

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/22733/>
2. URL: [http://zoom.cnews.ru/rnd/news/line/solnechnovetrovaya\\_bashnya\\_energiya\\_ne\\_zavisit\\_ot\\_pogody](http://zoom.cnews.ru/rnd/news/line/solnechnovetrovaya_bashnya_energiya_ne_zavisit_ot_pogody)
3. URL: <http://www.marketwired.com/press-release/solar-wind-energy-tower-provides-update-on-san-luis-arizona-project-pinksheets-swet-2201431.htm>
4. URL: <https://www.bornika.ir/Fact/Detail>
5. URL: <https://itc.ua/news/v-arizone-v-2018-godu-poyavitsya-solnechno-vetrovaya-bashnya-dlya-proizvodstva-chistoy-energii-vyisotoy-s-neboskreb/>
6. URL: <https://www.greenoptimistic.com/solar-wind-downdraft-tower-now-construction-arizona-20140429/#.Wt4Fry5ubIU>
7. URL: <http://www.solarwindenergytower.com/the-tower.html>
8. URL: <http://www.solarwindenergytower.com/>
9. URL: <http://www.conservationmagazin.org>

### **КОНТРОЛЬ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ТЕНЕВЫМ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКИМИ РЕШЁТКАМИ**

Ду Хаолун

Научный руководитель: Солдатов Алексей Иванович, профессор, д.т.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический  
университет

Материалы являются основой для развития науки и техники. В качестве нового типа новых материалов, разработанных в последнее время, композиционные материалы значительно способствовали развитию науки и техники. Развитие композитов было чрезвычайно быстрым в последние десятилетия. В то же время, с развитием науки и техники, требования к качеству материала становятся выше, поэтому композиционные материалы также выдвигают более высокие требования.

Композиционные материалы представляют собой многофазные системы, состоящие из двух или более компонентов, которые сохраняют индивидуальность (структуру и свойства) его вещества в составе композита [1].

Использование при изготовлении изделий из композиционных материалов несовершенного оборудования, система управления которым не обеспечивает заданную точность поддержания параметров технологического процесса, приводит к возникновению в структуре материала конструкции различного рода дефектов, вызывающих снижение физико механических характеристик или увеличение их разброса, снижение несущей способности конструкции и другие отрицательные эффекты [2].

Одной из важных стадий производства композиционной конструкции является неразрушающий контроль.

Для неразрушающего контроля (НК) деталей и многослойных клееных конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ) в условиях производства и эксплуатации применяют различные методы, основанные на взаимодействии проникающих излучений или физических полей с контролируемым объектом. Выявление дефектов в конструкциях из ПКМ возможно акустическими, радиационными (рентгеновскими), тепловыми, радиоволновыми, оптическими, электрическими и другими методами НК [3].

Известно много акустических методов неразрушающего контроля. Классификация акустических методов представлена на рис.1. Акустические методы делят на две большие группы: активные и пассивные методы.

Активные методы - основаны на формировании волн и последующем приеме отраженных, прошедших или дифрагированных сигналов.

Пассивные методы - основаны только на приеме волн, возникших в объекте контроля.

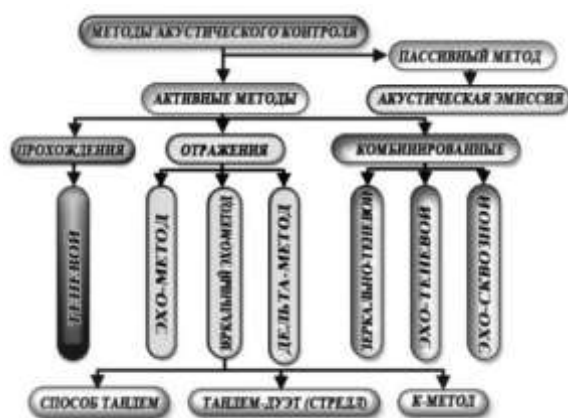


Рис. 1 – Классификация акустических методов контроля

Теневой метод (метод сквозного прозвучивания) основан на посылке в контролируемое изделие упругих колебаний и регистрации

изменения их интенсивности после однократного прохождения через металл (рис.2). На начальном этапе развития использовали непрерывное излучение, а признаком дефекта было уменьшение амплитуды сквозного сигнала, вызванное образуемой дефектом звуковой тенью. Поэтому термин "теневого" адекватно отражал содержание метода.

