

11. Сохач Ю. В. Развитие голографических технологий в ДНУ / Ю. В. Сохач // Вестник ДНУ. Серия «Ракетно-космическая техника». – 2008. – Вып. 12. – С. 176–180.

Надійшла до редколегії 16.10.2014 р.

УДК 620.1.535.41:772.99

А. Н. Товстик¹, А. Б. Закарлюка², А. Н. Петренко¹

¹Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

²ОАО «НПП Машиностроение»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСКОНТАКТНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТЕНЕВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Розглянуто ультразвуковий тіньовий метод неруйнівного контролю полімерних композиційних матеріалів. Проведено огляд датчиків для здійснення контролю. Показано ефективність використання цього методу, його особливості та способи підвищення інформативності контролю.

Ключові слова: неруйнівний контроль, полімерні композиційні матеріали, ультразвукові датчики, обробка результатів, нейронні мережі.

Рассмотрен ультразвуковой бесконтактный теневой метод неразрушающего контроля полимерных композиционных материалов. Проведен обзор датчиков для осуществления контроля. Показаны эффективность применения данного метода, его особенности и способы повышения информативности контроля.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, полимерные композиционные материалы, ультразвуковые датчики, обработка результатов, нейронные сети.

Ultrasonic noncontact shadow method of nondestructive testing of polymer composite materials was discussed. overview of the ultrasound transducers were discussed. The effectiveness of this method, its features and ways to enhance the informativeness of control were considered.

Key words: ultrasonic non-destructive testing, polymer composite materials, ultrasound transducers, analysis of the results, neural networks.

Введение. Сегодня в ракетно-космической отрасли, авиации широкое применение получили ПКМ с сотовым наполнителем, которые имеют такие преимущества, как прочность несущих слоев, жесткость на изгиб, надежность. Сотовые конструкции, выполненные из полимерных композиционных материалов (ПКМ), применяют на самолетах АН-72, ИЛ-96, Ту-204, вертолетах Ка-50.

При изготовлении и эксплуатации ПКМ необходима оценка их текущего состояния. При помощи неразрушающего контроля возможно оценивать текущее состояние. Есть особые требования к НК сотовых конструкций: отсутствие контактной жидкости, недопустимость больших механических нагрузок [1–2].

На рис. 1 представлены образцы изделий из полимерных композиционных материалов с сотовым наполнителем.

Особенности контроля изделий. Основными видами дефектов в ПКМ с сотовым наполнителем являются неприклеи обшивок к наполнителю и расслоения в обшивках (рис. 2, 3) [3–4].

В основном применяются такие виды неразрушающего контроля: тепловой, голографический, рентгеновский, акустический, ультразвуковой.

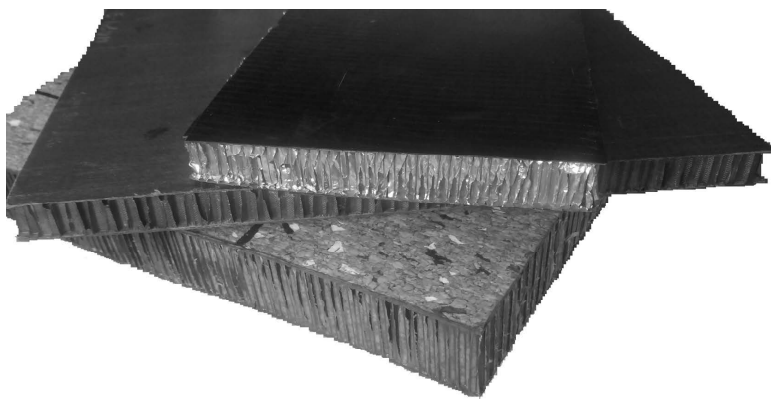


Рис. 1. Вид полимерных композиционных материалов с сотовым заполнителем

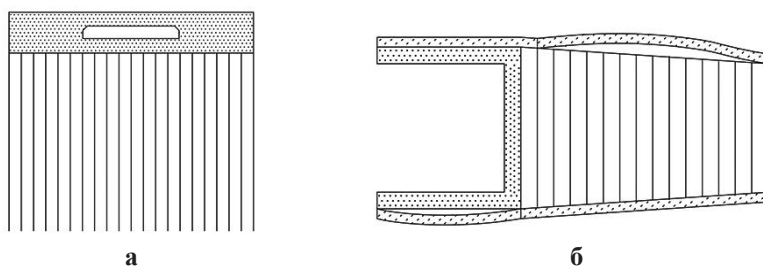


Рис. 2. Основные виды дефектов:

а – расслоения в обшивке; б – неприклеи сотового заполнителя к обшивке



Рис. 3. Пример расслоения обшивки сотовой панели

Наиболее доступен и эффективен бесконтактный ультразвуковой теневой метод контроля. Его отличительной особенностью является отсутствие контакта с поверхностью объекта контроля. Для данного вида контроля применяются датчики с воздушно-акустической связью. Обычно их рабочие частоты не превышают 0,5... 1 МГц, так как более высокие частоты в воздухе быстро затухают. Применяют пьезоэлектрические преобразователи с продольными и иногда изгибными колебаниями, а также преобразователи конденсаторного типа.

