



Технологии НК

Influence of Products' Surface Roughness on Results of Ultrasonic Inspection with the Use of Piezoelectric Transducers

G. Ya. Dymkin, V. P. Lokhov

Results of experimental researches on influence of surface roughness on sensitivity when using ultrasonic testing method with the use of direct piezoelectric transducer are given. It is shown that it is more reasonable to use piezoelectric transducers with polyurethane treads or thin polyurethane intermediate films.

Еще раз о влиянии шероховатости поверхности изделия на результаты УЗК прямыми ПЭП

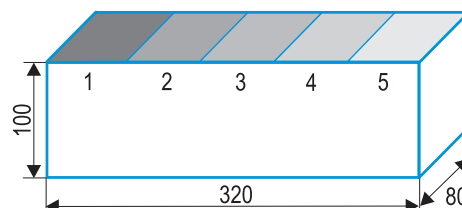
Ультразвуковой контроль

25

Широкий круг задач ультразвуковой дефектоскопии [1 – 3] (контроль поковок, сортового и листового проката, валов и осей и др.) предполагает использование прямых ПЭП и настройку чувствительности по донному сигналу в стандартном образце. При этом шероховатости поверхностей стандартного образца и объекта контроля (ОК) могут существен-

но различаться. Чувствительность прямых ПЭП сильно зависит от шероховатости контактной поверхности [4]. Степень влияния шероховатости не регламентирована нормируемыми [5] и, соответственно, поверяемыми параметрами ПЭП. Данные работы [6] подтверждают важность учета влияния состояния поверхности сканирования на результаты контроля.

В настоящее время многие фирмы-производители поставляют ПЭП в комплектах дефектоскопов и по отдельным заказам. При этом часто в рекламных материалах и даже в эксплуатационной документации указывается, что данный ПЭП может быть использован с любым типом дефектоскопа по существующим для конкретного



№ площадки	Параметр шероховатости R_z , мкм	
	значение	относительная погрешность, %
1	1-1,05	31
2	3,1-7,2	18
3	24-35	8
4	41-47	5
5	68-93	3

Рис. 1. Тест-образец с участками поверхности шероховатостью R_z

Об авторах



Дымкин Григорий Яковлевич

Директор НК-Центра НИИ мостов и дефектоскопии, Санкт-Петербург, д. т. н., III уровень по акустическому виду НК.



Лохов Вячеслав Петрович

Доцент кафедры МПНК ПГУПС, к. т. н.

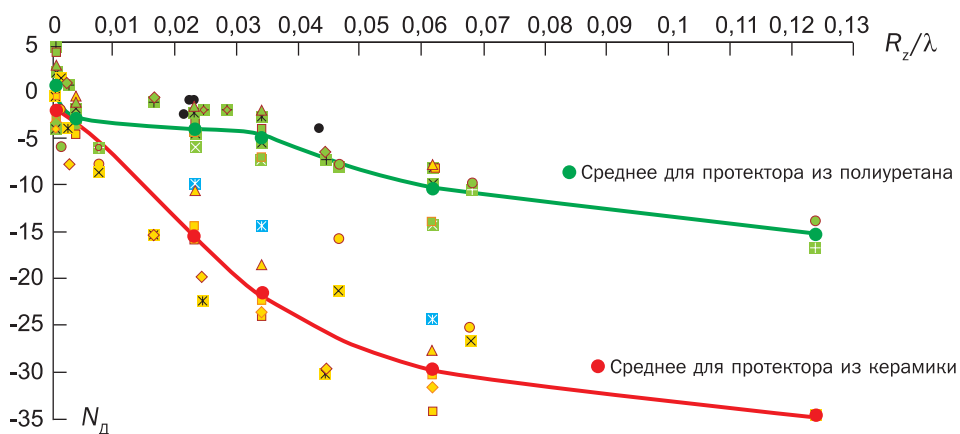


Рис. 2. Зависимость относительной амплитуды донного эхо-сигнала N_d от шероховатости контактной поверхности R_z/λ . Желтым цветом выделены значения N_d для ПЭП первой группы (с керамическим протектором), синим – для ПЭП с протектором из оргстекла, зеленым – для группы ПЭП с протектором из полиуретана; точки на зеленом фоне соответствуют измерениям, при которых под ПЭП подкладывалась полиуретановая пленка толщиной 0,3 мм. График дополнен результатами измерений (черные точки), выполненных во Фраунгоферовском институте неразрушающих методов контроля (IZfP, Саарбрюкен, Германия) для иммерсионных ПЭП производства фирмы Krautkramer.

объекта методикам. Опуская в этой статье ограничения в применении ПЭП, связанные с их электрическим согласованием с электронным блоком дефектоскопа, заметим весьма важную разницу в материале протектора (бериллий и другие твердые сплавы, различные составы керамики, органическое стекло, полимерные пленки) и оценим ее влияние на возможности применения ПЭП.

каждой площадки. В качестве контактной смазки использовали трансформаторное масло по ГОСТ 982-80 «Масла трансформаторные. Технические условия». После проверки однородности выборки рассчитывали среднее значение U_d и погрешность в доверительном интервале 0,95. Данные для каждого ПЭП нормировали по амплитуде U_0 донного эхо-сигнала в СО-2: $N_d = U_d/U_0$.