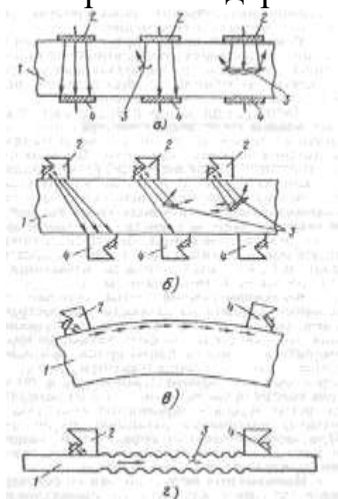


Рис. 2 – Схема прозвучивания изделий теневым методом волнами:

*а — продольными; б — поперечными; в — поверхностными; г — нормальными; 1— контролируемое изделие; 2 — излучающий искатель; 3 — дефект; 4— приёмный искатель*

Зеркально-теневого метод (рис. 3). Это разновидность теневого метода. В данном случае оба датчика устанавливаются с одной стороны контролируемого изделия. Интенсивность упругих колебаний регистрируется после их отражения от противоположной поверхности [2].

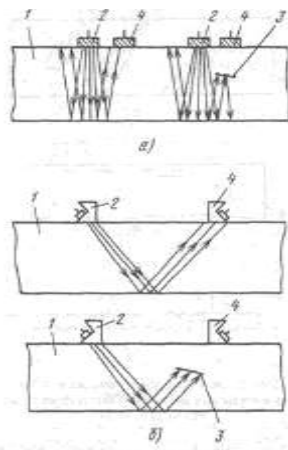


Рис. 3 – Схема прозвучивания изделий зеркально-теневым методом.

*(Обозначения те же, что на рисунке 2)*

При теновом методе упругие колебания вводят в изделие с одной, а принимают с другой стороны — когда контролируют продольными и поперечными волнами. При контроле нормальными и поверхностными волнами искатели располагают соосно на одной стороне изделия. Признаком наличия (обнаружения) дефекта служит резкое уменьшение интенсивности (амплитуды) прошедшей через изделие акустической волны от излучающего искателя к приемному (рис.4).

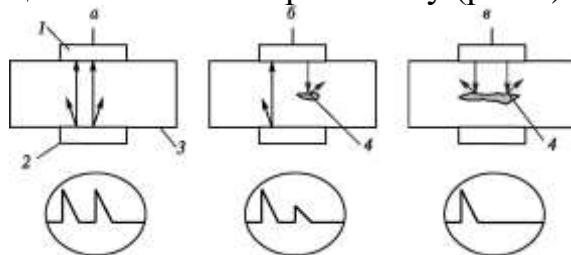


Рис. 4 – Возникновение акустической тени при сквозном прозвучивании:

*а – объект исследования не имеет дефекта; б – объект имеет малый дефект, искажающий уровень регистрируемого сигнала; в – образование акустической тени при крупном дефекте. 1 – излучатель ультразвуковых волн; 2 – приемник ультразвуковых волн; 3 – исследуемый образец; 4 – дефекты в образце*

**фазированная антенная решетка (ФАР): Датчик, состоящий из нескольких одноканальных преобразователей. Метод фазированной антенной решетки** более усовершенствованный и мощный по сравнению с традиционным ультразвуковым контролем, в котором используется одноэлементный преобразователь. Преобразователь фазированной решетки представляет собой множество пьезоэлектрических элементов, объединенных в одном датчике.

Преимущества метода фазированной решетки многочисленны [4]: различные углы ввода пучков могут быть сгенерированы с помощью одного преобразователя, охватывающего гораздо большую зону контроля нежели контроль обычным ультразвуковым преобразователем

большой охват позволяет, увеличивать как скорость сканирования объекта, так и разрешающую способность контроля

достоверность контроля, т.е. более точное по сравнению с традиционным ультразвуком регистрация положения и размеров дефектов, а также их интерпретация происходит быстрее и проще

вся информация, регистрируемая при контроле, записывается в реальном времени

отчеты представляются в виде изображения, что облегчает упрощение расшифровки результатов контроля для персонала

Различают несколько видов фазированных решеток(Рис.5), однако наиболее часто на практике применяется линейный тип.

