектов [10], которые являются источниками усталостных трещин, развивающихся затем в процессе эксплуатации.



Совмещенный вагон-дефектоскоп "ВД-1МТ" для скоростного неразрушающего контроля рельсов типа Р-50, Р-65, Р-75



Тележка вагона-дефектоскопа с ультразвуковой системой для контроля рельсов в пути

В соответствии с требованиями к ультразвуковому контролю совершенствуется технология изготовления ПЭП. В каталоге компаний производителей можно найти ультразвуковые преобразователи на любой вкус — прямые и наклонные, контактные и иммерсионные, малогабаритные и миниатюрные, раздельные и совмещенные, плоские и неплоские [11]. Для промышленного контроля применяются ультразвуковые резонаторы в диапазоне частот 0,4—10 МГц. В системах для контроля рельсов и колесных пар используются ПЭП с рабочей частотой 2,5 и 5 МГц, что обеспечивает необходимую глубину контроля (до 5 000 мм) и разрешение. При этом обеспечивается погрешность измерения глубины залегания дефектов в стали от 0,5 мм. Латеральный размер

минимально выявляемого дефекта зависит не столько от частоты излучения, сколько от диаметра ультразвукового пучка, диаграммы направленности. При контроле рельсов, уложенных в путь, на скорости 4 км/ч уверенно выявляются трещины протяженностью 10 мм. Низкочастотные ПЭП (0,4 МГц) применяются для возбуждения волноводных мод в рельсе: таким методом определяют наличие каких-либо дефектов в рельсе и их местоположение, однако при этом оказывается невозможным судить об их размерах.

Качество контроля не только зависит от качества ПЭП, то есть таких характеристик, как частота, угол ввода, длительность импульса, уровень шумов в зоне контроля, коэффициент двойного преобразования. Для контактных и контактно-иммерсионных ультразвуковых преобразователей, которые используются для УЗК рельсов, также важным является обеспечение хорошего акустического контакта, особенно для контроля механизированного и автоматизированного. Эта проблема решается за счет применения новых материалов и конструкций в производстве ПЭП [12], своевременной калибровки ПЭП, уже имеющихся в эксплуатации.

В свою очередь, существует проблема должного обеспечения участка УЗ контроля квалифицированными специалистами и стандартными образцами. В нашей стране вопросами подготовки и повышения квалифика-

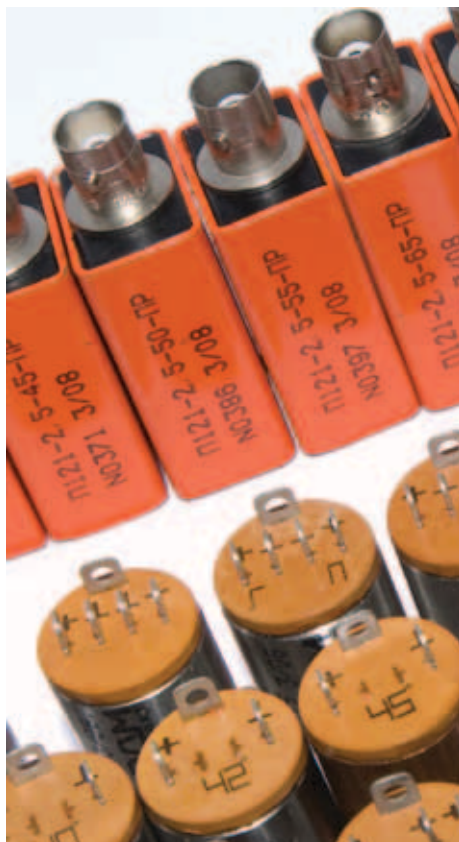
## СЛОВАРЬ

**Флокены** (нем. *Flocken*, буквально — хлопья), внутренние трещины в стальных поковках и прокатной продукции (иногда — в слитках или отливках), резко снижающие механические свойства стали. На протравленных шлицах флокены выявляются в виде тонких волосовин, а в изломе закаленных образцов флокены представляют собой овальные кристаллические пятна серебристо-белого цвета, отличающиеся от основной серой массы излома.

Основная причина образования флокенов — присутствие в стали повышенного количества водорода, а наиболее вероятный механизм этого процесса — адсорбция водорода на поверхностях микронесплошностей с понижением поверхностной энергии, что облегчает разрушение.

