2. Балашова Т.Д., Булушева Н.Е., Новорадовская Т.С., Садова С.Ф. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 200с.

УДК 677.051.16.522

Измерение резонансных характеристик колебательных систем волочильных установок

А.В. БЕЛЯЕВ, Ю.В. НОВИКОВ, В.Ю. НОВИКОВ
(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

В качестве исследований рассматривали резонансные характеристики колебательных систем для волочения биметаллической медно-серебряной проволоки медицинского назначения. Используется: ступенчатый концентратор с резьбовой фиксацией волоки. Исходные параметры концентраторов: резонансная частота f = 18 кГц, материал нержавеющая сталь: плотность – 7800 кг/м3; модуль Юнга – 2,1х1011 Па; коэффициент Пуассона – 0,30.

Продольные колебания концентраторов описывали волновым уравнением [2]:

$$\frac{d^2\xi_m}{dx^2}+\frac{1}{S}\cdot\frac{dS}{dx}\cdot\frac{d\xi_m}{dx}+\frac{w^2}{v^2}\xi_m=0,$$

где ξ_m – амплитуда продольных смещений, м; S – площадь поперечного сечения концентратора, м^2; v – скорость распространения упругой волны в материале, м/с; w – волновое сопротивление материала волновода, кг/м^2·с.

Расчет колебательной системы проводился для установившегося процесса, который можно описать в виде общих выражений, для распределения сил и скоростей в различных точках этой системы [2]:

$$\begin{cases} F_m = F_{ml} ch\gamma x + \dot{\xi}_{ml} w sh\gamma x \\ \dot{\xi}_m = \dot{\xi}_{ml} ch\gamma x + \dfrac{F_{ml}}{w_0} sh\gamma x \end{cases},$$

где F (*Н*) и $\dot{\xi}$ (*м/с*) сила и скорость (с индексом *m* – на расстоянии *x* от конца системы, с индексом *ml* – на конце системы); γ – постоянная распространения, м$^{-1}$.

Модальный анализ в CAE-системе ANSYS колебательных систем позволяют получать схожие значения резонансных частот с отличием в 0,6 – 2,3 % коэффициентов усиления в 4,6 – 4,9 % от реальных значений, когда численно-аналитический метод дает погрешность в 1,1 – 4,7 % резонансных частот, и 4,7 – 11 % коэффициентов усиления.

Выполнен аналитический обзор наиболее распространенных видов исполнения ультразвуковых колебательных систем. Выполнен численно-аналитический расчет исследуемых колебательных систем. Проведены измерения резонансных характеристик исследуемых волноводов на этапе их анализа в CAE-системе ANSYS. Измерены резонансные характеристики изготовленных акустических систем на экспериментальном ультразвуковом оборудовании.

ЛИТЕРАТУРА
1. Клубович, В.В. Ультразвук в технологии производства композиционных кабелей / В.В. Клубович, В.В. Рубаник, Ю.В. Царенко. – Минск: Белорусская наука, 2012.
2. Северденко, В.П. Ультразвук и пластичность / В.П. Северденко, В.В. Клубович, А.В. Степаненко. – Минск: Наука и техника, 1976. – 448 с.

УДК 677.05.002.56

Измерение усилий волочения проволоки никелида титана с нанесенным слоем нитрида титана

А.В. БЕЛЯЕВ, Ю.В. НОВИКОВ, В.Ю. НОВИКОВ

(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

Сплавы на основе никелида титана (TiNi) являются перспективными материалами медицинского назначения. Основным препятствием для массового внедрения никелида титана является выход из материала на поверхность ионов никеля (Ni), которые оказывают токсическое воздействие [1,2,3]. Уменьшить диффузию ионов металла можно за счет нанесения барьерного слоя на поверхность сплава методом ионно-плазменного осаждения [4]. Основной целью исследования является уменьшение усилий волочения проволоки никелида титана с нанесенным слоем нитрида титана.

Использовали проволоку TiNi эквиатомного состава диаметром 0,6 мм. Покрытия из нитрида титана наносили методом ионно-плазменного осаждения. Образцы подвергали ультразвуковой очистке в среде Нефрас С2–80/120. Нанесение TiN покрытий осуществлялось, когда ток дуги составлял около 110 А, напряжение смещения на подложке 100 В, давление азота 0,3 Па. Время напыления около 15 минут создавало толщину слоя 0,8÷1 мкм.

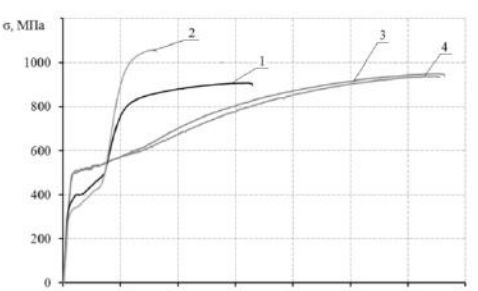

Рис. 1 – Диаграммы растяжения TiNi проволоки: 1 – в условиях поставки; 2 – с TiN покрытием; 3 – после рекристализационного отжига; 4 – с TiN покрытием после рекристализационного отжига

В результате ионно-плазменного осаждения покрытия из TiN на поверхность никелида титана происходит изменение свойств основы, выражающееся в