

функции влияния для упругой плоскости [2]. С использованием функций влияния задача сводится к системе интегральных уравнений в свертках по времени, которая решается численно с помощью метода прямоугольников.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 17-08-01127 А, 16-08-00260 А).

Список литературы

- 1 **Новацкий, В.** Теория упругости / В. Новацкий. – М. : Мир, 1975. – 872 с.
- 2 Волны в сплошных средах / А. Г. Горшков [и др.]. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 472 с.
- 3 **Крауч, С.** Методы граничных элементов в механике твердого тела / С. Крауч, А. Старфилд. – М. : Мир, 1987. – 325 с.

УДК 539.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛЮМИНИЕВЫХ ПЛАСТИН С ОДНОСТОРОННИМ ПОРОШКОВЫМ ПОКРЫТИЕМ

А. В. БАБАЙЦЕВ, АУНГ ЧЖО ТХУ, ЯН НАИНТ МИН, М. И. МАРТИРОСОВ, Л. Н. РАБИНСКИЙ
Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация

В настоящее время на многие металлические элементы машиностроительных конструкций наносятся различные типы покрытий. Это обусловлено хорошими защитными антикоррозионными характеристиками большинства покрытий, а также их декоративными свойствами. Такое сочетание металлической основы и самого покрытия обеспечивает конструкции необходимые эксплуатационные характеристики. Однако при расчетах на прочность не учитываются прочностные характеристики нанесенного покрытия. Это обусловлено недостатком сведений по механическим характеристикам самих покрытий, используемых в настоящее время в технике.

В работе проводятся экспериментальные и теоретические исследования по определению механических характеристик образцов из тонколистового алюминиевого сплава, на которые наносятся защитные полимерные покрытия. Образцы для испытаний представляют собой удлиненные прямоугольные пластины 12 мм Ч 120 мм различной толщины, начиная от алюминиевой фольги. Полимерное покрытие наносится только с одной стороны исследуемых пластин и представляет собой лакокрасочное покрытие порошкового типа. Состав порошковых полимерных покрытий определяется основными видами сырьевого материала: смолой, отвердителем, пигментами и добавками. Смолы придают покрытию основные свойства, пигменты предназначены для получения цветового и декоративного эффекта (например, для регулирования степени глянца), добавки служат для придания некоторых специальных свойств (например, для снижения температуры сушки, увеличения твердости поверхности и др.). Перед нанесением на образцы такого покрытия проводилась предварительная подготовка поверхностей: обезжиривание (удаление с поверхности органических загрязнений), а затем хромирование (для повышения защитных свойств металла и увеличения долговечности покрытия). После подготовки поверхностей проводилась сушка пластин от влаги в сушильной камере при температуре ~120 °С. Затем после этой операции наносилась порошковая полимерная краска производства фирмы Europolveri (Италия) на эпоксидно-полиэфирной основе электростатическим распылением (цвет RAL9010 – по международному стандарту). Нанесение покрытий (напыление) осуществлялось в покрасочной камере Gema (Швейцария). Толщина покрытия составляла 60–80 мкм и контролировалась электронным толщиномером QuaNix 7500 (Германия), предназначенным для измерения толщины покрытия на ферромагнитных и неферромагнитных поверхностях. Далее происходила полимеризация напыленного слоя в печи полимеризации (термокамере) при температуре 140 °С в течение 5–30 мин, в результате чего образуется прочное равномерное покрытие с заданными свойствами.

Проводились эксперименты на центральное растяжение и трехточечный изгиб, сравнивались механические характеристики исследуемых образцов с аналогичными образцами без покрытия, а также образцов с двухсторонним порошковым полимерным покрытием. Определялись упругие характеристики покрытий. Эти эксперименты проводились на универсальной испытательной машине INSTRON 5980 (Великобритания) при комнатной температуре. Дается сравнение полученных

экспериментальных результатов с данными численного моделирования методом конечных элементов в среде PATRAN/NASTRAN. По результатам проведенных в работе исследований сформулированы выводы и практические рекомендации. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-01-00837).

УДК 539.3

ПРОЕКТИРОВОЧНЫЙ РАСЧЕТ ТОЛСТОСТЕННОЙ КОМПОЗИТНОЙ КОНСТРУКЦИИ, РАБОТАЮЩЕЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАГРУЖЕНИЯ

А. В. БАБАЙЦЕВ, Ю. О. СОЛЯЕВ, С. А. ЛУРЬЕ, Л. Н. РАБИНСКИЙ
Московский авиационный институт (НИИ), Российская Федерация

Предложена методика проектирования осесимметричного композитного изделия, состоящего из толстостенной оболочки из углепластика и армирующего стального стержня, соединённых между собой резьбовым соединением. Конструкция нагружается давлением и инерционными усилиями и работает в условиях скоростей деформаций порядка $1-10 \text{ с}^{-1}$. Методика проектирования построена на основе решения задачи для композитной балки переменного сечения. Все нагрузки действуют вдоль оси балки. Рассматривалась осесимметричная одномерная модель, нагруженная распределённым погонным усилием, постоянным по величине. Геометрия изделия аппроксимируется участками в виде усечённых конусов, для которых с учетом пренебрежения эффектов Пуассона получены аналитические решения для определения напряженно-деформированного состояния изделия (композитная внешняя оболочка/стальной армирующий сердечник). В результате расчетов определяется прочность конструкции, с точки зрения максимальных сжимающих / растягивающих напряжений, действующих в оболочке и в стальном стержне, и с точки зрения нарушения контакта (срез резьбы) между оболочкой и стержнем. Полученное аналитическое решение используется для подбора оптимальной геометрии изделия под заданные условия нагружения.

Показаны возможность применения предложенной методики для эффективной оптимизации рассматриваемых конструкций, а также согласованность проводимых приближенных расчетов с численным конечно-элементным моделированием.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-01-00837).

УДК 539.3

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ В СМЕШАННЫХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ТЕЛ

С. Ю. БАБИЧ, Ю. П. ГЛУХОВ, В. Ф. КОРНИЕНКО
Институт механики им. С. П. Тимошенко НАН Украины, г. Киев, Украина

Как известно, комплексные потенциалы классической (линейной) теории упругости для статических задач изотропного тела впервые введены в работах Колосова-Мусхелишвили. Дальнейшее развитие теория комплексных потенциалов для классической теории упругости в случае статических задач для анизотропных (ортотропных) тел получила в работах С. Г. Лехницкого. Для динамических задач комплексные потенциалы также без начальных напряжений впервые рассмотрены Л. А. Галиным.

В данной работе рассматривается использование комплексных потенциалов для предварительно напряженных упругих тел. Актуальность таких исследований не должна вызывать сомнений, так как начальные (остаточные) напряжения практически присутствуют во всех элементах конструкций и обусловлены разного рода причинами, например технологическими операциями, проводимыми при изготовлении современных материалов, или сборкой конструкций. Начальные напряжения необходимо учитывать при решении задач о деформировании грунтов (особенно мерзлых), в композитных материалах при технологических процессах их создания, в кровеносных сосудах живых