Новые преобразователи с воздушной связью на частоты 50, 100 и 250 кГц разработаны для контроля сотовых панелей с тонкими обшивками из ПКМ методом прохождения. Они работают при нормальном падении УЗ-пучка на поверхность изделия. Однако ряд изделий целесообразнее контролировать при углах ввода, больших первого критического угла, когда в объекте контроля возбуждается только поперечная волна. На выходе из ОК она вновь трансформируется в регистрируемую приемным преобразователем продольную волну. Наклон исключает возникновение стоячих волн в промежутке преобразователь – объект кон-

троля. Угол наклона преобразователей устанавливают по максимуму амплитуды сигнала [5].

Исследования эффективности метода. Для проверки эффективности ультразвукового бесконтактного метода контроля использовались ультразвуковой дефектоскоп УД2Н-ПМ и специализированные ультразвуковые преобразователи типа ПЭП-113-0,05 с воздушно-акустической связью. Рабочая частота преобразователей – 50 кГц, диаметр излучающей поверхности – 30 мм.

Объектом контроля был фрагмент межступенного отсека (МСО), который имел размеры 300х350 мм и толщину 35мм (углепластиковые обшивки, соты из полимерной бумаги).

На рис. 4 представлены дефектоскоп УД2Н-ПМ и преобразователь с воздушно-акустической связью.

Схема проведения экспериментальных исследований представлена на рис. 5.



Рис. 4. Ультразвуковой дефектоскоп УД2Н-ПМ

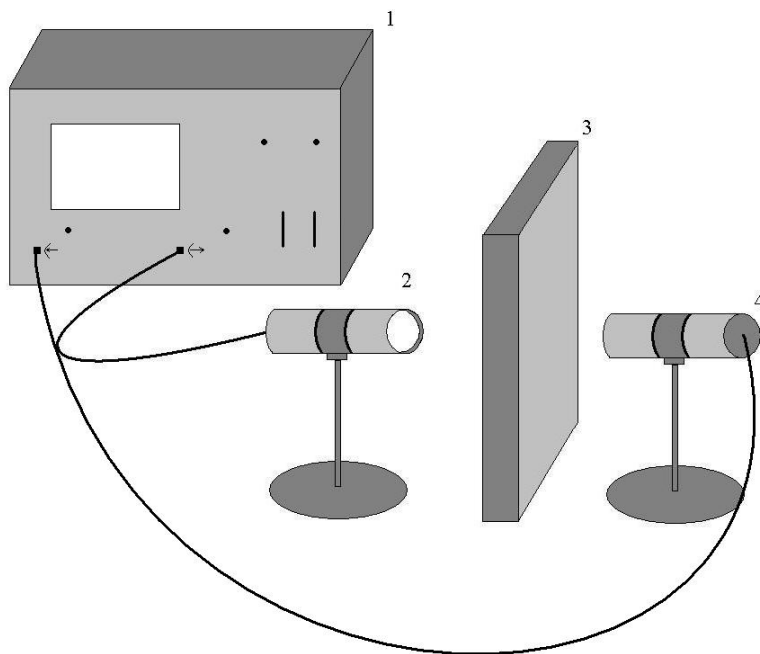


Рис. 5. Схема проведения экспериментальных исследований

К дефектоскопу 1 были подключены ультразвуковые датчики 2 и 4, между которыми был установлен образец 3. С одной стороны объекта контроля нанесен имитатор наружного ТЗП типа ТТПФС толщиной ~ 1 мм.

Образец сканировался построчно по 10 мм/с (такая скорость была выбрана для удобства замеров). Каждые 5 мм снимались показания амплитуды с ультразвукового дефектоскопа.

На рис. 6 приведен скан ультразвукового прозвучивания образца из ПКМ с сотовым заполнителем.

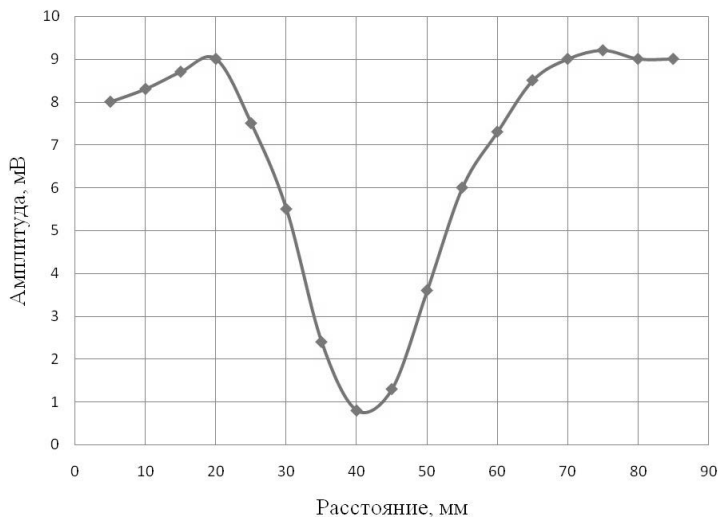


Рис. 6. Скан ультразвукового контроля образца

Данный скан, являясь типовым, характеризует общее представление о выявлении имитаторов дефектов, заложенных в контролируемом образце.

