

УДК 625.141

Кулманова Назира Кадыровна - д.т.н, профессор (Алматы, КазАТК)  
Сейтказинов Оразалы Дауткалиевич – преподаватель (Алматы, КазАТК)

### СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ СВАРНЫХ РЕЛЬСОВЫХ СТЫКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

В настоящее время на дорогах РК используются методы неразрушающего контроля и оценки сварных рельсовых стыков. Вместе с тем, имеется еще ряд современных методов исследования сварных швов, широко применяемых в зарубежной практике. Поэтому приведенные сведения и информация о современных методах неразрушающего контроля и оценки сварных рельсовых стыков железнодорожного пути является актуальной и своевременной.

Дефекты или неоднородности редко встречаются в свариваемых рельсах, как таковых, они гораздо чаще встречаются именно в сварных швах, поэтому контролю швов необходимо уделять преимущественное внимание. Ниже приводятся сведения по современным методам неразрушающего контроля и оценки сварных рельсовых стыков железнодорожного пути.

Дефектоскопия сварных рельсовых стыков в настоящее время проводится различными методами. Например, неразрушающий контроль каждого сварного рельсового стыка, предписанный строительными нормами для бесстыкового пути железных дорог, выполняется непосредственно после сварки с применением методов, приведенных в таблице 1 [1,2].

Таблица 1- Применение разных методов неразрушающего контроля сварных рельсовых стыков в разных странах

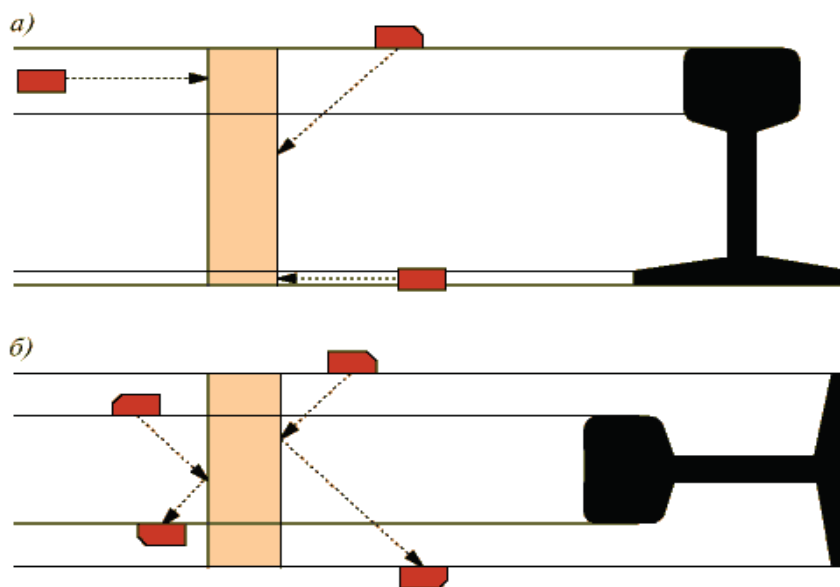
Метод неразрушающего контроля	Способ сварки стыка	
	FW, GP	EW, TW
Внешнее освидетельствование	+	+
Магнитная дефектоскопия	+	–
Пенетративный контроль	–	+
Ультразвуковая дефектоскопия	+	+

В случае использования метода ультразвуковой дефектоскопии неоднородности в сварке, дефекты классифицируют и оценивают в соответствии с международным промышленным стандартом JIS Z3060 [2]. Приемлемый уровень концентрации дефектов в сварном стыке разный в различных его частях: требования к нему в головке и подошве рельса жестче, чем в шейке.

Магнитной дефектоскопии подвергаются все поверхности сварного шва после шлифовки, а пенетративный контроль проводят на всех поверхностях после шлифовки, за исключением сварных швов, выполненных термитным методом. Сварные рельсовые стыки бракуются, в случае выявления трещин или дефектов, обнаруженных методами магнитной дефектоскопии или пенетративного контроля. Корректирующая наварка поверхностных дефектов сварных рельсовых швов не допускается [3].

Ультразвуковая дефектоскопия рельсовых стыков, выполненных сваркой оплавлением.

