

В данной формуле значение площади поперечного сечения стержня может быть значением переменным, зависящим от длины стержня.

При расчетах мы вначале определили зависимости площади A от длины для двух переходов от одной ступени к другой. Затем проинтегрировали по длине и получили расчетные значения деформаций для двух случаев переходов. Эти значения практически совпадают с экспериментальными.

Полученные формулы оказались достаточно сложными, поэтому для вычисления деформаций при растяжении стержней целесообразно пользоваться ПЭВМ.

Предлагаемый нами метод определения перемещений сечений бруса, работающего на растяжение, является более общим и позволяет с достаточно высокой точностью рассчитывать брусья переменного сечения. Он может использоваться в учебных занятиях и в лабораториях, занимающихся деформациями.

Разработанная и изготовленная нами установка позволяет студентам наглядно изучить деформацию стержней работающих на растяжение. Данную установку и методику рекомендуется включить в лабораторные занятия. Это позволит студентам лучше усвоить раздел "деформации бруса при растяжении".

УПРУГИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЯХ ПРИ ИОННО-ПЛАЗМЕННОМ УПРОЧНЕНИИ И ГОЛОГРАФИЯ

Е.В. Пржевальская

***Научный руководитель – Л.И. Гречихин
Белорусский национальный технический
университет***

В качестве конструкционного материала в машиностроительном производстве часто применяют композиционные алюминиевые сплавы, которые работают при больших механических и тепловых нагрузках. В таких условиях к конструкционным материалам предъявляются следующие требования. Они должны обладать достаточно высокой надежностью, иметь максимальную износостойкость, выдерживать высокие механические и тепловые нагрузки, коррозионная стойкость при этом должна быть максимальной, а массогабаритные характеристики - минимальные. Вся эта совокупность требований обеспечивается путем нанесения разного рода упрочняющих покрытий. В процессе нанесения упрочняющих покрытий возникают внутренние напряжения, которые могут достигать значительных величин [1]. Возникающие нормальные и тангенциальные напряжения в упрочняющем слое определяют механическую прочность покрытия. В этой связи особое внимание было обращено на кинетику протекания химических реакций в упрочняющем слое [2], возникновение двойного электрического слоя [1] и термоупругость [3,4]. Причем считается, что химические связи являются определяющими при формировании энергии сцепления и возникающих напряжений в таком покрытии. Анализ химических связей при сцеплении покрытия с основой с привлечением квантовой механики был проведен в [2].

Однако работу [2] следует рассматривать как постановку задачи, поскольку была рассмотрена только физическая адсорбция мономолекулярных слоев без учета объемного формирования упрочняющего слоя. В случае многослойных покрытий ситуация значительно усложняется. В работе подробно рассмотрен квантово-механический подход при упрочнении металлов многослойными упрочняющими покрытиями и выяснен механизм возникновения нормальных и тангенциальных напряжений в процессе нанесения многослойных упрочняющих покрытий в соответствии с разработанной физической моделью формирования энергии связи в металлах. Конкретно рассмотрен физический механизм упрочнения материалов и возникновения упругих деформаций с целью получения необходимых механических, физических и химических свойств в заданных условиях эксплуатации применительно к алюминиевым сплавам.

Разработана физическая модель формирования энергии связи с основой одинаковых и разнородных атомных (молекулярных) частиц. Ковалентная связь определяется квантово-механически с применением вариационного метода, а волновые функции использовались в водородоподобном приближении с введением эффективного главного квантового числа и эффективного заряда с учетом взаимодействия уровней энергии однократной, двукратной и трехкратной ионизации. При взаимодействии разнородных частиц учитывалась ионная связь и диполь-дипольное взаимодействие. Доля ионной связи для атомарных частиц определяется по разно-

сти их электроотрицательности, а для молекулярных частиц по встроенному электрическому дипольному моменту. Результирующая энергия связи является суммой совместного бинарного взаимодействия с первой, второй и третьей координационными сферами.

По разработанной методике выполнены расчеты энергий связи ряда металлов и интерметаллических соединений с алюминиевой подложкой. Показано, что бинарное взаимодействие основного состояния с уровнем энергии второй кратности ионизации может составлять до 50% от взаимодействия между частицами, которые находятся в основном состоянии. Для частиц, обладающих встроенным электрическим дипольным моментом, диполь-дипольное взаимодействие является определяющим в результирующей энергии связи.

В этой связи, прежде всего, необходимо рассмотреть, как формируется энергия связи во многослойном покрытии и в алюминиевой основе в твердом состоянии с учетом структуры и возникновения тех или иных типов взаимодействий. На этой основе осуществить прогноз формирования необходимого упрочняющего покрытия с заданными свойствами и экспериментально убедиться в правильности полученных результатов.

Экспериментальные исследования многослойных покрытий подтвердили динамику формирования покрытия, предсказанную теоретическими расчетами. Показано, что голографические исследования позволяют проследивать динамику формирования упрочняющего покрытия и осуществлять контроль и регулирование процесса упрочнения при ионно-плазменном напылении.

Литература.

1. Г.И. Журавлев. Химия и технология термостойких неорганических покрытий. Л.: Химия, 1975 – 200 с.
2. Л.И. Гречихин, А.Г.Василенко, Н.В. Спиридонов и др. Повышение адгезионной связи оплавленных лазерным излучением газотермических покрытий. // Физика и химия обработки материалов. 1990, № 3, с. 76-81
3. Б. Боли, Дж. Уэйнер Теория температурных напряжений. М.: 1964
4. Г. Паркус Неуставившиеся температурные напряжения. М.: 1963

ДИНАМИЧЕСКИЕ ФАЗОВЫЕ ГОЛОГРАММЫ В АНТРАЦЕНСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ СЛОЯХ, ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ХЛОРОФОРМОМ

Д.Н. Мармыш

*Научный руководитель - В.В. Могильный
Белорусский государственный университет*

Эффекты фотоиндуцированной диффузии играют важную роль при формировании фазовых голографических решёток в полимерных средах. Они позволяют усиливать голограммы и формировать на этой основе голографические элементы с уникальными оптическими свойствами.

К числу фазовых голографических сред с диффузионным усилением относятся полимерные регистрирующие среды, содержащие фотодимеризующиеся производные антрацена. Благодаря пространственно-неоднородному распределению фотодимера, который связывает молекулы остаточного растворителя, в них возникает диффузия последнего, изменяющая распределение показателя преломления. Механизмы инициирования и протекания диффузии исследованы к настоящему моменту при относительно невысоком (до 10 вес.%) содержании растворителя. Его повышение, однако, может ускорить процесс эволюции голограмм и улучшить их характеристики, например, при нестационарной записи.

Фазовые голографические решётки (ФГР), с периодом 42 мкм записывали по симметричной схеме в полуплоских пучках одинаковой интенсивности в слоях полиметилметакрилата, содержащего 10 мол. % 9-антразальдегида (по отношению к полимеру). Источником излучения служил аргон-ионный лазер ($\lambda=488$ нм).

На рис. 1 приведены зависимости амплитуды модуляции показателя преломления Δn от времени t при записи ФГР в слое со средним содержанием хлороформа $\alpha=50$ вес. %.

Значения Δn (точки) рассчитывались по экспериментально измеренным значениям дифракционной эффективности с помощью формулы [1]:

$$\eta = J_1^2(2\pi h \Delta n / d \cos \Theta). \quad (1)$$