

УДК 621.179

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ВОЛН РЭЛЕЯ РАЗЛИЧНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ

A. С. ГОРДЕЕВА, С. С. СЕРГЕЕВ

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

UDC 621.179

STUDY OF THE EFFICIENCY OF EXCITATION OF RAYLEIGH WAVES BY DIFFERENT CONVERTERS

A. S. GORDEEVA, S. S. SERGEEV

Аннотация. Представлены сравнительные результаты экспериментальных исследований эффективности возбуждения рэлеевских волн с помощью стандартных ультразвуковых пьезопреобразователей.

Ключевые слова: дефектоскопия, ультразвуковой метод контроля, волны Рэлея, стандартные ультразвуковые пьезопреобразователи.

Abstract. Comparative results of experimental studies of the efficiency of excitation of Rayleigh waves using standard ultrasonic piezoelectric transducers are presented.

Keywords: flaw detection, ultrasonic testing method, Rayleigh waves, ultrasonic standard piezoelectric transducers.

Введение. При эксплуатации металлических конструкций часто возникают дефекты на поверхности или в подповерхностном слое. Для обнаружения таких дефектов на практике используют не только классический вихретоковый, капиллярный и магнитопорошковый контроль, но и ультразвуковые методы неразрушающего контроля.

В условиях производства имеет большое значение производительность контроля. Вихретоковый метод контроля и ультразвуковая дефектоскопия объемными волнами требуют сканирования всей поверхности объекта контроля, что занимает много времени. Ультразвуковые поверхностные волны обладают сравнительно малым затуханием, что позволяет им распространяться на большие расстояния. Это их свойство дает возможность проводить дискретное сканирование с большим шагом, что уменьшает временные затраты.

Контроль объектов, находящихся в эксплуатации, требует портативности и малого веса средств контроля, что ограничивает использование, например, магнитных методов контроля ввиду их громоздкости. В этом смысле контроль поверхностными ультразвуковыми волнами, обладая меньшими габаритами технических средств, представляет более широкие возможности.

Для реализации ультразвукового контроля поверхностными волнами могут использоваться поверхностные волны Рэлея в совокупности с подповерхностными поперечными и продольными волнами.

Для возбуждения волн Рэлея применяют несколько известных способов: с использованием встречно-штыревых пьезопреобразователей (ПЭП), с исполь-

зованием ПЭП с линией задержки в виде призмы, прямым ПЭП с торца объекта. В производственных условиях требуется выбрать такой способ, который обеспечил бы простое и надежное возбуждение поверхностных волн требуемой амплитуды [1].

Цель исследования. Получить сравнительные результаты экспериментальных исследований эффективности возбуждения рэлеевских волн с помощью стандартных пьезопреобразователей и сформулировать практические рекомендации по проведению контроля поверхностными волнами данными методами.

Оборудование и образцы для исследований. При проведении эксперимента применялись несколько способов возбуждения поверхностных волн:

- наклонный ПЭП с переменным углом ввода 11131-2,5-0-90-512;
- наклонный ПЭП с частотой 2,5 МГц и углом ввода 65°;
- 16-элементная фазированная решетка с частотой 4 МГц.

В исследовании использовались дефектоскопы Phasor XS и УД 4-76.

Для возбуждения поверхностных волн изготовлены клинья с углами 14° и 24° (рис. 1). Таким образом, для возбуждения поверхностной волны наклонным ПЭП с углом ввода 65° использован клин с углом 14°, а при применении датчика на фазированной решетке – клин 24°.

При проведении исследований в качестве отражателей использовались боковые торцевые поверхности образцов и различной глубины специальные поверхностные надпилы (рис. 2).

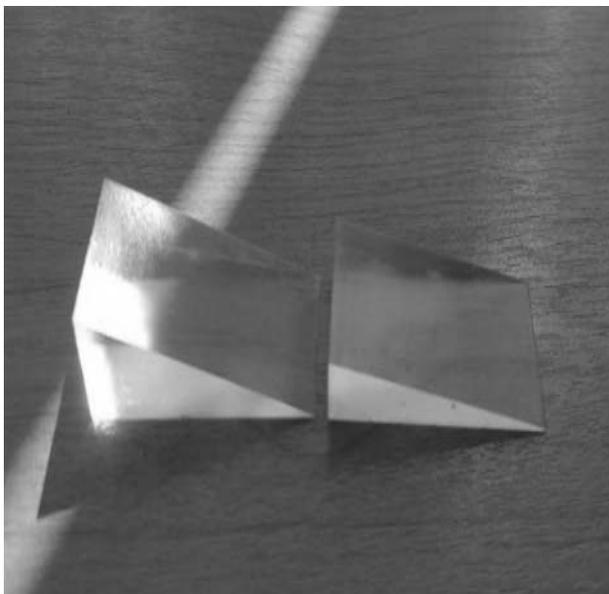


Рис. 1. Клинья из оргстекла с углами 24° и 14° соответственно



Рис. 2. Плоские образцы толщиной 8 мм с поверхностными надпилами глубиной 0,5; 1; 2 мм

Перед проведением эксперимента осуществлялась настройка приборов.

