

УДК 62-754

Моделирование работы упругопластического демпфера

Маштаков Андрей Павлович

mashtakov_ap@radar-mms.com

Кунавич Станислав Андреевич

kunavich_sa@radar-mms.com

Рачков Илья Дмитриевич^(*)

rachkov_id@radar-mms.com

АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Проводится анализ существующих катапультных систем на различных физических принципах. Исследуется работа упругопластического демпфера, предназначенного для торможения подвижных частей катапульты для запуска летательных аппаратов. Представлены результаты численного моделирования методом конечных элементов деформации упругопластического демпфера в составе тормозной системы катапульты. Представлены результаты экспериментальной отработки упругопластического демпфера. Проводится сравнение расчетных данных с экспериментальными.

Ключевые слова: катапульта, демпфер, численное моделирование, метод конечных элементов, упругопластический элемент, подвижные части

Введение. Широко распространены пиротехнические средства запуска БПЛА [1], однако использование таких средств сопряжено с безопасностью обслуживающего персонала. Кроме того, пиротехнические ускорители являются средствами одноразового действия. Ввиду этого целесообразно проработать конструкцию многоразовой высокоэнергетической катапультной системы с пневматическим приводом и трособлочной системой для запуска перспективных летательных аппаратов с высокими начальными скоростями — до 45 м/с. Однако при функционировании подобных систем появляется проблема торможения движущихся частей и сохранение работоспособности катапультной системы при действии ударной нагрузки. Известны противооткатные гидравлические тормоза [2], однако в связи с ударным характером нагрузки в таких устройствах возможен гидроудар. Для торможения подвижных частей катапульты в конце их рабочего хода используются пневматические тормоза [3] — пневмоцилиндры. При такой конструкции масса подвижных частей и штоков тормозов может иметь соизмеримые значения и достигать нескольких сотен килограмм. При наезде подвижных частей катапульты, имеющих скорости порядка нескольких десятков метров в секунду, на находящиеся в покое штоки устройств тормозных, возникает ударная нагрузка, действующая на конструкцию катапульты. Для обеспечения прочности подвижных частей катапульты без существенного увеличения их массы, предложено использование одноразовых упругопластических демпферов, сминающихся при столкновении со штоками тормозных устройств и тем самым обеспечивающих их предварительных разгон.

Моделирование работы упругопластического элемента при ударе представляет собой сложную расчетную задачу. В настоящей работе с целью рас-

четного обоснования конструктивных решений проводится моделирование деформации упругопластического демпфера методом конечных элементов в динамической постановке с явным решателем. Для оценки полученных результатов расчетов и применимости данного подхода проводится экспериментальная отработка.

Материалы и методы; результаты. Была разработана конечно-элементная модель подвижных частей катапульты (каретки), штоков тормозных устройств и упругопластического демпфера. Расчет проводился в программном пакете конечно-элементного анализа Ansys. Ввиду ударного характера нагрузок при взаимодействии каретки с устройством тормозным, расчет проводился с учетом пластических деформаций материала конструкции. По результатам расчета были получены данные по деформациям, реализуемым при торможении, а также скоростям движения подвижных частей катапульты.

Во время экспериментальной отработки были осуществлены пуски пневматической катапульты с установленными на подвижные части упругопластическими демпферами, изготовленными из стали 09Г2С. По итогам экспериментальных работ были получены данные по деформациям, реализуемым в упругопластическом демпфере, а также скоростям движущихся частей катапульты во время соударения.

Заключение. Результаты моделирования работы упругопластического демпфера в динамической постановке при помощи метода конечных элементов, удовлетворительно сходятся с результатами экспериментальной отработки. Упругопластический демпфер обеспечивает предварительный разгон штоков тормозных устройств, что снижает ударные нагрузки, действующие на подвижные части катапульты.

Список источников

- [1] Белов В.П. *Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твердом топливе*. Санкт-Петербург, БГТУ, 2012.
- [2] Клочкин А.С., Корольков Н.Н., Музыченко В.Я. и др. *Основания, устройства и конструкций орудий и боеприпасов наземной артиллерии*. Москва, Воениздат, 1976.
- [3] Круглов Ю.А. и др. *Системы катапультирования ракет*. Санкт-Петербург, БГТУ «ВОЕНМЕХ», 2010, 184 с.