

## Лабораторный комплекс для испытания на стойкость к линейным и угловым перегрузкам элементной базы и изделий электроники

© В.А. Токарев<sup>2</sup>, Е.Е. Шестаков<sup>2</sup>, В.А. Брагунец<sup>2</sup>, В.А. Борисенок<sup>1</sup>,  
Д.И. Баклашов<sup>2</sup>, С.С. Крюченков<sup>2</sup>, В.Г. Симаков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Саровский физико-технический институт — филиал Национального  
исследовательского ядерного университета «МИФИ»,  
Саров, Нижегородская обл., 607186, Российская Федерация

<sup>2</sup>Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский  
научно-исследовательский институт экспериментальной физики  
(РФЯЦ-ВНИИЭФ), Саров, Нижегородская обл., 607188, Российская Федерация

*Приведено описание лабораторного комплекса на основе легкогазовой пушки (рабочий газ — гелий) калибром 40 мм для проведения испытаний элементной базы и отдельных модулей электронных взрывательных устройств в условиях, приближенных к реальному артиллерийскому выстрелу. Комплекс формирует импульс линейного ускорения снаряда-контейнера с исследуемыми объектами с амплитудой до 70 000g и полушириной  $\geq 0,6$  мс, а также обеспечивает синхронное вращение снаряда со скоростью не менее 75 об/с. Представлены результаты экспериментов по активации ампульных источников тока марок СДС-1М и СДС-3 разработки НИИХИТ-2; испытания проведены при следующих параметрах воздействия: линейное ускорение с максимальной амплитудой 22 000g, полушириной  $\sim 1$  мс; угловое ускорение  $\sim 3 \cdot 10^5$  рад/с<sup>2</sup>.*

**Ключевые слова:** электронные взрывательные устройства, перегрузки, лабораторный комплекс

**Введение.** Один из основных факторов, определяющих эффективность боеприпаса, — эффективность работы взрывательного устройства (ВУ), которое входит в состав всех артиллерийских, минометных, гранатометных и реактивных снарядов. Взрывательные устройства могут быть построены на разных принципах, но в последнее время наибольший приоритет получило развитие электронных ВУ. Созданные на новейшей элементной базе микроэлектроники с использованием современных химических источников электрического питания, такие ВУ могут существенно улучшить тактико-технические характеристики боеприпаса [1, 2]. К настоящему времени за рубежом разработаны и уже производятся электронные ВУ, позволяющие совмещать в одной конструкции контактное, неконтактное и дистанционное действие, а также корректировать траекторию полета снаряда. Многофункциональные электронные ВУ там интенсивно разрабатывают с начала 1990-х годов, а в России — с 2000-х годов. При разработке электронных ВУ, кроме прочего, необходимы данные

по стойкости элементной базы и электронных узлов ВУ к перегрузкам. С целью участия в решении этой задачи в СарФТИ НИЯУ МИФИ совместно с РФЯЦ-ВНИИЭФ разработан, изготовлен и введен в эксплуатацию лабораторный комплекс для испытаний электронных устройств на стойкость к перегрузкам на основе баллистической трубы (легкогазовой пушки) калибром 40 мм [3–6]. Импульсы линейных перегрузок в широком диапазоне амплитуд и длительностей формируется за счет торможения снаряда — контейнера с исследуемыми объектами о крешер специальной конструкции. Достигнутые максимальные параметры импульса: пиковая перегрузка  $\sim 70\,000g$ , полуширина  $\sim 0,6$  мс. Параметры импульса перегрузок определяются подлетной скоростью снаряда-контейнера, его массой и конструкцией крешера [3–6].

Комплекс оснащен методиками для измерения скорости снаряда (радиоинтерферометром, лазерным измерителем) и методиками тестирования режимов работы объекта в динамическом режиме. В качестве последних используются проводная методика (одноканальная система) и энергонезависимый ударопрочный FLASH-носитель информации, размещаемый в снаряде-контейнере. Вместе с постопытным тестированием работоспособности применяемые методики позволяют получать всю требуемую информацию об объекте исследования в динамическом режиме [7].

При артиллерийском выстреле снаряд вращается, следовательно, ВУ испытывает наряду с линейными и угловые перегрузки. Кроме того, вращение снаряда используется для активирования источника электрического тока (ИТ) и предварительно-взводящего механизма (ПВМ), входящих в состав ВУ.

Для создания условий испытаний, приближенных к реальному артиллерийскому выстрелу, лабораторный комплекс был модернизирован путем введения в его состав устройства для вращения крешера с блоком автоматического управления.

Цель настоящей работы — описание модернизированного лабораторного комплекса и представление результатов проведенных на нем экспериментов по активации ампульных источников тока российского производства. Следует отметить, что в России такие эксперименты проведены впервые.

**Описание комплекса.** В состав модернизированного комплекса входят:

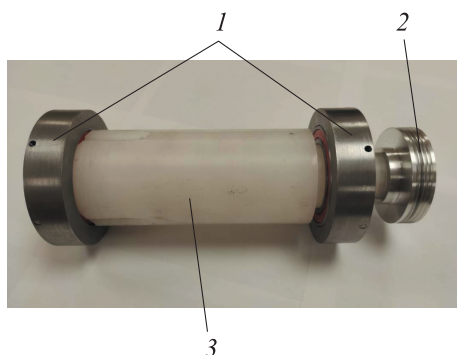
- стенд для формирования перегрузок, включающий легкогазовую пушку калибром 40 мм (рабочий газ — гелий), крешер, устройство для вращения крешера и снаряд-контейнер объемом  $\varnothing 36 \times 50$  мм для размещения исследуемых объектов;
- лазерный измеритель скорости снаряда;

- радиointерферометр;
- осциллографический комплекс.

Описание всех функциональных составляющих комплекса, за исключением устройства для вращения крешера, приведено в [3, 4].

Функциональное назначение устройства для вращения заключается в следующем. До старта снаряда-контейнера крешер должен быть раскручен до заданного числа оборотов. Взаимодействие снаряда с вращающимся крешером приводит к его торможению в направлении движения (линейные перегрузки) и вращению вместе с крешером (угловые перегрузки). Управление процессом осуществляет система автоматического управления (САУ).

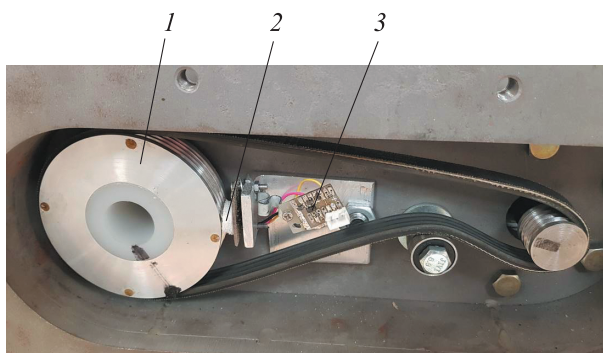
В устройстве крешер закреплен в подшипниках, с одной из сторон на нем установлен шкив. Фото такого сборочного модуля приведено на рис. 1. Модуль крешера вместе с двигателем и ременной передачей размещен в стальном корпусе (рис. 2). Используется синхронный (коллекторный) двигатель переменного тока типа ДК 10-1000. Максимальная мощность двигателя 1 кВт, максимальное число оборотов на холостом ходу 500 об/с.



**Рис. 1.** Сборочный модуль:  
1 — подшипники; 2 — шкив; 3 — крешер



**Рис. 2.** Устройство для вращения крешера



**Рис. 3.** Система измерения скорости:  
1 — магнит; 2 — датчик Холла; 3 — электрическая схема