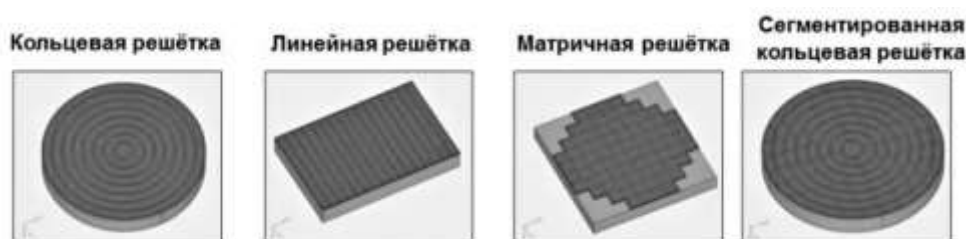


Рис. 5 – Акустические фазированные антенные решетки

Начиная с семидесятых годов прошлого столетия, делались неоднократные попытки разработки и исследования аппаратуры, основанной на линейных антенных решётках. В настоящее время существуют акустические приборы, позволяющие контролировать композиционные материалы. Однако, у них есть существенные ограничения. Например, приборы, которые применяют теневой метод, не позволяют определять глубину залегания дефектов при толщинах изделий более 20мм, так как используют одиночные каналы [5]. Для совершенствования технологического процесса производства композитных материалов требуется применять линейные антенные решётки. На Рис.6 показан акустический тракт зоны контроля теневого метода при использовании линейных решеток.

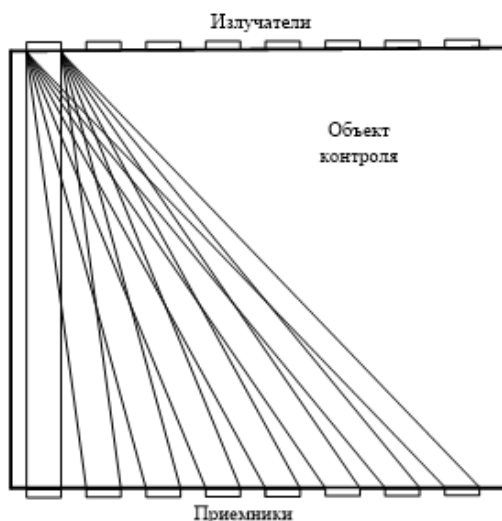


Рис. 6 – Акустический тракт зоны контроля теневого метода при использовании линейных решеток.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карабасов Ю.С. Новые материалы. — М.: Изд-во МИСИС, 2002.
2. В. В. Воробей., Маркин В. Б., Контроль качества изготовления и технология ремонта композитных конструкций. – Новосибирск: Наука, 2006. — 190 с
3. В.В. Мурашов, А.Ф. Румянцев, «Дефекты монолитных деталей и многослойных конструкций из полимерных композиционных материалов и методы их выявления. Часть 2. Методы выявления дефектов монолитных деталей и многослойных конструкций из полимерных композиционных материалов», Статья подготовлена для опубликования в журнале «Контроль. Диагностика», № 5, 2007 г.
4. Фазируванная антенная решетка. <http://tofd-pa.ru/fazirovannyye-reshetki>.
5. Cao M. и др. Full-view photoacoustic tomography using asymmetric distributed sensors optimized with compressed sensing method // Biomed. Signal Process. Control. 2015. – Т. 21. – № 0. – С. 19-25.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В АЭРО- И КОСМОСТРОЕНИИ

Котяшова Виктория Владимировна, Пигорев Иван Сергеевич

Научный руководитель: Арман Артурович Бояхчян

МБОУ «СОШ№78» г. Северск

Идея использовать солнечные батареи в космосе возникла более полувека назад, во время первых запусков искусственных спутников Земли. Профессор СССР Николай Степанович Лидоренко обосновал необходимость применения бесконечных источников энергии на космических аппаратах.

Первый искусственный спутник Земли, запущенный в 1957 году, обладал энергоустановкой мощностью порядка 40 Вт, тогда как аппарат «Молния-1+», запущенный в 1967 году обладал установкой мощностью уже 460 Вт.

Солнечные батареи, установленные на Международной космической станции (МКС), позволяют вырабатывать от 84 до 120 кВт