Ультразвуковая дефектоскопия выполняется методом наклонного луча с использованием щупов-преобразователей номинальным размером 10 x10 мм, работающих на частоте 2 МГц и устанавливаемых под углом 45 град к поверхности рельса, как показано на рисунке 1. Дефекты сварки подразделяются на четыре класса (от первого до четвертого), в зависимости от амплитуды отраженного сигнала.



*a* — метод однощупового зондирования; *б* — метод двухщупового зондирования

Рисунок 1. Схема ультразвуковой дефектоскопии сварных рельсовых стыков

На рисунке 2 показан эталонный образец, изготовленный из рельса массой 65 кг/м и используемый для настройки чувствительности. На этом образце выполнены девять стандартизированных отверстий с плоским дном диаметром и глубиной по 4 мм.

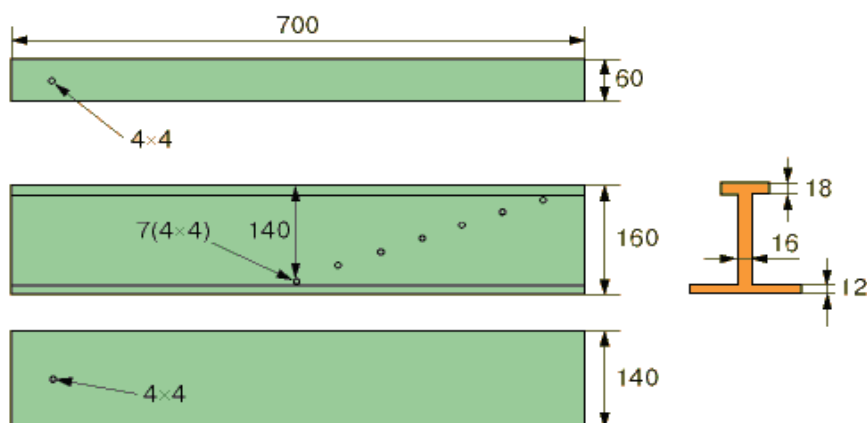


Рисунок 2. Эталонный образец для настройки чувствительности

Семь горизонтальных отверстий в шейке рельса используются для настройки чувствительности и построения характеристической кривой расстояние/амплитуда для метода однощупового зондирования (рис. 1, *a*). Стандартная чувствительность этого метода, обозначаемая как *H*, настраивается по амплитуде отраженного сигнала от стандартизированного отверстия, находящегося на глубине 140 мм от поверхности головки рельса, равной 60 % максимальной, как показано на рисунке 3. Кроме того,

строится классификационная кривая (Н-кривая) путем прочерчивания линии между вершинами амплитуд отраженных сигналов от отверстий, находящихся на разных глубинах, при стандартной чувствительности Н. Другие классификационные кривые также получают по модифицированным стандартным чувствительностям Н. Иными словами, кривые А, В и С на рисунке 3 получают при чувствительности соответственно 1/2, 1/4 и 1/8 стандартной.

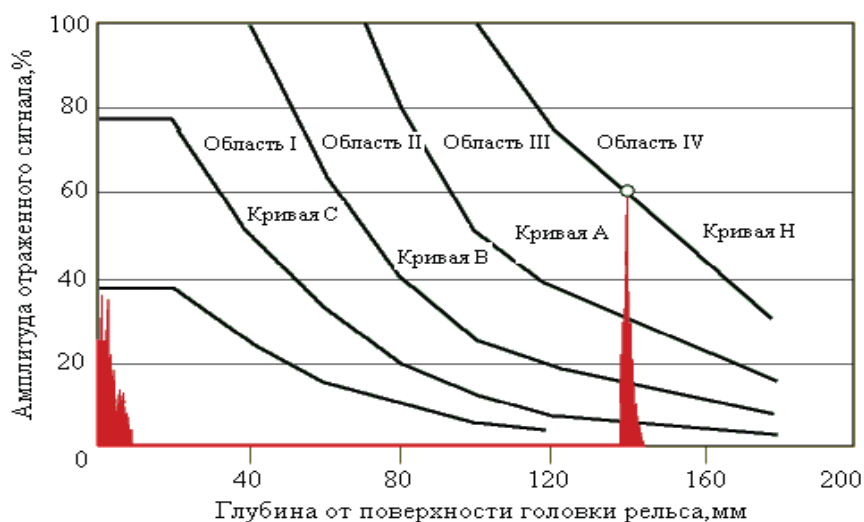


Рисунок 3 - Классификационные кривые для метода однощупового зондирования

Два стандартных вертикальных отверстия в головке и подошве рельса используются для регулирования чувствительности при методе двухщупового зондирования, как показано на рис. 1, б. Стандартная чувствительность этого метода настраивается по амплитуде отраженного сигнала от стандартизированных отверстий в головке и подошве эталонного участка, равной 80 % максимальной. Чувствительность в головке рельса называется стандартной чувствительностью Н2, в подошве — стандартной чувствительностью В2.

