

**ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ,
ИЗЫСКАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

УДК 625.143.3:620(19)

Гурвич Анатолий Константинович – д.т.н., профессор (Санкт-Петербург, Петербургский государственный университет путей сообщения)
Ахметова Асем Абдижалиевна – аспирант (Санкт-Петербург, Петербургский государственный университет путей сообщения)

**ШИРОКОЗАХВАТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ
НАДЕЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ СПЛОШНОМ
УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ РЕЛЬСОВ**

Рельсы являются основным элементом железнодорожного пути и подвергаются значительным силовым воздействиям при прохождении поездов. По мере эксплуатации в них развиваются различные дефекты, угрожающие безопасности движения поездов.

На железных дорогах Казахстана и других государств СНГ при контроле рельсов используют эхо- (ЭМ) и зеркально-теневой (ЗТМ) методы, реализуемые посредством одного прямого пьезоэлектрического преобразователя (ПЭП) с пьезопластиной диаметром $2a \approx 12$ мм на частоту $f = 2,5$ МГц, располагаемого на поверхности катания рельса над шейкой шириной $C \approx 18$ мм (рис. 1, а) [1].

Эхо-метод ультразвуковой дефектоскопии основан на излучении в контролируемое изделие коротких зондирующих импульсов и регистрации эхо-сигнала U_0 , отраженного от дефекта. Временной интервал между зондирующим и эхо-импульсами пропорционален глубине залегания дефекта, а амплитуда, в определенных пределах, - отражающей способности (размеру) дефекта.

При ЗТМ признак обнаружения дефекта – ослабление амплитуды U_0 сигнала в заданное число раз от противоположной поверхности. Ее обычно называют донной поверхностью, а эхо-сигнал, отраженный от этой поверхности, – донным сигналом. Зеркально-теневой метод позволяет обнаружить ряд дефектов, которые не обнаруживаются другими методами. Это дефекты типа вертикальных расслоений в головке (код 30В по [2]), расслоения шейки (код 50 по [2]) и трещин в подошве в области проекции шейки (код 60 по [2]).

Помеха при ЗТМ – любое возмущение, приводящее к ослаблению амплитуды U_0 донного сигнала. Из шести видов помех при ЗТМ, сформулированных в [1], типичной случайной помехой в процессе сканирования рельсов при любом их состоянии являются поперечные смещения ПЭП на величину ΔX относительно продольной оси рельса: смещение всего на $\Delta X = \pm 5$ мм приводит к ослаблению U_0 на ≈ 7 дБ. Естественно, при смещениях ПЭП флуктуирует и падает амплитуда U_0 эхо-сигнала от внутренних дефектов, выявляемых ЭМ. Таким образом, при типовых совмещенных (или раздельно совмещенных) ПЭП, используемых во всех съемных и мобильных средствах дефектоскопии рельсов, помехи рассматриваемого вида при контроле ЗТМ могут приводить (и приводят) к *перебраковке*, а при контроле ЭМ – к *недобраковке* рельсов.

Не исключено, что поперечные смещения ПЭП, а не нарушения акустического контакта ПЭП с рельсом, являются основной причиной ослабления донных сигналов и прерывистости линий донных сигналов на развертке типа В в мобильных средствах контроля рельсов [3].

Для повышения помехоустойчивости ЗТМ и ЭМ контроля рельсов к рассматриваемому виду помех предлагается ввести вместо применяемого ПЭП (или в

дополнение к нему) широкозахватный раздельно-совмещенный ПЭП с прямоугольными пьезопластинами шириной $a = (8-12)$ мм и длиной $l = N \cdot C$, где C – ширина шейки, $N \geq 1$. Значение N выбирается с учетом размаха поперечных смещений ПЭП при сканировании рельсов, присущего искательной системе, и уровня «донных» сигналов от подголовочных граней рельса. Заметим, что эти «донные» сигналы могут быть использованы для выявления горизонтальных трещин в головке рельсов, не заходящих в зону проекции шейки (дефекты кода 30Г.1-2 по [2]).

