

УДК 629.78.001.24(075.8)

Особенности моделирования процессов отделения в условиях наземной экспериментальной отработки

Чибизов Алексей Александрович^(*)

aleksey.chibizov1@rsce.ru

Анфалов Александр Сергеевич

alexander.anfalov@rsce.ru

Борzych Сергей Васильевич

sergey.borzykh@rsce.ru

ПАО РКК «Энергия», Королёв, Московская обл., Россия

Аннотация. Показана важность процессов отделения как одного из ключевых этапов функционирования ракетно-космических систем. Обоснована необходимость комплексной наземной экспериментальной отработки процессов отделения, приведен ряд схем наземных экспериментальных установок. Подчеркнута необходимость математического моделирования процессов отделения как в условиях реального полета, так и наземной отработки, с целью определения параметров экспериментальных установок. В качестве иллюстрации приведен конкретный пример расчета характеристик гипотетической экспериментальной установки. Приведены графики колебаний колонн экспериментальной установки.

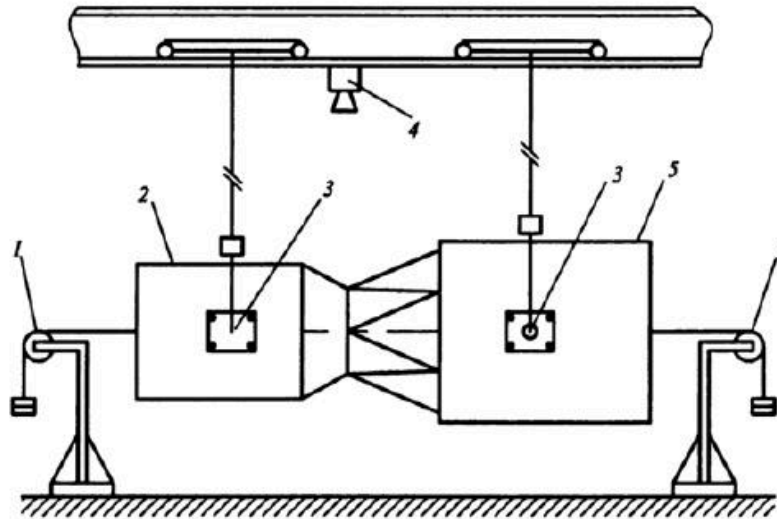
Ключевые слова: экспериментальная отработка, динамика процесса отделения

Введение. Системы отделения являются одним из самых ответственных элементов в ракетно-космической технике. Надежность является одним из основных показателей совершенства технических систем, подсистем и входящих в них элементов. Этот показатель особенно важен при создании пилотируемых космических аппаратов и других дорогостоящих изделий ракетно-космической техники. Отказ срабатывания системы отделения может привести к негативным последствиям, таким как потеря космического аппарата или гибели экипажа пилотируемого корабля [1].

Методы и материалы; результаты. В силу этого системы отделения подвергаются обширной экспериментальной отработке как поэлементно, так и комплексно для подтверждения надежности их срабатывания. Однако в условиях наземной экспериментальной отработки в полной мере воспроизвести условия реального полета невозможно. Для достоверности результатов экспериментальной отработки необходимо максимально близко воспроизвести эти условия. Как пример, одним из вариантов моделирования невесомости является обезвешивание элементов конструкции отделяемых объектов. Для этого используются стенды, схемы которых приведены на рисунке [2].

Заключение. Для того чтобы реализовать экспериментальную установку и рационально выбрать ее параметры, также необходимо произвести моделирование этого процесса, но не в штатных условиях, а в условиях наземной экспериментальной отработки с целью определения характеристик стендов. Важно оценить устойчивость стенда, а также влияние возможных колебаний экспериментальной установки на динамику процесса отделения [3]. Такая

модель зачастую гораздо сложнее, чем модель штатной реализации процесса в реальном полете, и требует углубленного исследования характеристик экспериментальной установки.



Экспериментальная установка с двумя подвижными блоками:
1 — система удерживания; 2, 5 — разделяемые блоки; 3 — узлы подвески;
4 — кинокамера для регистрации процесса разделения

Список источников

- [1] Колесников К.С., Козлов В.И., Кокушкин В.В. *Динамика разделения ступеней летательных аппаратов*. Москва, Машиностроение, 1977, 233 с.
- [2] Колесников К.С., Кокушкин В.В., Борzych С.В., Панкова Н.В. *Расчет и проектирование систем разделения ступеней ракет*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006, 376 с.
- [3] Валишвили Н.В., Гаврюшин С.С. *Сопротивление материалов и конструкций*. Москва, Изд-во Юрайт, 2025, 429 с.