

УДК 519.6

Сеточно-характеристический метод в задаче неразрушающего контроля слоистых структур

А.В. Васюков¹, К.А. Беклемешева¹, А.С. Ермаков¹, А.О. Казаков¹, А.В. Новиков¹

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

Слоистые оболочки, в т.ч. полимерные композиционные материалы (ПКМ), получают всё большее распространение в авиастроении. Под действием критических нагрузок в них могут развиваться трещины, области нарушения контакта слоёв, отслоения волокон от матрицы – дефекты, не наблюдаемые визуально, но существенно отражающиеся на прочности конструкций. Для неразрушающего контроля деталей из ПКМ и выявления подобных дефектов используется ультразвуковая дефектоскопия (УД) [1]. Однако, в силу сложной структуры ПКМ, постановка исследования УД и его интерпретация вызывает большие трудности. В нашей работе мы рассмотрели некоторые постановки задачи УД для слоистых ПКМ.

Математическая модель - нестационарная задача механики идеально упругого анизотропного твёрдого тела. Такой подход приводит к гиперболической системе уравнений в частных производных. Получаемая система решается численно с использованием расщепления по трём пространственным направлениям и сеточно-характеристического метода [2, 3]. Преимущества метода - учёт физических особенностей моделируемого явления, простота, масштабируемость на многоядерных системах.

Общая постановка рассмотренных задач – удар по оболочке, состоящей из однонаправленных армированных слоёв, уложенных в определённой конфигурации. Получены эффекты расслоения структуры и разрушения матрицы. На рис. 1 изображена область разрушения контакта от удара по верхнему слою.

Проведены расчеты модельных постановок прямой задачи отражения волн от трещины, отверстия и разрушенного контакта. На рис. 2 изображён отклик от трещины на датчике, находящимся в месте удара по панели.

Исследование поддержано грантом РФФИ 13-07-00072А (руководитель чл.-корр. РАН Петров И.Б.)



Рис. 1. Форма разрушения контакта между первым и вторым слоями в конфигурации 0/90/0. Сверху начальное воздействие на оболочку.

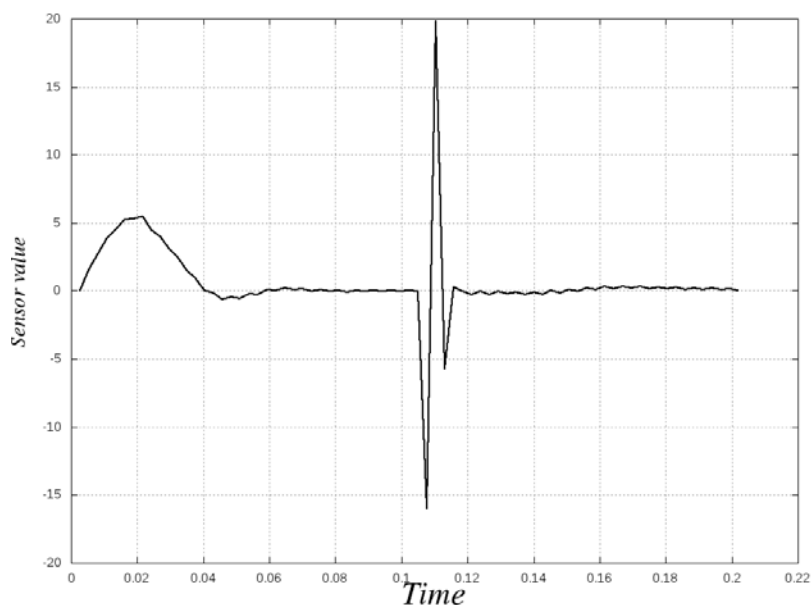


Рис. 2. Отклик от открытой трещины в композитной панели на сенсоре ультразвукового дефектоскопа

Литература

1. *И.Н. Ермолов, Н.П. Алёшин, А.И. Потапов*; Под ред. *В.В. Сухорукова*. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 2. Акустические методы контроля: Практик. пособие – М.: Высш. шк., 1991. – 283 с.: ил.
2. *К.М. Магомедов, А.С. Холодов*. Сеточно-характеристические численные методы. – М.: Наука, 1988. – 290 с.
3. *И.Б. Петров, А.Г. Тормасов, А.С. Холодов*. О численном изучении нестационарных процессов в деформируемых средах многослойной структуры // Мех. тв. тела, 1989, №4, с. 89-95.