

УДК 534.16

## ПРОХОЖДЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН ЧЕРЕЗ ОБЛАСТЬ КОНТАКТА ПОДЛОЖКИ С ТВЕРДЫМИ ТЕЛАМИ

А. Р. БАЕВ<sup>1</sup>, М. В. АСАДЧАЯ<sup>1</sup>, О. С. СЕРГЕЕВА<sup>2</sup>, В. В. РАДЬКОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт прикладной физики НАН Беларуси

Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Представлены результаты исследований, направленные на развитие методов и средств ультразвуковой диагностики и временного контроля процессов соединения пары материалов сваркой, пайкой или склеиванием. Изучены особенности влияния состояния контактной среды на прохождение и трансформацию поверхностных и подповерхностных волн через локальную область акустического контакта подложки с твердыми телами различной геометрии и акустическим импедансом, а также приведены методика, схемы прозвучивания, позволяющие моделировать процессы прохождения и отражения преобразующихся на границах локальной области акустической нагрузки (АН) волн Рэлея ( $R$ ) и возбуждаемых при первом критическом угле  $\beta_1$  (амплитуда  $A_L$ ) и втором –  $\beta_2$  ( $A_T$ ) волн, где фазовое состояние контактного слоя (КС) одновременно контролировалось сдвиговой модой и амплитудой  $A_C$  на частоте 1 МГц. Принципиальные схемы исследований поясняются рис. 1.

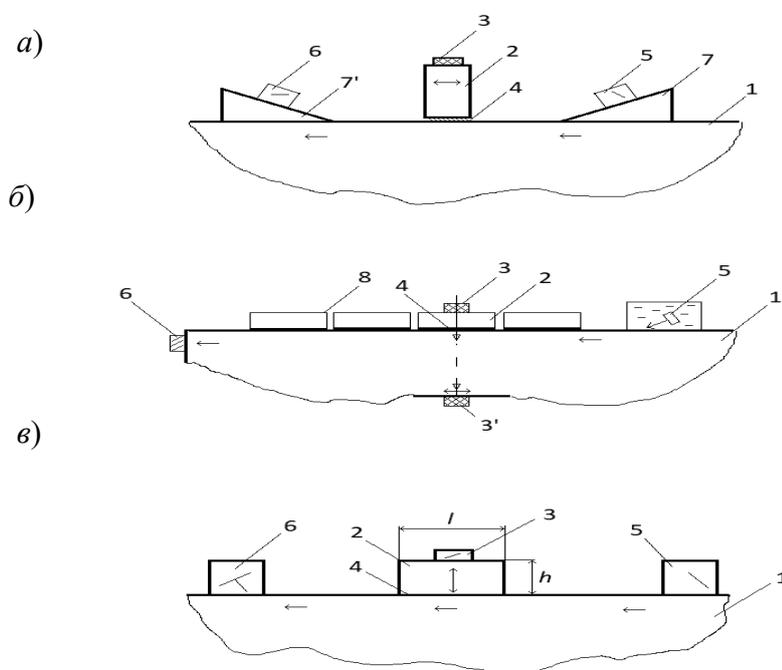


Рис. 1. Схемы эксперимента для исследования рассеяния поверхностных волн на акустической нагрузке при изменении фазового состояния контактного слоя, когда подложка металл (а) и полимер (б, в): 1 – подложка; 2 – нагружающее тело; 3, 3' – ПЭП сдвиговых волн; 4 – контактный слой; 5, 6 – излучающий и приемный ПЭП; 7, 7' – согласующие призмы; 8 – зазоры для установки малоапертурного ПЭП

На основе полученных впервые зависимостей безразмерных амплитуд упругих мод

$$\{A^*_{L}, A^*_{T}, A^*_{AR}\} = F(h^* = h/\lambda, l^* = l/\lambda),$$

где  $h$  и  $l$  – высота и длина тела АН соответственно;  $\lambda$  – длина моды, определены условия, включая выбор самой моды, частоты волны, способ прозвучивания (эхо или теневой), при которых дистанционное зондирование состояния КС или качества соединения материалов обеспечивает максимальную надежность диагностики соединения материалов. Так, при зондировании объектов волной Рэлея в качестве базового информативного параметра выбран коэффициент отражательной способности АН

$$K_{ref} = A_R^* = (K_R)_{23} (D_R)_{12} N (R_{12})^{-1},$$

реализуемой в режиме эхо, где  $(K_{R12})$   $(K_R)_{23}$  – коэффициенты отражения поверхностной волны от ближайшей к источнику границы нагрузки, а  $(D_R)_{12}$  и  $N$  – коэффициенты прохождения ПАВ через границу контакта передней грани тела с подложкой, а УЗК и ослабление амплитуды ПАВ в контактном слое.

В ряде ситуаций, характеризующихся определенным соотношением акустических свойств контактирующих сред [1], распространяющаяся в КС мода подобна слабо затухающей волне Стоунли [2].

Если же зондирование объекта производится неоднородными волнами, то в качестве информативных параметров, характеризующих технологический процесс соединения (жесткого) материалов, служат коэффициенты прохождения подповерхностных продольных волн  $D_L$  и  $D_T$ . Результаты исследований представляют интерес как для науки (для акустики слоистых сред), так и практики – для различных технологий соединения материалов.

*Работа выполнена при частичной поддержке БРФФИ, проект T19-136 от 02.05.2019 г.*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Баев, А. Р.** Особенности возбуждения и распространения продольных и поперечных подповерхностных волн в твердых телах. Часть 2. Влияние некоторых граничных условий на формирование акустического поля / А. Р. Баев, М. В. Асадчая // Дефектоскопия. – 2005. – № 9. – С. 32–43.
2. **Абакумов, К. Е.** Распространение акустических волн Стоунли в области границы твердых полупространств при нарушенном акустическом контакте / К. Е. Абакумов, Р. С. Коновалов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2003. – № 1. – С. 10–16.