Таблица 2- Классификация отраженных сигналов по амплитуде

Метод однощупового зондирования		Метод двухщупового зондирования	
Область максимальной амплитуды отраженного сигнала	Класс	Максимальная амплитуда отраженного сигнала	Класс
I	1	11...20	1
II	2	21...40	2
III	3	41...80	3
IV	4	81...100	4

Классификация амплитуд отраженного сигнала дана в таблице 2. Для метода однощупового зондирования каждая область в этой таблице соответствует области на рисунке 3. Дефект, оцениваемый этим методом, классифицируется как по максимуму амплитуды отраженного сигнала, так и по области, в которой этот максимум выявлен, тогда как дефект, оцениваемый по методу двухщупового зондирования, классифицируется только по максимуму амплитуды отраженного сигнала. Рекомендуемый Научно-исследовательским институтом железнодорожной техники Японии (RTRI) уровень отбраковки дефектов показан в таблице 3 [4]. В случае дуговой сварки требования к отбраковке в зоне головки рельса на глубине 15 мм от поверхности катания жестче, чем в

других зонах, потому что принята во внимание тенденция возникновения дефектов в головке рельса.

Таблица 3- Рекомендованные уровни отбраковки дефектов рельсовых стыков

Область предполагаемого наличия дефектов	Метод ультразвуковой дефектоскопии	Уровень отбраковки
I	Двухщуповой	Классы 2, 3 и 4
II		
III	Однощуповой	Классы 3 и 4
IV	Двухщуповой	

Особенности метода двухщупового зондирования. Рельсовые стыки, выполненные сваркой оплавлением, в основном контролировались по технологии прямого сканирования с использованием метода однощупового зондирования, в соответствии с «Процедурой неразрушающего контроля рельсов бесстыкового пути», утвержденной в 1977 г. Хотя в этой процедуре предписан метод двухщупового зондирования, до недавнего времени применительно к сварке оплавлением он не использовался.

Как упомянуто выше, опасные неоднородности в сварных рельсовых стыках, выполненных термитной и дуговой сваркой, представляют собой параллельные разделке поверхностей под сварку плоскостные дефекты, такие, как неполное проплавление и усадочные трещины. Поскольку обнаружить эти неоднородности с помощью метода однощупового зондирования затруднительно, важным становится использование метода двухщупового зондирования. Как показано на рисунке 4, этим методом можно обнаруживать плоскостные дефекты, параллельные разделке.

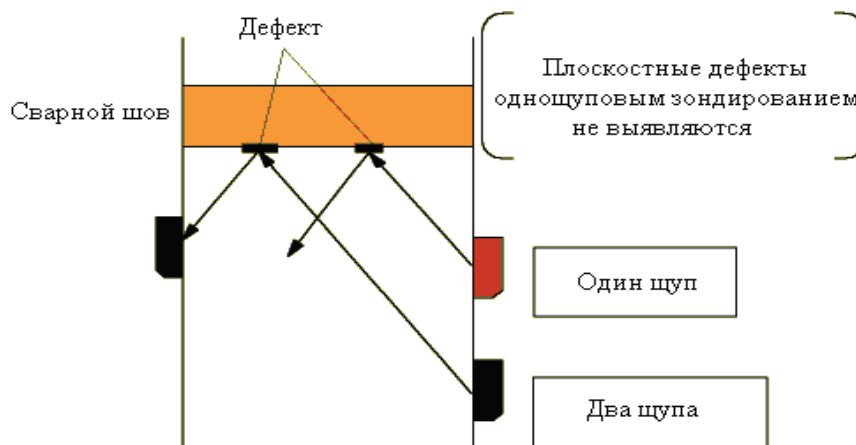


Рисунок 4 - Схема метода двухщупового зондирования

К тому же максимальная амплитуда отраженного сигнала, получаемого методом двухщупового зондирования, хорошо соответствует величине дефектов в сварном шве, как видно из рисунка 5. Кроме того, получается зависимость между результатами дефектоскопии методом двухщупового зондирования зоны подошвы рельса и изгибной характеристикой сварного шва. В каждой входящей в группу JR железнодорожной компании достигнуто понимание того, что метод двухщупового зондирования зоны подошвы рельса эффективен для предупреждения развития дефектов сварки [5]. Поэтому метод двухщупового зондирования в настоящее время нашел широкое применение при контроле сварки рельсов оплавлением.