слой из полиуретановой пленки толщиной приблизительно 0,3 мм;

- в случае применения контактных прямых ПЭП с твердыми протекторами необходимо при настройке чувствительности учитывать поправочный коэффициент, равный отношению амплитуд эхо-сигналов, измеренных на эталонном образце, и аналогичном ему тест-образце, изготовленном из конт-

Таблица

№ п/п	Тип ПЭП	Производитель	П а р а м е т р ы П Э П				Обозначение на рис. 2
			a, мм	f, МГц	$\varphi_p^{0.5}, ^\circ$	Материал протектора	
1	П111-1,8-K16 № 337	Константа	8	1,83±0,05	8	керамика	
2	П111-2,5-K16 № 151	Константа	8	2,4±0,08	7	керамика	
3	П111-2,5-K20 № 232	Константа	10	2,54±0,11	6	керамика	
4	П111-5-K6 № 657	Константа	3	4,87±0,15	8	керамика	
5	П111-2,5-K12 A001 № 347	Алтек	6	2,30±0,12	8	керамика	
6	П111-2,5-K12 № 251	Амати-Акустика	6	2,38±0,06	8	керамика	
7	П111-1,8-K12-A001 № 013-04	Амати-Акустика	6	1,79±0,06	9	керамика	
8	П111-5-K12-A001 № 003-04	Амати-Акустика	6	5,1±0,02	6	керамика	
9	П111-2,5-P12 № 134	Константа	6	2,52±0,1	8	полиуретан	
10	П111-2,5-P20 № 133	Константа	10	2,5±0,12	6	полиуретан	
11	РРП111-1,8-P12	Амати-Акустика	6	1,76±0,04	9	полиуретан	
12	РРП111-2,5-P12	Амати-Акустика	6	2,45±0,1	8	полиуретан	
13	РРП111-5-P12	Амати-Акустика	6	4,93±0,1	6	полиуретан	
14	П111-2,5 №1072	Зонд	6	2,35±0,12	8	оргстекло	
15	Иммерсионный	Krautkramer		4		вода	

Экспериментальные исследования зависимости амплитуды донного эхо-сигнала от шероховатости контактной поверхности выполнены с ПЭП различного типа, которые взяты из комплектов поставки дефектоскопов или приобретены по отдельным заказам. В таблице приведены фирмы-производители, а также номинальные (по паспортным данным) и измеренные значения характеристик ПЭП, в том числе: радиус пьезопластины a, рабочая частота f и угол раскрытия диаграммы направленности $\varphi_p^{0.5}$ на уровне 6 дБ. Измерения проводились дефектоскопами типов УД2-12, УД2-102 и А1212. Значимого отличия результатов измерений разными дефектоскопами не выявлено.

Для измерений изготовлен тест-образец из малоуглеродистой низколегированной стали с площадками, имеющими различную шероховатость (рис. 1). Значения шероховатости определялись по результатам измерений профилографом.

Измерения амплитуды донного эхо-сигнала выполняли в 10 – 15 точках

Полученные результаты представлены на рис. 2 в виде зависимостей $N_d(R_z/\lambda)$. Анализ этих зависимостей привел к следующим результатам:

- подтверждена спадающая зависимость коэффициента прозрачности границы прямого ПЭП с изделием от шероховатости контактной поверхности и влияние на эту зависимость материала протектора ПЭП;
- показано, что для серийных прямых ПЭП в диапазоне изменения шероховатости от $R_z/\lambda \approx 0,005$ до $R_z/\lambda \approx 0,06 - 0,13$ амплитуда донного эхо-сигнала уменьшается: для ПЭП с керамическими протекторами на 30 – 35 дБ; для ПЭП с протекторами или пленкой из полиуретана на 10 – 15 дБ;
- с точки зрения снижения влияния шероховатости контактной поверхности на чувствительность УЗК наилучший эффект достигается при иммерсионном контроле, целесообразно также применять преобразователи с полиуретановым протектором или использовать промежуточный контактный

ролируемого объекта с присущей ему шероховатостью поверхности, по которой проводится контроль. Этот коэффициент должен определяться опытным путем для преобразователя данного типа и указываться в технологической документации (картах контроля).

Литература

1. ГОСТ 21120-75. Прутки и заготовки круглого, квадратного и прямоугольного сечений. Ультразвуковой контроль эхо-методом.
2. ГОСТ 24507-80. Контроль неразрушающий. Поковки из черных и цветных металлов. Методы ультразвуковой дефектоскопии.
3. СТО РЖД 1.11.001-2005. Методические указания по приемочному ультразвуковому неразрушающему контролю осей колесных пар подвижного состава.
4. Щербинский В. Г. Технология ультразвукового контроля сварных соединений. – М.: Тиссо, 2003.
5. ГОСТ 26266-90. Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Общие технические требования.
6. Дымкин Г. Я., Бочарова И. В., Пудовиков С. А., Шевелев А. В. Методические принципы и технологии приемочного ультразвукового контроля осей колесных пар. – Дефектоскопия. 2006. № 3. С. 13 – 27.

Статья получена 7 февраля 2007 г.