Далее для каждого из образцов с поверхностными надпилами различных размеров были получены значения амплитуд сигналов от их торцевой поверхности, а также от надпила каждым из представленных способов возбуждения поверхностных волн. Полученные данные приведены в табл. 1–3.

Табл. 1. Результаты измерений для образца 1 с надпилем глубиной 0,5 мм

Используемое средство	Усиление, дБ	Среднее значение амплитуды сигнала от торца, дБ	Среднее значение амплитуды сигнала от поверхностного надпила, дБ	Отношение средних значений амплитуд сигналов, полученных от торца и от канавки поверхностного надпила	
		$A_{cp}(m)$	$A_{cp}(n)$	ΔA	$A_{cp}(m)/A_{cp}(n)$
1. Наклонный датчик 65°/2,5 МГц с клином 14°	37	59,8	64,7	-4,9	0,92
2. Наклонный датчик 2,5 МГц с переменным углом ввода (90°)	57	43,16	37,42	5,74	1,15
3. Датчик на фазированной решетке с клином 24°	20,8	Амплитуда, %		-18,1	0,64
		32,4	50,5		

Табл. 2. Результаты измерений для образца 2 с надпилем глубиной 1 мм

Используемое средство	Усиление, дБ	Среднее значение амплитуды сигнала от торца, дБ	Среднее значение амплитуды сигнала от поверхностного надпила, дБ	Разница средних значений амплитуд сигналов, полученных от торца и от поверхностного надпила	
		$A_{cp}(m)$	$A_{cp}(n)$	ΔA	$A_{cp}(m)/A_{cp}(n)$
1. Наклонный датчик 65°/2,5 МГц с клином 14°	37	62,5	60,25	2,25	1,03
2. Наклонный датчик 2,5 МГц с переменным углом ввода (90°)	57	38,89	33,5	5,39	1,16
3. Датчик на фазированной решетке с клином 24°	20,8	Амплитуда, %		-3,5	0,9
		32,2	35,7		

Табл. 3. Результаты измерений для образца 3 с надпилем глубиной 2 мм

Используемое средство	Усиление, дБ	Среднее значение амплитуды сигнала от торца, дБ	Среднее значение амплитуды сигнала от поверхностного надпила, дБ	Разница средних значений амплитуд сигналов, полученных от торца и от поверхностного надпила	
		$A_{cp}(m)$	$A_{cp}(n)$	ΔA	$A_{cp}(m)/A_{cp}(n)$
1. Наклонный датчик 65°/2,5 МГц с клином 14°	37	66,24	66,17	0,7	0,94
2. Наклонный датчик 2,5 МГц с переменным углом ввода (90°)	57	39,11	39,02	0,09	1,002
3. Датчик на фазированной решетке с клином 24°	20,8	Амплитуда, %		7,7	1,2
		44,9	37,2		

Результаты экспериментальных исследований. Оценка эффективности того или иного метода возбуждения поверхностных волн производилась на основе сравнения величин амплитуды эхосигнала.

Так как коэффициент затухания характеризует ослабление амплитуды волны в зависимости от расстояния, пройденного данной волной, то для каждого способа возбуждения поверхностных волн необходимо сравнить две амплитуды на двух равных отрезках пути, пройденного волнами.

Для сопоставления амплитуд эхосигналов для возбуждаемых волн получены средние значения амплитуд сигналов от торца и от поверхностного надпила на каждом из образцов (путь, прошедший волной от ПЭП до торца, равен пути, прошедшему волной от ПЭП до надпила). Ослабление волны можно оценить отношением средних значений амплитуд сигналов от поверхностного надпила и от торцевой поверхности.

Оценив результаты измерений на образцах 1 и 2, можно сделать вывод о том, что наименьшее ослабление амплитуды получено при применении для возбуждения поверхностных волн преобразователя на фазированной решетке с клином 24°. По результатам измерений на образце 3 лучший результат был достигнут при работе на наклонном преобразователе с частотой 2,5 МГц, углом ввода 65° и клином 14°.

С точки зрения стоимости однозначно самым приемлемым вариантом является применение наклонного преобразователя AFN2.5-1010-65L. А если речь идет об удобстве при эксплуатации, то самым удобным оказался наклонный ПЭП с переменным углом ввода 11131-2,5-0-90-512 ввиду того, что для

комфортной работы на нем необходимо только настроить призму самого преобразователя в отличие от способов с применением клиньев.

Практические рекомендации. При применении рассмотренных методов возбуждения поверхностных волн при контроле реальных образцов необходимо внесение поправок в настройки прибора, а именно информации об используемом преобразователе и об объекте контроля. Также в каждом конкретном случае следует произвести настройку скорости и временной задержки в призме.

При использовании клиньев совместно со стандартным преобразователем необходимо установить преобразователь на поверхности клина таким образом, чтобы сигналы, полученные от торцевой грани клина, не отображались на развертке прибора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеева, А. С. Оценка эффективности возбуждения волн Рэлея различными преобразователями / А. С. Гордеева, С. С. Сергеев, О. С. Сергеева // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2022. – 516 с.

E-mail: llanyalllanyall@mail.ru, sss.bru@tut.by.