

УДК 620.179.1

ПАРАМЕТРЫ ПАВ ПРИ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА
ОТНОСИТЕЛЬНО ПОВЕРХНОСТНОГО ДЕФЕКТА

А. Р. БАЕВ, * В. Г. ГУДЕЛЕВ, А. Л. МАЙОРОВ, * А. И. МИТЬКОВЕЦ,
В. В. ПАРАДИНЕЦ

ГНУ «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»

* ГНУ «ИНСТИТУТ ФИЗИКИ НАН Беларуси»

Минск, Беларусь

В работе обращено внимание на перспективность использования так называемого SLS-метода [1] для повышения выявляемости поверхностных несплошностей разной природы (трещины, поры, инородные включения и др.) поверхностными волнами (ПАВ). В настоящей работе изучаются закономерности изменения параметров ПАВ при их импульсно-лазерном возбуждении в твердотельном объекте и перемещении лазерного пятна (ППЛ) относительного поверхностного дефекта (ПД). Как показывает анализ оптоакустического тракта и данные экспериментальных исследований, амплитуда ПАВ и ее спектр Ξ могут быть представлены преимущественно в виде зависимостей от следующих параметров: геометрических параметров трещины (h , b , δ), временной формы интенсивности лазерного импульса $J(t)$ и области локализации ППЛ ($X \subset S_L$), а также координаты ее расположения x_c относительно центра дефекта ($x_D=0$); частотной характеристики приемного преобразователя $\Re(\omega_m - \omega)$, где h – глубина дефекта, b – ее длина, δ – ширина. Для рассматриваемого двумерного случая, когда дефектом является тонкая трещина $\delta \ll \{d, h, b, \lambda\}$

$$\{A, \Xi\} = F_i(h^*, x/d, \Re(\omega_m - \omega), J \dots), \quad (1)$$

где $h^* = h/\lambda$, $\delta^* = \delta/\lambda$, а λ соответствует рабочей частоте приема ПВ.

Экспериментальные исследования влияния расположения ППЛ в виде длинной полосы с безразмерной шириной d^* выполнены преимущественно согласно схеме, представленной на рисунке 1, где источником импульсно-лазерного излучения длительностью $\tau \sim 20$ ns использован лазер (ЛТИПЧ) с длиной волны 1,06 мкм, возбуждающий ПАВ в термоупругом режиме, большая часть энергии которой трансформируется в поверхностную моду и принимается пьезопреобразователем 5 с рабочей частотой 5 МГц. Ширина ППЛ изменяется системой коррекции луча 2. Модельная трещина 8 имеет микронное раскрытие. При проведении исследований образец с трещиной перемещается относительно ППЛ, которая служит источником ПАВ, распространяющейся вдоль x и принимаемой преобразователем 5.

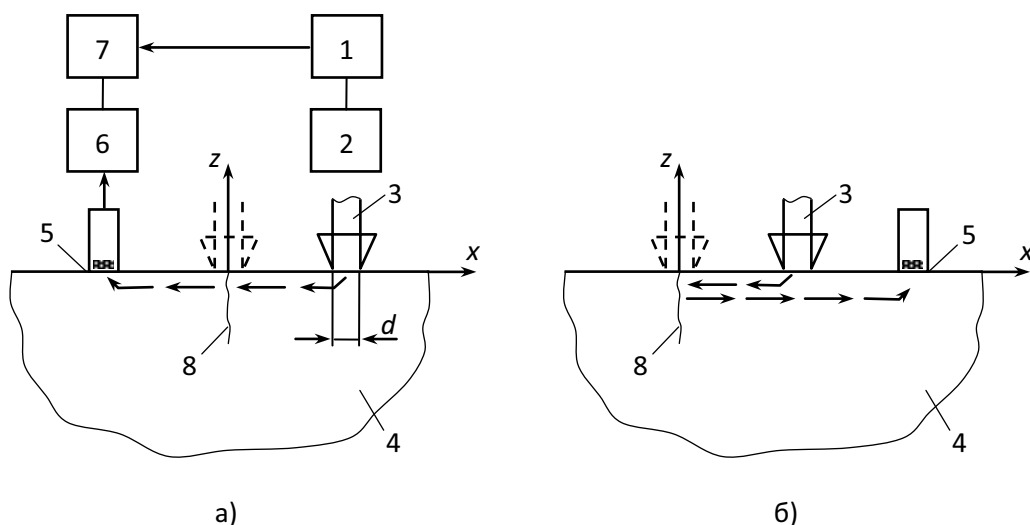


Рис. 1. Схемы эксперимента режим прохождения (а) и отражения ПАВ (б): 1 – лазер; 2 – система коррекции луча; 3 – пятно лазерного луча (ППЛ); 4 – объект; 5 – ПЭП; 6 – усилитель; 7 – блок обработки; 8 – трещина

Результаты исследований показали, что функции $A(x_c)$ и $A(d^*)$ имеют ярко выраженные локальные максимумы. Для зависимости $A(x_c)$ координата амплитудного максимума A_{max} достигается при $x_c \sim 0$ – т.е. именно в окрестности расположения трещины. Весьма важно отметить, что отношение $A_{max}/A(x_c \geq d)$ достигает величины 15–17 дБ, а форма импульса (или ее спектр) претерпевают существенные изменения. Что касается влияния ширины возбуждающего ПАВ пятна лазерного луча, то $A(d^*)$ имеет глобальный максимум, расположенный в окрестности $d^* = 1,8-2,2$. Дана трактовка полученным данным на основе анализа функциональных зависимостей (1) с позиций теории взаимодействия локальных источников упругих возмущений, при наличии неоднородных граничных условий. Полученные данные представляют значительный интерес для использования этого эффекта не только для повышения чувствительности контроля трещин при их расположении в труднодоступных местах, но и для оценки их геометрических параметров по амплитудным и спектральным данным зондирующего сигнала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неразрушающий контроль: справочник в 8 т. / Под общ. ред. В. В. Клюева. – М. : Машиностроение, 2006. – Т. 3. – 864 с.