

ЖУ
2011

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(МИИТ)

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

НЕДЕЛЯ НАУКИ – 2011

«НАУКА МИИТа – ТРАНСПОРТУ»

Т Р У Д Ы

Часть 1

Под общей редакцией
профессора В.М. Круглова

Москва – 2011

УЧЕТ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ ТОЧКИ

АНДРЕЯНОВА Е.О., ОЛЕНИЧ Д.И., БУШИН О.Ю.

Рассматривается движение точки по горизонтальной шероховатой плоскости при наличии силы трения скольжения и сил вязкого сопротивления при линейном и квадратичном законах сопротивления. Решено четыре задачи.

В первой задаче учитывается только сила трения при заданных скорости \vec{V}_0 , массе точки m , коэффициенте трения f . Получены закон изменения скорости

$$V = -fgt + V_0 \quad (1)$$

и закон движения

$$x = V_0 t - \frac{fg}{2} t^2 \quad (2).$$

Решения имеют реальный смысл лишь при $t \leq t_{кр}$ и $V_0 \geq V \geq 0$.

Во второй задаче учтены сила трения скольжения и сила сопротивления, которая линейно зависит от скорости. Получены соответственно:

$$V = \left(\frac{fmg}{D\mu} + V_0 \right) e^{-\frac{D\mu}{m}t} - \frac{fmg}{D\mu} \quad (3)$$

и

$$x = \frac{D\mu}{m} \left(\frac{fmg}{D\mu} + V_0 \right) \left(1 - e^{-\frac{D\mu}{m}t} \right) - \frac{fmg}{D\mu} t \quad (4).$$

Доказано, что в момент времени $t = t_{кр}$ точка остановится, пройдя расстояние $x = x_{кр}$. Решения имеют реальный смысл при $t \leq t_{кр}$, $V_0 \geq 0$, кроме того из формул (3) и (4) получены формулы (1) и (2), при этом раскрыты 2 неопределенности типа $\frac{0}{0}$ и $(\infty - \infty)$ по правилу Лопиталя.

В третьей задаче учтены вязкость среды μ , коэффициент сопротивления среды D , масса m , в начальный момент времени точке сообщается скорость \vec{V}_0 , причем сила сопротивления $R = D\mu V$. Получены соответственно уравнения:

$$V = V_0 e^{-\frac{D\mu}{m}t} \quad (5)$$

и

$$x = \frac{V_0 m}{D\mu} \left(1 - e^{-\frac{D\mu}{m}t} \right). \quad (6)$$

Доказано, что при $t = 0$, $x = 0$ и при $t \rightarrow \infty$,

$$x \rightarrow \frac{V_0 m}{D\mu}. \quad (7)$$

В четвертой задаче точка движется только под действием силы сопротивления, пропорциональной квадрату скорости. Получены уравнения:

$$V = \frac{V_0}{1 + k_1 V_0 t} \quad (8)$$

и

$$x = \frac{1}{k_1} \ln(1 + k_1 V_0 t). \quad (9)$$

Доказано, что при $t = 0$, $V \rightarrow V_0$, $x \rightarrow 0$; при $t \rightarrow \infty$, $V \rightarrow 0$, $x \rightarrow \infty$.

Сопоставляя графики изменения скорости и графики движения при линейном и квадратичном законах сопротивления (рисунок), можно отметить, что при квадратичном законе сопротивления, силы сопротивления быстрее уменьшаются с уменьшением скорости, поэтому найденное расстояние оказывается больше (за равные промежутки времени), чем при линейном законе сопротивления.

