

характеризуется относительностью явления и относительностью сущности дефекта. Она имеет место, когда относительные дефекты фиксируются косвенными показателями. Элементами множеств дефектов в самом общем случае является содержательное описание, фиксирующее причины, характер и следствия возможного недопустимого изменения существенных свойств. Оно позволяет отличить данный дефект клееных

конструкций из полимерных композиционных материалов от всех других. Любая технология поиска дефектов предполагает оценку текущих значений диагностических параметров. Важное место среди способов оценки занимают контроль и измерительные процедуры. Последние реализуются технологическими системами дефектов, которые включают своими элементами разнообразные датчики.

УДК 621.376; 681.5; 528.5

ЛАЗЕРНО-ВИБРАЦИОННЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ КЛЕЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мордасов В.И.¹, Сторож А.Д.², Гребнев Н.Е.², Гребнев Д.Н.², Шулепова О.В.²

¹Самарский государственный аэрокосмический университет

²ГНП Ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара

LASER-VIBRATING METHOD FOR TESTING OF GLUING DESIGNS FROM POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS

Mordasov V.I., Storozh A.D., Grebnev N.E., Grebnev D.N., Shulepova O.V. The laser-vibrating method of defects detecting in large sized shells from composite materials is considered. The ultimate sensitivity of a method was limited by base of the laser transducer. Recognition of monolithic details stratification, non-gluing in layered cellular and other designs, and cellular filler crushing was carried out.

Для выявления дефектов многослойных сотовых крупногабаритных оболочек из полимерных композиционных материалов эффективно использовать способы лазерной вибродиагностики.

Форма диагностической информации, заключенной в колебательном процессе независимо от природы его возникновения и способа регистрации, чрезвычайно многообразна. Широкий частотный и динамический диапазоны, малая инерционность, большая скорость распространения колебаний обуславливают быструю реакцию вибрационного сигнала на изменение состояния объекта. Основной отличительной особенностью лазерной вибродиагностики клееных конструкций из полимерных композиционных материалов является использование в качестве

источника информации не статических параметров, характеризующих состояние изделия, а динамических, вызывающих появление и распространение акустических волн, как в самом изделии, так и в окружающей его среде.

При построении систем контроля непрочности многослойных сотовых оболочек крупногабаритных изделий сложной геометрической формы эффективно применять лазерный способ с одновременной вибрацией конструкции. Под воздействием вибрации в оболочке возникает колебательный процесс, несущий в себе информацию о состоянии клееных конструкций из полимерных композиционных материалов.

При построении систем контроля непрочности многослойных сотовых оболочек

крупногабаритных изделий сложной формы применяется лазерно-виброакустический способ дефектоскопии клееных конструкций из полимерных композиционных материалов. В процессе диагностики регистрируется интерференционное изображение отраженного сигнала с кольцевой структурой, имеющее максимум интенсивности излучения в центре. При отсутствии дефекта клееных конструкций из полимерных композиционных материалов характерно изображение в виде концентрических окружностей с кольцами равной толщины. При наличии дефекта в виде непроклея интерференционная картина отраженного сигнала принимает вытянутую форму или имеются смещения и разрывы интерференционных полос, а также смещение максимума интенсивности.

Для моделирования процесса лазерной вибрационной диагностики рассматривается контактная задача упругого соударения. Рассматривается твердое тело, имеющее в точке контакта главные радиусы кривизны R_{1m} и R_{1M} , соударяется с силой P в образец, имеющий главные радиусы кривизны R_{2m} и R_{2M} , то при взаимодействии возникает эллиптическая площадка с большой и малой полуосями

$$a = m \left[\frac{3p}{2} P(k_1 + k_2) C_R \right]^{1/3}, \quad (1)$$

$$b = r \left[\frac{3p}{2} P(k_1 + k_2) C_R \right]^{1/3}, \quad (2)$$

где C_R - величина, учитывающая влияние кривизны,

$$C_R = \frac{1}{R_{1m}} + \frac{1}{R_{2m}} + \frac{1}{R_{1M}} + \frac{1}{R_{2M}}, \quad (3)$$

k_1, k_2 - подлежащие определению параметры, учитывающие упругие свойства ударника и мишени; m, r, s - параметры, зависящие от $R_{1m}, R_{2m}, R_{1M}, R_{2M}$.

Типичные результаты расчетов, иллюстрирующие влияние толщины пластины-мишени h , скорости удара v и граничных условий для пластины на динамическую силу P , показаны на рис. 1.

