

Исследование механических свойств упругого звена из резины

Д.Ю. Царева¹, С.В. Журин²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва

Параютная техника широко применяется как для десантирования и спасения авиационной ракетно-космической техники, так и для решения различных народно-хозяйственных задач [1]. Одной из проблем парашютной техники является обеспечение мягкой посадки. Для решения этой проблемы в качестве альтернативы существующим способам предлагается использовать парашютные системы с упругим звеном [2], которое может быть изготовлено из эластичного резинового жгута. Проектные характеристики такой системы мягкой посадки напрямую связаны с механическими свойствами упругого звена.

В данной работе проводилось исследование механических свойств эластичного резинового жгута. Основной целью работы является разработка математической модели динамической работы упругого звена с учетом реальных механических свойств резины. На первом этапе был проведен «статический» эксперимент с образцом из резины, используемой в авиамоделировании. Образец располагался вертикально, один его конец привязывался к держателю, к другому прикреплялась лёгкая чаша. Исследуемый образец сначала постепенно нагружался, а затем – разгружался.

В результате была получена зависимость силы, приложенной к образцу, от его удлинения $F(\Delta x)$. Выяснилось, что образец способен удлиняться до десяти раз относительно первоначального размера, но при этом происходят необратимые изменения структуры материала, о чём свидетельствует гистерезисный вид полученной зависимости.

Также были поставлены несколько «динамических» экспериментов с образцом из того же материала. Один конец образца закреплялся под потолком, другой привязывался к грузу. Груз отклонялся на некоторое расстояние и отпускался. Продольные колебания системы снимались на видеокамеру. С целью получения зависимости координаты груза от времени, видеозапись была обработана программным способом.

В результате были построены график колебательного процесса (рис. 1), его фазовая траектория (рис. 2), определены период колебаний и декремент затухания $\lambda = \ln \frac{x_i}{x_{i+1}}$.

Зависимость на рис. 3 монотонно убывает, это говорит о том, что амплитуда колебаний уменьшается не по экспоненциальному закону, а по более сложной зависимости.

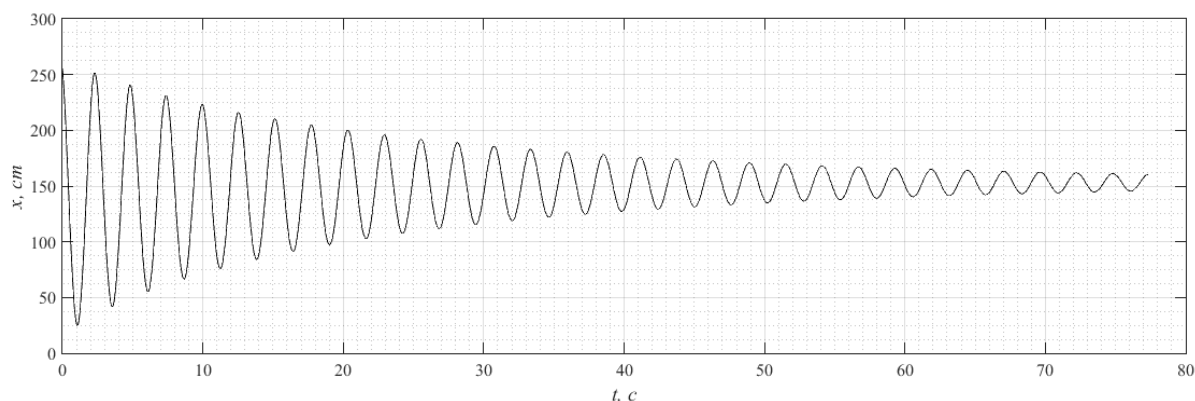


Рис. 1. График колебаний системы.

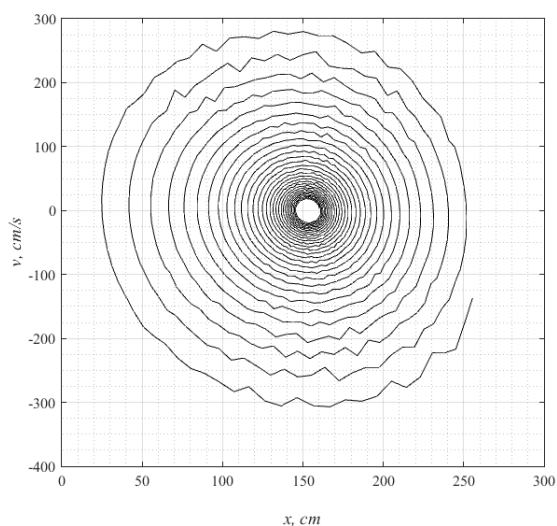


Рис. 2. Фазовая траектория системы

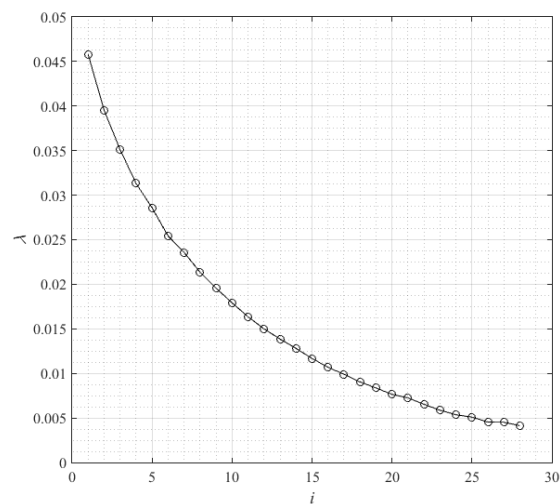


Рис. 3. Зависимость декремента затухания λ от номера пика i

Литература

1. Лялин В.В., Морозов В.И., Пономарев А.Т. Парашютные системы. Проблемы и методы их решения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 576 с.
2. Журин С.В. Использование потенциальной энергии упругого подвеса для обеспечения мягкой парашютной посадки. // Тезисы докладов XX научно-технической конференции молодых учёных и специалистов 10-14 ноября 2014 г. Ракетно-космическая корпорация “Энергия” имени С.П. Королёва. – 2014. – С.46-47.