Способы борьбы с флокенами: термическая обработка изделий по специальным противоблокенным режимам, а также вакуумирование жидкой стали, при котором содержание водорода снижается до безопасного уровня.

*Большая советская энциклопедия*



Сменные и ручные ультразвуковые пьезоэлектрические преобразователи серии «РДМК-ПЭП»

ции занимаются Российская академия путей сообщения, Университеты путей сообщения в Москве (МИИТ), Санкт-Петербурге (ПГУПС), Екатеринбурге (УрГУПС), а также в региональных центрах дополнительного профессионального образования.

Что касается стандартных образцов, то для рельсовой дефектоскопии помимо стандартных образцов СО-ЗР для настройки ультразвуковых дефектоскопов выпускаются специализированные стандартные образцы предприятия (СОП). Так, например, для НК лабораторий путевого хозяйства производятся испытательные тупики — участки пути с искусственными дефектами, которые служат не только для проверки и настройки дефектоскопов, но и для обучения специалистов, операторов дефектоскопной техники.

#### Литература:

1. Герасимов Ю. М. Неразрушающий контроль и безопасность перевозочного процесса на железной дороге России. Журнал «В мире НК», №5, сентябрь 1999, с. 14.
2. МК 07.56-2006 Методика калибровки. Преобразователи пьезоэлектрические для ультразвукового контроля объектов железнодорожного транспорта.

3. Бурносов Н. М. Квалификация персонала и надежность неразрушающего контроля. Журнал «В мире НК», №5, сентябрь 1999, с. 16.

4. Гурвич А. К. Железнодорожные рельсы в пути. Журнал «В мире НК», №4 (18) 2002 г.

5. Цомук С. Р., Этинген И. З. Опыт ультразвукового контроля рельсов в пути с регистрацией результатов устройством УР-ЗР. Журнал «В мире НК» №4, 2003.

6. Кузьмина Л. И. Неразрушающий контроль при восстановлении и сварке рельсов. Журнал «В мире НК», №5, сентябрь 1999, с. 32.

6. Архангельский С. В. Автоматизированный диагностический комплекс контроля состояния технических объектов железнодорожной инфраструктуры «ЭРА», Журнал «Железнодорожный транспорт», №1, 2008.

7. Бершадская Т. Н. Диагностика XXI века, Газета «Гудок», 24.02.2009.

8. Вериги А. М., Тамаркин В. М., Чарников А. А. Мобильные спутниковые системы связи — на службу ОАО «РЖД». Евразия весты VII 2008, <http://www.eav.ru>.

9. Марков А. А., Шпагин Д. А. Ультразвуковая дефектоскопия рельсов. 2 изд. — СПб.: Образование и культура, 2008 г. 283 с.

10. Классификатор дефектов рельсов НТД/ЦП-1-93. Москва: «Транспорт», 1993.

11. Каталог Международной выставки и конференции «Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности», Москва, 16—19 мая 2006 г.

12. Глюзберг Б. Эффективность применения роликовых систем для улучшения работы стрелочных переводов // Вестник ВНИИЖТ. — №5 (2008), с. 39-41.



РОССИЯ, 107996, г. Москва  
Орликов пер. 5 оф. 840  
тел/факс +7-495-514-10-95  
ж.д. тел/факс 2-36-61  
[www.rdm-kontakt.ru](http://www.rdm-kontakt.ru)  
e-mail [rdm@rdm-kontakt.ru](mailto:rdm@rdm-kontakt.ru)  
[rdm-kontakt@other.org.mps](mailto:rdm-kontakt@other.org.mps)



## Высокопроизводительный путевой гайковерт-автомат СДГ-05

Производительность - 600 м/час  
Момент затяжки - 12 ÷ 25 кгс/м  
Момент при отвинчивании - до излома болта  
Режим работы - непрерывный автоматический  
Габаритные размеры – 3650х3250х2650 мм (ДхШхВ)  
Вес - 22 т  
Разработчик – М.Д. Матвеев  
Поставщик, изготовитель – ООО «РДМ-контакт»

**СДГ-05** — путевой дизельный гайковерт-автомат с уникальной системой трёхшпиндельных гайковертов, предназначен для полного отвинчивания, а также завинчивания с необходимым моментом затяжки гаек клеммных и закладных болтов при замене рельсовых плетей бесстыкового пути со скреплениями типа КБ либо ЖБР в условиях перегона. Устанавливается на типовой четырехосной платформе в металлическом боксе с уравновешенной аппаратурой.