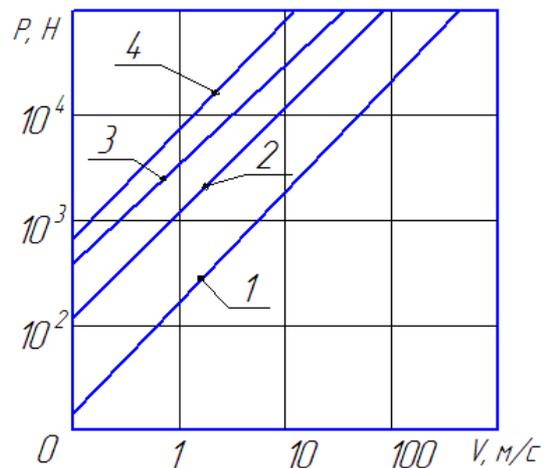


Рис. 1. Величина динамической силы (P) в зависимости от скорости удара (V) и толщины (h) композитной мишени со свободно опертой границей
1- $h=1,59$ мм; 2- $h=3,18$ мм;
3- $h=6,35$ мм; 4- $h=12,7$ мм

Для оценки расчетных и экспериментальных значений продолжительности удара выполнены измерения продолжительности удара t_0 при соударении стальных сфер с алюминиевыми и композитными пластинами. При измерении продолжительности t_0 электрическая цепь замыкается ударником на время первого контакта между ударником и мишенью до момента его отскока. Продолжительность этого интервала измерялась осциллографом. На рис. 2 измеренные значения продолжительности удара сравниваются с рассчитанными.

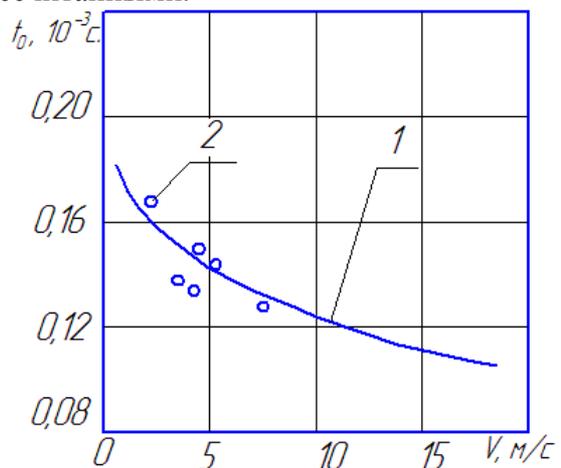


Рис. 2. Сравнение расчетной и экспериментальной зависимостей продолжительности контакта от скорости удара при соударении алюминиевой мишени со стальной сферой
1- решение уравнения (18);
2- экспериментальные данные

К основным общим требованиям к системам технической диагностики клееных конструкций из полимерных композиционных материалов следует отнести:

-простоту в управлении при практической эксплуатации в условиях сложности обработки диагностической информации, иерархическую организацию накопления, хранения и обработки диагностической информации разных

физических представлений в разных информационных окнах;

-способность к накоплению и хранению сведений о дефектах, а также измерительной информации и режимных параметрах, возможность ретроспективного анализа значений измеряемых величин, а также расчетных параметров, определяющих оценку технического состояния и ее надежность.

УДК 539.376

ВЛИЯНИЕ АНИЗОТРОПИИ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЛАКСАЦИЮ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Радченко В.П., Саушкин М.Н.

Самарский государственный технический университет

INFLUENCE OF ANISOTROPY OF SURFACE PLASTIC HARDENING ON THE FORMATION AND RESIDUAL STRESSES RELAXATION

Radchenko V.P., Saushkin M.N. *The scheme fields of residual stresses and plastic deformation in the surface layer of cylindrical samples calculations offered. Technological factors hardening procedures taken into account. Analysis of the held calculations completed.*

При классическом подходе в качестве основной гипотезы для расчёта полей остаточных напряжений и пластических деформаций использовалось предположение, что поля окружной q_q и осевой q_z компонент остаточных пластических деформаций (в цилиндрической системе координат) после процедуры ППД удовлетворяют условию $q_q = q_z$. Процедуры упрочнения, удовлетворяющие этому условию, получили название изотропного упрочнения (в направлении осей Oz и Oq в цилиндрической системе координат). К таким упрочняющим технологиям относятся гидро- и пневмодробеструйная обработки, ТПУ, азотирование и некоторые другие. Однако для ряда технологий (обкатка роликом, алмазное выглаживание, дорнование и других) q_q и q_z могут быть связаны более общим соотношением:

$$q_z(r) = a q_q(r) \quad (0 < a < \infty, a \neq 1). \quad (1)$$

Процедуры упрочнения, для которых выполняется гипотеза (1), получили название анизотропного упрочнения. Детальное теоретическое исследование напряжённо-деформированного состояния в упрочнённом слое при выполнении (1) в научной литературе не приводилось.

Авторами разработана методика расчёта полей остаточных напряжений и пластических деформаций в цилиндрическом образце, которая сводится к решению системы дифференциальных уравнений в частных производных относительно остаточных напряжений при заданных условиях (1) на компоненты остаточных пластических деформаций.