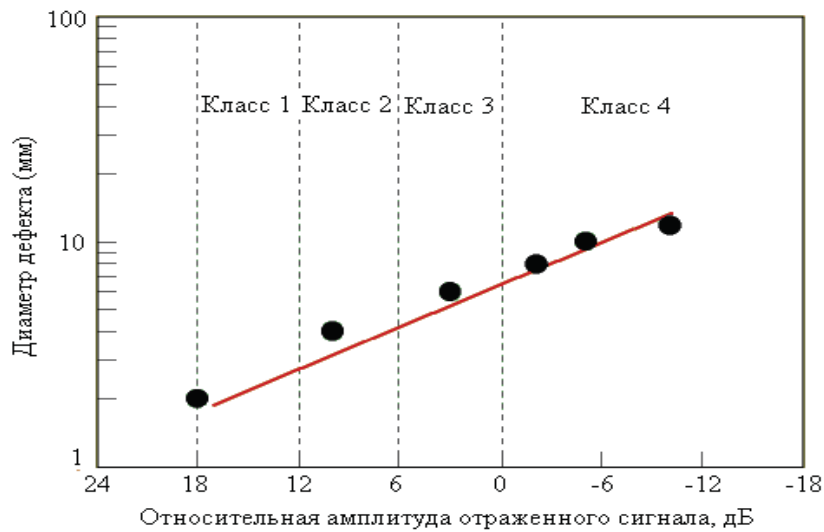


Рисунок 5. Зависимость между амплитудой отраженного сигнала, полученного методом двухщупового зондирования, и размером дефекта

Так, в зарубежной практике в высокоразвитых странах [1-5] с 2000 г., после повсеместного внедрения метода двухщупового зондирования как средства контроля непосредственно после сварки, число разрушений рельсовых сварных стыков, полученных сваркой оплавлением, непрерывно сокращается. Особенно эффективным этот метод оказался при термитной сварке рельсов. Выявляемые в последнее время разрушения сварных швов, полученных термитной сваркой, почти всегда на ранней стадии обусловлены усадочными трещинами, а разрушения из-за дефектов, вызванных неполным проплавлением, отсутствуют [4,5].

#### Выводы

1. Метод двухщупового зондирования в настоящее время нашел широкое применение при контроле сварки рельсов оплавлением в зарубежных странах.
2. В каждой входящей в группу JR железнодорожной компании достигнуто понимание того, что метод двухщупового зондирования зоны подошвы рельса, наиболее эффективен для предупреждения развития дефектов сварки.
3. Большинство дефектов рельсовых сварных стыков, выполненных сваркой оплавлением, поперечные, вызванные неоднородностями в сварном шве в зоне подошвы рельса.
4. Метод двухщупового зондирования эффективен для выявления опасных неоднородностей в рельсовых сварных стыках, выполненных сваркой оплавлением, таких, как неполное проплавление и усадочные трещины.
5. После внедрения метода двухщупового зондирования как средства контроля непосредственно после сварки число разрушений сварных швов, выполненных сваркой оплавлением, постоянно уменьшается.
6. Статическую прочность на изгиб и усталостную прочность рельсовых сварных стыков, выполненных сваркой оплавлением, можно также оценить методом двухщупового зондирования зоны подошвы рельса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ЖДМ-online www. «Железные дороги мира» //ЖДМ, 2004, №4, с. 20-26.
2. ЖДМ-online www. «Железные дороги мира» // ЖДМ, 2005, №5, с. 28-36.
3. ЖДМ-online www. «Железные дороги мира» //ЖДМ, 2006, №2, с. 40-48.
4. ЖДМ-online www. «Железные дороги мира» //ЖДМ, 2007, №3, с. 50-56.
5. ЖДМ-online www. «Железные дороги мира» //ЖДМ, 2008, №4, с. 22-23.