

УДК 629.7.014-519

РАСЧЕТ РЕЗИНО-ШНУРОВОГО АМОРТИЗАТОРА КАТАПУЛЬТЫ ДЛЯ ЗАПУСКА СВОБОДНОЛЕТАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ

А. М. Турчанов, Н. В. Никитевич, А. Ю. Ромушкин, Н. В. Никушкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: flighttt1994@yandex.ru

Рассмотрен расчет потребного резино-шнурового амортизатора для запуска свободнолетающих моделей с катапульты.

Ключевые слова: расчет, резина, свободнолетающие модели.

CALCULATION OF RUBBER – CORDED SHOCK CATAPULT TO LAUNCH THE FREE FLIGHT

A. M. Turchanov, N. V. Nikitevich, A. Y. Romushkin, N. V. Nikushkin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: flighttt1994@yandex.ru

In the article the calculation of the required rubber-cord shock absorber for triggering me free flight models with a catapult.

Keywords: calculation, rubber, free flight models.

Для задач с пружинными механизмами принимается линейная зависимость реакции пружины [1] в виде

$$F_0 = -k \cdot \Delta x,$$

где Δx – величина сжатия/растяжения (ход пружины из состояния покоя); k – жесткость пружины.

Для резинового шнура можно принять аналогичный подход. Тогда получится система из двух дифференциальных уравнений первого порядка, которые решаются только численно. Для разгона по направляющим или горизонтально:

$$\begin{cases} m \frac{dV}{dt} = T - X + F, \\ \frac{dx}{dt} = V. \end{cases}$$

Здесь T – тяга силовой установки модели; X – лобовое сопротивление; $F = k \frac{L-x}{L}$ – усилие натяжения (где k – коэффициент жесткости резинового шнура; L – длина растянутого шнура; x – путь пройденный моделью на разгонном устройстве); m – масса разгонного устройства с моделью, тогда

$$m \frac{dV}{dt} = T - A V^2 + F \left(1 - \frac{x}{L} \right).$$

Здесь $A = C_x \rho \frac{S_M}{2}$; C_x – коэффициент лобового сопротивления; $\rho = 1,225 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха; S_M – площадь миделя.

Если пренебречь изменением лобового сопротивления за время разгона, то систему можно свести к одному уравнению решив его разделением переменных:

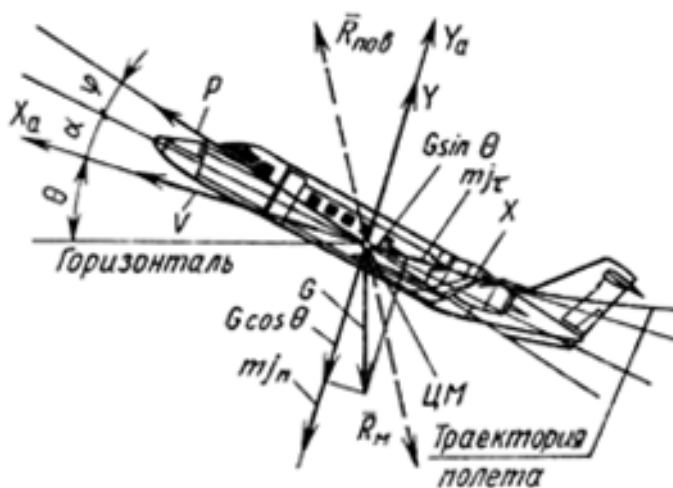
$$V^2 = \frac{2x(T - X + F)}{m} - \frac{F \cdot x^2}{m \cdot L}.$$

Это функция скорости разгона от пройденного пути x . Если задаться скоростью V , то решая квадратное уравнение относительно x , необходимо экспериментально подбирать параметры резины амортизатора (F и L).

С учетом сопротивления трения [2] разгонного блока $F_{тр}$, инерции движения $F_{ин}$ (см. рисунок), стартовая скорость модели, при заданной дистанции разгона x и усилия натяжения F_0 , оценивается следующим образом:

$$V = \sqrt{\frac{2x(T - X + nF - F_{mp} - F_{ин})}{G/g} - \frac{(nF - F_{mp} - F_{ин}) \cdot x^2}{G/g \cdot L}},$$

где n – количество резиновых шнуров; G – вес разгонного блока с моделью, кг; g – ускорение свободного падения, m/c^2 .



Расчетная схема [3; 4]. Силы, действующие на модель

Измерение коэффициента жесткости резины.

Для исследования взяли 2 канцелярских резинки, медицинскую резинку (бинт Мартенса) и резинку для крепления багажа.

Коэффициент жесткости вычисляется по формуле полученной из закона Гука:

$$k = \frac{m \cdot g}{(l - l_0)},$$

где m – вес груза, кг; g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; l_0 – начальная длина резинки, м; l – длина растянутой резинки, м.

Результаты опыта

Тип резинки	l_0 , мм	l , мм	Δl , мм	вес груза, г	k , Н/м
2 канцелярских	65	215	150	663	4,42
багажный ремень	140	175	35	1300	37,14
бинт Мартенса	220	311	91	663	7,28
бинт Мартенса 2 слоя	140	150	10	1300	130

Библиографические ссылки

1. Покровский А. А. Практикум по физике в средней школе. М. : Просвещение, 1982.
2. Краткий справочник конструктора нестандартного оборудования. В 2 т. Т. 1 / В. И. Бакуменко, В. А. Бондаренко, С. Н. Косоруков и др. / под общ. ред. В. И. Бакуменко. М. : Машиностроение, 1997.
3. Никушкин Н. В., Фаворский В. С., Кацура А. В. Основы аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов : учеб. пособие. В 2 ч. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. 270 с.
4. Кудряшов А. А., Никушкин Н. В. Вопросы динамической устойчивости адаптивной панели крыла эраноплана // Решетневские чтения. 2015. Т. 1. № 19. С. 417–418.

© Турчанов А. М., Никитевич Н. В., Ромушкин А. Ю., Никушкин Н. В., 2016