

УДК 620.1



М.А. Голофеева

ассистент,
Одесский
национальный
политехнический
университет,
mary_sya@ukr.net

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ СИНТЕГРАНА

Голофеева М.А. Метод исследования параметров качества изделий из синтеграна. Для контроля параметров качества изделий из синтеграна предлагается использовать метод контроля, в основе которого лежит зависимость угла преломления ультразвукового луча от упругости и особенностей строения синтеграна.

Golofeeva M. A. The method of monitoring the quality parameters of products from sintegran. The method of control, which is based on the dependence of the angle of refraction of the ultrasound beam on the resilience and structural features of sintegran. is proposed to used for control the quality parameters of products from sintegran

Введение. Исследования свойств синтеграна, проводимые в последнее время, способствуют все большему применению его в качестве материала для несущих деталей станков и плит контрольно-измерительных машин. Для расширения его области применения и совершенствования физико-механических свойств необходима разработка новых и совершенствование старых методов контроля параметров качества данного материала. Широкое применение получили неразрушающие методы контроля, которые сводятся к косвенному определению отдельных характеристик, таких как: степень полимеризации, плотность, неоднородность состава и структуры, наличия дефектов. Наиболее перспективными для контроля композиционных полимерных материалов (ПКМ) являются акустические методы, поскольку они отличаются более высокими эксплуатационными характеристиками, такими как пороговая чувствительность, разрешающая способность, точность определения контура дефекта, кривизна контролируемой поверхности и пр.

Материалы и результаты исследования. Акустические поля в ПКМ формируются под действием различных комбинаций множества факторов. Поэтому они имеют сложный и своеобразный характер для каждого вида материала [1]. Во время получения информации о свойствах материала по результатам акустических измерений необходимо определить комплекс акустических характеристик материала, описывающих его состояние с необходимой точностью, а также выявить связь этих характеристик с исследуемыми параметрами материала.

В качестве такой акустической характеристики мы предлагаем использовать зависимость угла преломления ультразвукового луча от упругости и особенностей строения синтегра.

При перпендикулярном падении звуковой волны на плоскую границу сред прошедшая волна не изменяет своего направления относительно падающей волны и отличается от нее уменьшенной энергией, поскольку часть энергии вместе с отраженной волной переносится в направлении, противоположном падающей волне (рис.1, а).

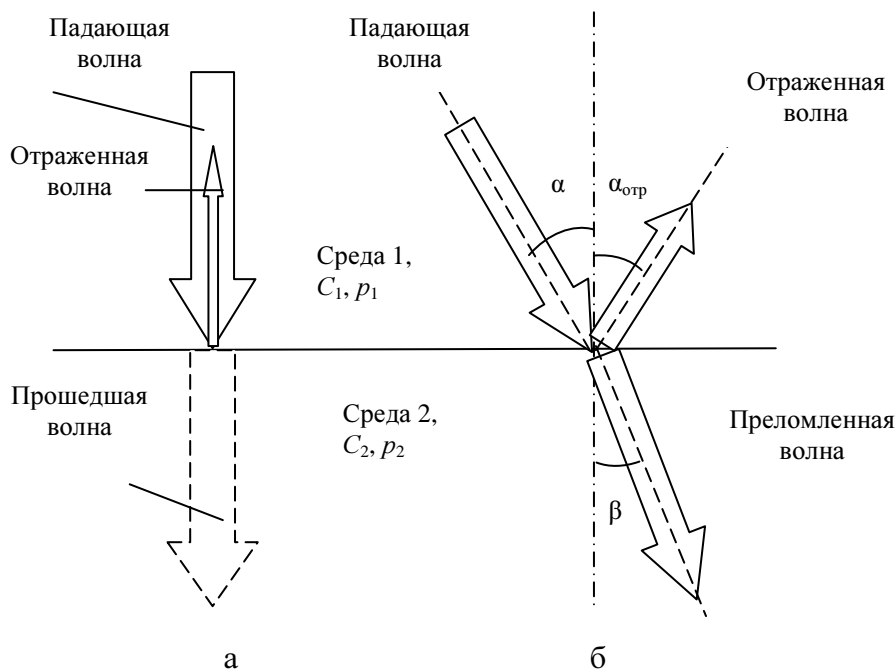


Рисунок 1 – Отражение и преломление ультразвуковых волн на границе сред

При косом падении волны относительно плоской границы сред отраженная волна распространяется в соответствии с законом геометрической оптики, согласно которому угол отражения $\alpha_{отр}$ равен углу падения α (оба угла отсчитываются от перпендикуляра к границе сред).

При равенстве скоростей звука в средах ($C_1 = C_2$) прошедшая волна не меняет своего направления относительно падающего луча, т.е. углы α и β равны друг другу.

Если скорости звука в средах не равны ($C_1 \neq C_2$), то имеет место преломление волны. Углы падения α и преломления β связаны между собой известным соотношением Снелля:

$$\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{C_2}{C_1} \quad (1)$$

При $C_2 < C_1$ угол β меньше угла α (рис. 1,б).
 При $C_2 > C_1$ угол β больше угла α .