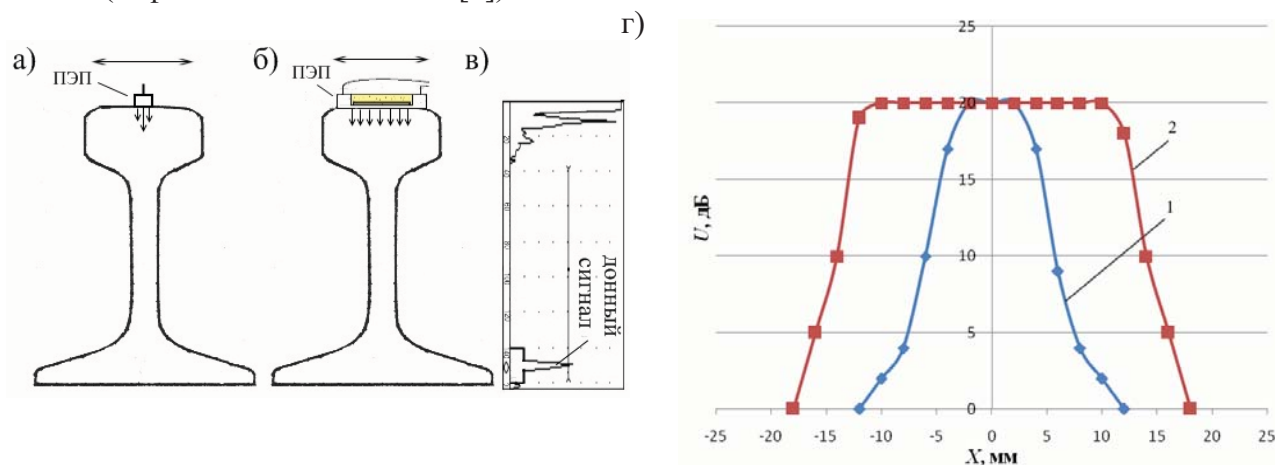


Рисунок 1 – Схемы прозвучивания рельса при контроле ЗТМ прямым ПЭП:
а – типовым; б – широкозахватным; в – A развертка на экране дефектоскопа; г – огибающие донных сигналов при контроле: 1 – типовым ПЭП, $2a = 12$ мм; 2 – широкозахватным ПЭП, $a = 10$ мм, $l = 40$ мм

