А. И. Чаус, Т. М. Демова, В. В. Можаровский
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ КОНТАКТНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ УПРУГИХ ТЕЛ С УЧЕТОМ ВЯЗКОУПРУГОСТИ

В работе рассмотрены основные теоретические зависимости построения методики контактного индентирования вязкоупругих покрытий. Из литературных источников сделан анализ разработанных подходов, определена постановка задачи исследования. Основная цель предлагаемых разработок построения алгоритма расчета и его программная реализация, практическое использование при индентировании. В работе представлены методы расчета параметров контакта как для макротел , так и для наноконтакта. Показано влияния вязкоупругих свойств покрытий и геометрических параметров на изменение перемещений и зон контакта для различных форм инденторов. Исследуется изменение деформации покрытия в зависимости от времени и приложенной силы для сферического индентора.

Рассмотрим случай, когда $\frac{h}{a} > 1$. Пусть жесткий цилиндрический штамп вдавливается в вязкоупругую полосу на упругом основании. Тогда граничные условия примут вид $\sigma_{yy} = 0$; $|x| > a(t)$; $\tau_{xy} = 0$ для всех x: $V = d_0(t) - \frac{x^2}{2R}$; $|x| < a(t)$.

Задача об учете влияния фактора времени на напряженное состояние вязкоупругой полосы может быть решена на основе принципа Вольтера для монотонно возрастающих областей контакта. Будем считать, что действующая сила $P(t) = P = const$ и коэффициент Пуассона $\upsilon_1(t) = \upsilon_1 = const$. Закон распределения давления в вязкоупругом покрытии:

$$P(x,t) = \frac{1}{(1-\upsilon_1)R}\left\{\bar{\mu}_1\left(\sqrt{a^2(t)-x^2}\right) - \frac{\bar{\mu}_1\bar{d}_1}{h^2}\left[a^2(t)\sqrt{a^2(t)-x^2}\right] - \right.$$
$$-\frac{2.5}{h^4}\bar{\mu}_1\bar{d}_2^*\left[a^4(t)\sqrt{a^2(t)-x^2}\right] +$$
$$\left. + \frac{\bar{\mu}_1\bar{d}_1^{*2}}{h^4}\left[a^4(t)\sqrt{a^2(t)-x^2}\right] - \frac{2}{h^4}\bar{\mu}_1\bar{d}_2^{*2}\left[\sqrt{a^2(t)-x^2}\,a^2(t)\,x^2\right]\right\},$$

где $\bar{\mu}_1$, $\bar{d}_i^*$ – интегральные операторы, действующие на функцию времени; $\varphi(t) = a^n(t)\sqrt{a^2(t)-x^2}$; $n = 0, 2, 4$.

Полуширина площадки контакта определяется из решения уравнения,

$$\left(3\bar{d}_2^* - \bar{d}_1^{*2}\right)e^3 + \bar{d}_1^* e^2 - e + \frac{4R\left(1-\upsilon_1^2\right)}{\pi h^2}\bar{E}^{-1}P(t) = 0,$$

где $\bar{d}_2^*$ и $\bar{d}_1^*$ интегральные операторы, действующие на временную функцию $e(t) = \left(a(t)/h\right)^2$, здесь упругие постоянные заменяются интегральными операторами. Принятые обозначения представлены в работе [1].

Литература

1. Можаровский, В.В. Прикладная механика слоистых тел из композитов / В.В. Можаровский – Мн.: Наука, 1988. ,с.302