Амплитуда принятого сигнала на дефекте проседает более чем в 10 раз (более 20 дБ), что полностью удовлетворяет требованиям по чувствительности для автоматизации процесса контроля.

Выводы. В результате проведенных исследований в полной мере подтверждается правильность выбора метода для неразрушающего контроля ПКМ.

Однако необходимо сказать, что при распознавании мелких дефектов не всегда точно можно обозначить границы дефекта. Вследствие этого возникает вопрос повышения информативности метода контроля.

Информативность метода возможно повысить путем применения информационных технологий при обработке результатов контроля.

Необходимо также учитывать, что крупногабаритные изделия из полимерных композиционных материалов – это или единичные изделия, или изделия, выпускаемые малыми партиями. Поэтому объем экспериментальных данных не столь уж велик; а с другой стороны, свойства объектов контроля могут существенно изменяться от изделия к изделию.

Использование традиционных статистических методов обработки – нерационально, поскольку данные методы обладают низкой адаптивностью.

Учитывая все эти факторы, для повышения информативности и производительности обработки результатов ультразвукового контроля предлагаем использовать нейронные сети.

Библиографические ссылки

1. Ермолов И. Н. Неразрушающий контроль : справочник: в 8 т. – 2-е изд., испр. – Т. 3: Ультразвуковой контроль / И. Н. Ермолов, Ю. В. Ланге; под общ. ред. В. В. Клюева. – М. : Машиностроение, 2006. – 864 с.

2. Ланге Ю. В. Низкочастотные методы и средства неразрушающего контроля многослойных конструкций / Ю. В. Ланге. – М. : Машиностроение, 1991. – 272 с.
3. Нестерук Д. А. Тепловой неразрушающий контроль воды в сотовых конструкциях / Д. А. Нестерук // АВИА-2011: сб. материалов X Междунар. науч.-техн. конф. – С. 31–34.
4. Ривин Г. Л. Ремонт конструкций из полимерных композиционных материалов летательных аппаратов / Г. Л. Ривин. – Ульяновск : УлГТУ, 2000. – 75 с.
5. Справочник по композиционным материалам: в 2 т. / под ред. Дж. Любина. – М. : Машиностроение, 1988. – 584 с.

Надійшла до редколегії 14.10.2014 р.

УДК 519.683

В. И. Усиченко, А. В. Крюков, О. В. Довгун

*Государственное предприятие «Конструкторское бюро “Южное”
имени М. К. Янгеля»*

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН С НОРМАЛЬНЫМИ НЕСИММЕТРИЧНЫМИ ПОЛУВЕТВЬЯМИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА МАРЗАГЛИЯ – БРЕЯ

Показано можливість модифікації відомого в середовищі програмістів алгоритму Марзаглія – Брея для генерування випадкових величин із нормальними напівгілками різного середнього квадратичного відхилення. Зроблено ймовірнісну оцінку зниження швидкості модифікованого алгоритму через можливість його «холостих» прогонів.

Ключові слова: алгоритм, нормальні несиметричні напівгілки, імовірність, випадкова величина.

Показана возможность модификации известного в среде программистов алгоритма Марзаглия – Брея с целью генерирования случайных величин с несимметричными нормальными полуветвями. Произведена вероятностная оценка снижения быстродействия алгоритма из-за возможности его «холостых» прогонов.

Ключевые слова: алгоритм, нормальные несимметричные полуветви, вероятность, случайная величина.

Possibility of updating of algorithm known among programmers as Marzaglija-Bray is shown for the purpose of generating of random variables with asymmetrical normal semibranches. The probability estimation of decrease in performance of algorithm is caused by of possibility of its empty runs is made.

Key words: algorithm, normal asymmetrical semibranches, probability, a random variable.

Введение. При моделировании случайных процессов, например с использованием методов Монте-Карло, часто приходится прибегать к генерации значений нормально распределенных случайных величин.

Для указанной генерации хорошо приспособлен алгоритм Марзаглия – Брея, входящий в комплект поставки интегрированной среды разработки *Delphi* последних версий. Он эффективно решает задачу генерации нормально распределенной случайной величины по заданному матожиданию и среднему квадратическому отклонению.

Однако в некоторых задачах, например при расчете гарантийных запасов топлива ракеты-носителя, встречаются величины, значения которых распределены