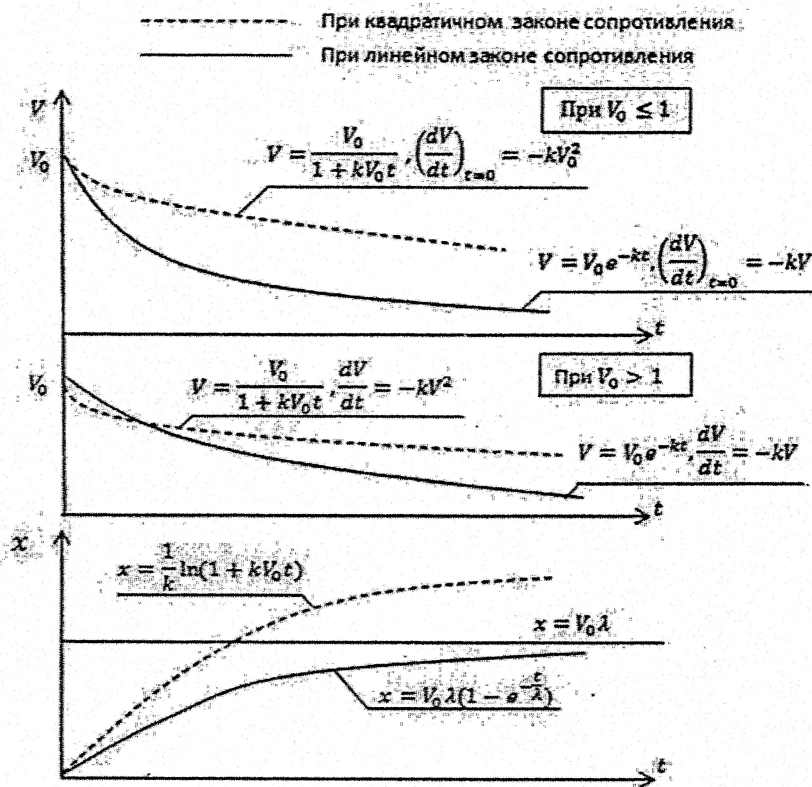


Рис.1. Сопоставление графиков изменения скорости и графиков движения при линейном и квадратичном законах сопротивления.

Работа выполнена под руководством доц. Романовой В.М.

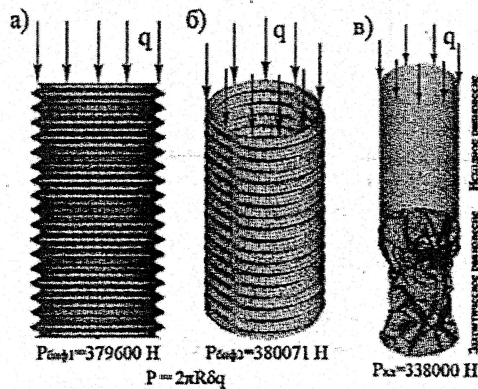
ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНЫХ НЕСОВЕРШЕНСТВ

БЕГИЧЕВ М.М.

В работе исследована устойчивость шарнирно закрепленных цилиндрических оболочек при продольном силовом и кинематическом нагружении. Оболочки считались неограниченно упругими и достаточно тонкостенными ($R=250$ мм, $\delta=1$ мм, $0,5$ мм, $0,25$ мм) с высотой $500 - 2000$ мм. Конечно-элементные модели оболочек строились в комплексе NASTRAN с использованием элементов plate прямоугольной, треугольной и ромбической формы. Исследование устойчивости оболочек проводилось в линейной постановке (опция buckling) и геометрически нелинейной постановке (с использованием алгоритма Ньютона – Рафсона).

Установлено, что первые критические нагрузки линеаризованного анализа (buckling) попарно почти кратные (разница в 4-5 м знаках). При этом формы потери устойчивости, соответствующие минимальной критической нагрузке, для одних моделей были осесимметричными, а для других неосесимметричными (рисунок, а, б).

Известно, что при нагружении реальной цилиндрической оболочки продольной сжимающей силой приводит к внезапной потере устойчивости ее осесимметричного равновесия.



Рисунок

Такая оболочка, поставленная в реальных условиях на жесткую платформу, при достижении критической (т.е. фактически максимальной) нагрузки почти мгновенно в результате потери устойчивости принимает почти плоскую