

Инженерная теория сопротивления неоднородных пластин из композиционных материалов

Научный руководитель – Горбачёв Владимир Иванович

Кабанова Любовь Александровна

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра механики композитов, Москва, Россия
E-mail: lkb14@yandex.ru

Инженерная теория сопротивления неоднородных пластин из композиционных материалов строится на основе классической теории сопротивления тонких пластин и интегральной формулы, которая выражает связь решения задачи в перемещениях теории упругости для неоднородного тела, называемой исходной, с решением идентичной с точки зрения массовых и поверхностных нагрузок и формы тела задачи теории упругости для однородного тела, называемой сопутствующей. Связь между этими решениями представляет собой представление решения исходной задачи в виде ряда по производным решения сопутствующей задачи.

Коэффициенты данного ряда, называемые структурными функциями, определяются из решения дифференциальных уравнений, получаемых из уравнения равновесия, и граничных условий совпадения перемещений на границе для однородного и неоднородного тела.

Сопутствующая задача представляет собой классическую постановку в перемещениях задачи теории упругости. Для неё в случае рассмотрения однородной тонкой пластины удобно выразить перемещения точек пластины через перемещения точек срединной плоскости при помощи одной из кинематических гипотез (наиболее употребительными являются гипотеза Киргхофа-Лява и Тимошенко), в работе используется гипотеза Киргхофа-Лява.

При подстановке в интегральную формулу выражений для перемещений в сопутствующей задаче через перемещения точек срединной плоскости однородной пластины получено представление перемещений в неоднородной пластине в виде рядов по производным перемещений точек срединной плоскости однородной пластины. По данному представлению получено выражение напряжений и, как следствие, внутренних силовых факторов пластины в виде рядов по производным компонент вектора перемещений точек срединной плоскости однородной пластины.

Подстановка полученных выражений в уравнения равновесия в срединной плоскости приводит к появлению рекуррентной системы дифференциальных уравнений. При учете во внутренних силовых факторах только деформаций и кривизн срединной поверхности получена так называемая теория нулевого приближения. Коэффициентами при кинематических факторах являются тензоры эффективных жесткостей пластины — продольной жесткости, изгибной жесткости и жесткости взаимного влияния.

Источники и литература

- 1) Горбачев В.И. Инженерная теория сопротивления неоднородных стержней из композиционных материалов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. 2016. № 6. С. 56–72. DOI: 10.18698/1812-3368-2016-6-56-72
- 2) Победря Б.Е. Лекции по тензорному анализу. М.: Изд-во МГУ, 1979. 223 с

- 3) Горбачев В.И. Метод тензоров Грина для решения краевых задач теории упругости неоднородных сред // Вычислительная механика деформируемого твердого тела. 1991. № 2. С. 61–76
- 4) Победря Б.Е. Механика композиционных материалов. М.: Изд-во МГУ, 1984. 336 с
- 5) Горбачев В.И. Интегральные формулы в связанной задаче термоупругости. Применение в механике композитов // ПММ. 2014. Т. 78. Вып. 2. С. 277–299