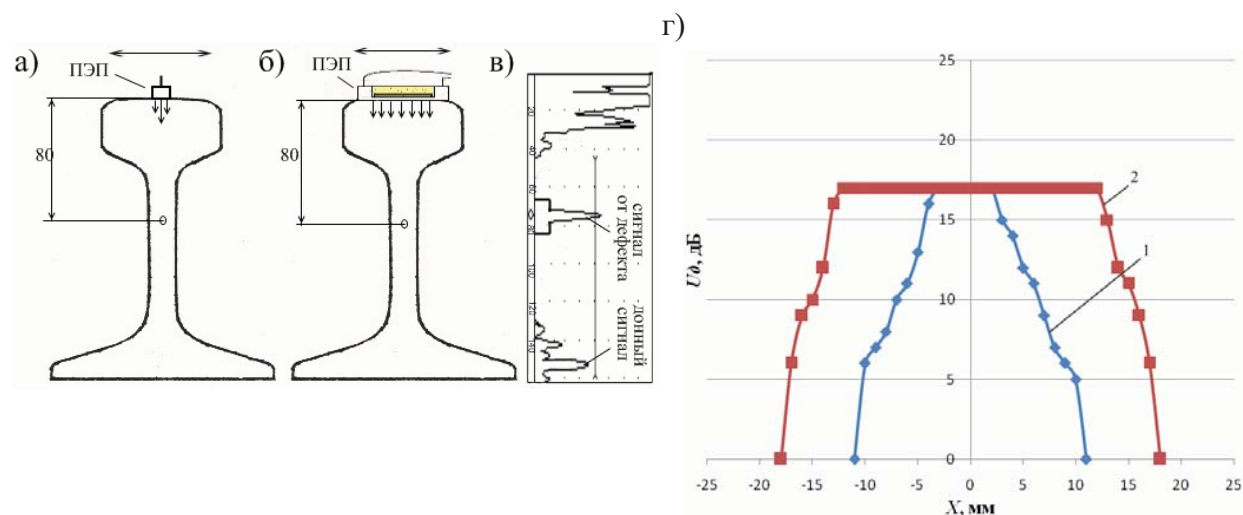


Рисунок 2 – Схемы прозвучивания рельса с моделью дефекта при контроле эхо-методом прямым ПЭП: а – типовым; б – широкозахватным; в – A развертка на экране дефектоскопа; г – огибающие эхо-сигналов при контроле: 1 – типовым ПЭП, $2a = 12$ мм; 2 – широкозахватным ПЭП, $a = 10$ мм, $l = 40$ мм

Исследования помехоустойчивости ЗТМ и ЭМ проводились на образцах рельсов типа Р50 бездефектных и с моделью дефекта в виде бесконечного цилиндрического отражателя (отверстия) диаметром 4 мм с помощью специально изготовленного типового и широкозахватного преобразователей. Амплитуда сигналов измерялась с точностью 1 дБ. Каждый из 4-х этапов исследований проводился 5 раз. Усредненные результаты измерений отображены на рис. 1 (г) и 2 (г) и в таблице 1.

Таблица 1 – Значения ΔX_o и ΔX_d смещений ПЭП, вызывающих ослабление на 6 дБ амплитуд донного сигнала U_o при и эхо-сигнала от модели дефекта U_d

ΔX_o , мм, для ПЭП		ΔX_d , мм, для ПЭП	
типового $2a = 12$ мм	широкозахватного $a = 10$ мм, $l = 40$ мм	типового $2a = 12$ мм	широкозахватного $a = 10$ мм, $l = 40$ мм
≈ 4	≈ 14	≈ 3	≈ 10

Вывод. Результаты экспериментальных исследований подтверждают целесообразность апробации изложенного предложения при контроле рельсов, уложенных в пути (см. рис. 1, 2 и табл.1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Неразрушающий контроль рельсов при их эксплуатации и ремонте / Под ред. А.К. Гурвича. – М.: Транспорт, 1983. – 318 с.
2. Классификация дефектов рельсов НТД/ЦП 1 – 93. – М.: Транспорт, 1993. – 64 с.
3. Марков А.А., Шпагин Д.А. Ультразвуковая дефектоскопия рельсов. 2-ое изд. перераб. и доп. – СПб.: Образование – Культура, 2008. – 283 с.

УДК 629.4.015

Достиярова Алия Мухамедияровна – к.т.н., доцент (Алматы, КазАТК)

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

При эксплуатации и строительстве новых железных дорог немаловажной является возможность определять, как меняется напряженно-деформированное состояние земляного полотна с течением времени. Учитывать сезонные изменения работы железнодорожных насыпей в расчете необходимо, поскольку это позволяет выделять неблагоприятные условия эксплуатации. Для расчета земляного полотна на напряженно-деформированное состояние необходима математическая модель, позволяющая учитывать сезонные изменения работы земляного полотна.

Для определения грунтового строения исследуемого объекта применялись метод инженерно-геологического бурения и метод сейсмопрофилирования в пунктах измерения колебаний пробурены скважины, из которых взяты пробы грунта. В результате лабораторного исследования установлено наименование грунтов и определены их физико-механические характеристики /1/: удельное сцепление C , угол внутреннего трения φ , модуль общей деформации E , коэффициент Пуассона ν и плотность ρ , которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики грунтов насыпи

Наименование грунта	C , кПа	φ , градус	E , кПа	ν	ρ , кН/м ³
Щебень	13	45	400000	0,23	20
Песко - гравий	2	35	120000	0,28	20
Суглинок насыпи	22,5	19	50000	0,35	20
Суглинок (основание)	30	40	50000	0,35	20