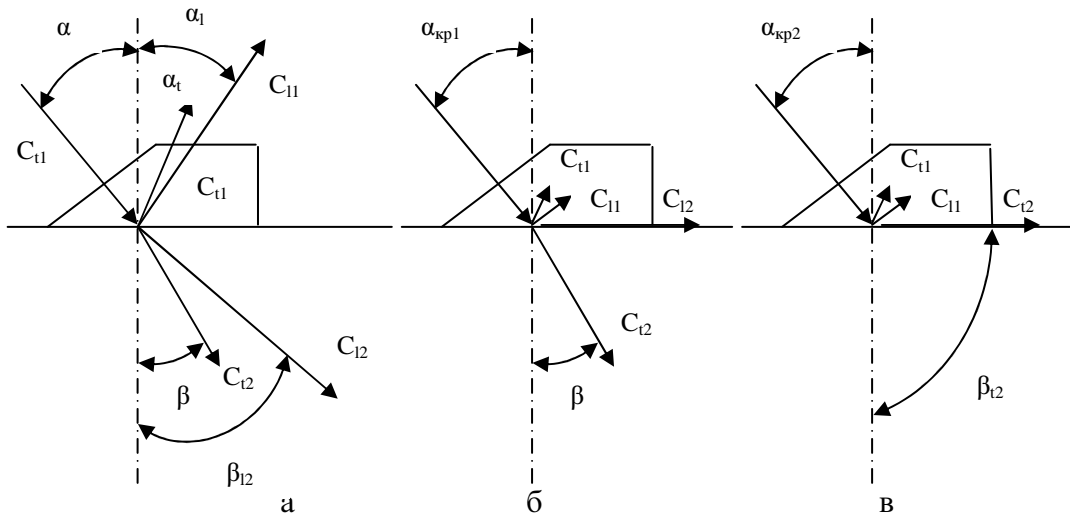


Рисунок 2 – Отражение и преломление продольной волны на границе раздела двух твердых сред

а – общий случай; б – угол падения равен первому критическому углу; в – угол падения равен второму критическому углу; α_1, α_t – углы отражения продольной и поперечной волн; β, β_{12} – углы преломления продольной и поперечной волн; $C_{11}, C_{t1}, C_{12}, C_{t2}$ – скорости распространения продольной и поперечной волн в первой и во второй среде соответственно.

Если из одной твердой среды в другую под углом α падает продольная волна со скоростью C_{11} , то в общем случае (рис. 2, а) возникают две преломленные волны (продольная C_{12} и поперечная C_{t2}) и две отраженные (продольная C_{11} и поперечная C_{t1}). С увеличением угла падения α начиная с некоторого значения $\alpha_{кр1}$ (рис. 2, б), называемого первым критическим углом, преломленная продольная волна не будет проникать в среду ($\beta_{12} = 90^\circ$ при условии $C_1 < C_2$). При дальнейшем увеличении угла наступает момент, когда поперечная волна начинает скользить вдоль поверхности раздела ($\beta_{12} = 90^\circ$), см. рисунок 2, в. Угол падения волны $\alpha_{кр2}$, соответствующий такому положению, называют вторым критическим углом. Таким образом, при углах падения больше первого критического $\alpha_{кр1}$, но меньше второго критического $\alpha_{кр2}$ во второй среде возникает только поперечная волна, которую и используют при контроле параметров качества материала.

Значение критических углов определяют по следующим формулам:

$$\sin \beta_{кр1} = \frac{C_{t1}}{C_{12}} \quad (2),$$

$$\sin \beta_{\text{кр}2} = \frac{C_{t1}}{C_{t2}} \quad (3),$$

где C_{11} , C_{12} – скорости распространения продольных волн в первой и во второй среде;

C_{t2} – скорость распространения поперечной волны во второй среде.

При использовании такой схемы контроля параметров качества синтеграна значение скоростей C_{11} , C_{12} будут известны. Поскольку в качестве первой среды будет использован стандартный образец с заранее известными акустическими параметрами.

Что касается скорости распространения поперечной акустической волны в контролируемой среде, т.е. в синтегране, то ее можно рассчитать по формуле, приведенной в работе [3].

$$C_2 = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}} \quad (4),$$

где C_2 – скорость распространения поперечной волны в синтегране, м/с;

E – модуль упругости синтеграна, Н/м²;

ρ – плотность синтеграна, кг/м³,

ν – коэффициент Пуассона.

После подстановки формулы (4) в формулу (1), получим следующее:

$$\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}}}{C_1} \quad (5),$$

где C_1 – скорость распространения продольной волны в первой среде;

α – угол падения продольной акустической волны;

β – угол преломления поперечной акустической волны.

Тогда

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha \cdot \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}}}{C_1} \quad (6).$$

Отсюда найдем угол преломления поперечной акустической волны β в синтегране:

$$\beta = \arcsin \left(\frac{\sin \alpha \cdot \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}}}{C_1} \right) \quad (7)$$

Выводы. Таким образом, в ходе работы была получена зависимость угла преломления ультразвукового луча от физико-механических характеристик синтеграна, по которым косвенно можно говорить и об особенностях структуры материала, а, следовательно, судить о параметрах качества изделий из него.

Литература

1. Ю.Г. Безмянный. Акустичний контроль матеріалів з розвинутою мезоструктурою // Фізико-хімічна механіка матеріалів – 2007. - №4. – с 53-65.
2. Антикайн П.А., Зыков А.К. Изготовление объектов котлонадзора. Справочник. - М: Металлургия, 1980 – 321 с.
3. Оссама Мохамед Ерфан Ахмед. Снижение виброактивности корпусных деталей металлорежущих станков путем применения композиционных материалов (синтеграна): Дис. ... канд. техн. Наук. Москва. 2004. – 164 с.