

УДК 629.785

Алгоритм выбора проектных параметров снарядов-пробойников активно-реактивного типа для движения в грунте

Гусев Евгений Владимирович^(*)

ccg-gus@mail.ru

Заговорчев Владимир Александрович

zagovorchev@mail.ru

Родченко Владимир Викторович

rodchenko47@mail.ru

Садретдинова Эльнара Рамилевна

elnara-5@mail.ru

Шипневская Елизавета Алексеевна

Shipnevskaya.E@gmail.com

Московский авиационный институт, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрен выбор системы основных проектных параметров снарядов-пробойников активно-реактивного типа (СПАРТ). Предложена схема выбора проектных параметров СПАРТ. Разработана схема определения показателя эффективности (целевой функции) при отыскании параметров СПАРТ для движения в грунте, обеспечивающих максимальную глубину проникания при заданной массе топлива.

Ключевые слова: методы проектирования, конструктивные решения, проектные параметры снаряда пробойника

Введение. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования по установке ракетных двигателей твердого топлива на снаряды-пробойники, запускаемые с баллистической установки, показали заметное влияние на эффективность их применения при доставке грузов (образовании скважин) в грунтовое полупространство [1]. В частности, существенно увеличивается глубина проникания таких снарядов-пробойников активно-реактивного типа (СПАРТ) за счет того, что к кинетической энергии, накопленной в стволе пускового устройства, прибавляется работа ракетного двигателя на участке его движения в грунте. При этом на глубину проникания СПАРТ влияют многие факторы, основными из которых являются: а) проектные параметры самого снаряда-пробойника; б) характеристики метательного устройства баллистической установки; в) условия входа и движения СПАРТ в грунтовой среде; г) физико-механические свойства грунта как среды для проникания твердого тела с определенной скоростью [2].

Методы и материалы: разработана логическая схема и алгоритм выбора такой совокупности проектных параметров снарядов-пробойников активно-реактивного и условий его запуска, которая обеспечивает доставку заданной полезной нагрузки на максимальную глубину при удовлетворении экстремального значения некоторого показателя эффективности [3]. В качестве показателя в данном случае могут быть выбраны энергетические, массовые или иные функции, отражающие эффективность применения СПАРТ по назначению. Нелинейный характер математической модели снаряда-пробойника активно-реактивного типа, проникающего в грунт, позволяет сформулировать

задачу оптимизации проектных параметров как нелинейную задачу математического программирования. Неявный вид целевой функции не позволяет эффективно использовать классические методы таких задач. Среди поисковых методов предпочтение отдано методу направленного случайного поиска, что связано с трудностью вычисления частных производных, необходимых для организации градиентного процесса [4, 5].

Результаты. Разработана логическая схемы выбора проектных параметров снарядов-пробойников активно-реактивного и условий его запуска, обеспечивающих доставку полезной нагрузки в грунтовое полупространство оптимальным образом. Приведен алгоритм решения задачи по выбору проектных параметров СПАРТ, способного доставлять потребную полезную нагрузку на максимальную глубину в грунт при заданном энергетическом потенциале, определяемом массой используемого топлива. Выбрана совокупность проектных параметров и условий запуска СПАРТ, однозначно определяющая процесс образования скважины в грунтовом массиве снарядом-пробойником, запускаемым в грунт с баллистической установки и дополнительно снабженным РДТТ, работающим в грунте. Проведены предварительные расчеты по определению облика как метательного устройства (калибр, длина ствола и камеры заряжения, масса навески пороха), так и снаряда-пробойника (масса, внешний диаметр, длина или удлинение, форма или угол раствора конической головной части, угловая скорость вращения СПАРТ при выходе из канала ствола), для двух типов артиллерийских систем.

Заключение. Результаты, изложенные в статье, могут быть полезны для научных работников, аспирантов и инженеров, занятых созданием и эксплуатацией авиационной и ракетно-космической техники, а также может быть полезной для студентов технических вузов, обучающихся по соответствующим специальностям.

Список источников

- [1] Гусев Е.В., Заговорчев В.А., Родченко В.В. Влияние закрутки грунтового реактивного пенетратора на параметры его движения в лунном грунте. *Вестник НПО им. С.А. Лавоочкина*, 2024, № 1 (63), с. 56–62.
- [2] Родченко В.В. *Основы проектирования реактивных аппаратов для движения в грунте*. Москва, МАИ-Принт, 2009, 359 с.
- [3] Аптуков В.Н., Девяткин В.А., Фонарев А.В., Александров М.Ю. Численное и экспериментальное исследование проникания снаряда-пробойника в грунтовый массив. *Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика*, 2012, № 4 (12), с. 5–11.
- [4] Заговорчев В.А. *Метод обоснования технических характеристик многомодульных лунных реактивных пенетраторов*. Дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2015, 144 с.
- [5] Белов Г.В. *Основы проектирования ракет*. Москва, Машиностроение, 1974, 255 с.