**Тема диссертации:**

Решение задачи повышения дальности и точности стрельбы активно-реактивным снарядом на основе математического моделирования и комплексной оптимизации

**Индивидуальный план научной деятельности.**

Аннотация диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Пояснительная записка.

**Актуальность темы.**

В настоящее время тема повышения дальности и точности стрельбы артиллерии является весьма значимой. Основные тенденции современности сводятся к необходимости разработки новых образцов снарядов и военной техники. Не менее важной темой является улучшение уже имеющихся образцов за счет баллистических и конструкторских решений, не меняя при этом основные характеристики военной техники. Для отработки конструкторских решений и оптимизации внутри- и внешнебаллистических факторов снаряда понадобятся дорогостоящие и затратные полигонные испытания, эту проблему можно избежать путем математического моделирования в современных вычислительных системах.

**Научная новизна.**

Для традиционного способа метания снаряда пределы повышения дальности практически исчерпаны. В связи с этим особый интерес представляют новые принципы увеличения дальности полета снаряда, одним из них является активно-реактивный принцип метания. Однако активно-реактивный снаряд при старте работы двигателя за короткий промежуток времени набирает существенную скорость, что способствует увеличению разброса. В качестве решения данной проблемы в работе предлагается добавление ребер на внутренней поверхности сопла в конструкцию двигателя.

Новизной работы является разработанная комплексная математическая модель, включающая в себя устойчивость снаряда, внутри- и внешнебаллистические процессы. Данная особенность модели позволяет провести многопараметрическую оптимизацию с целью увеличения дальности и точности стрельбы. Разработан программно-вычислительный комплекс, реализующий методы и алгоритмы для решения поставленной задачи.

**Практическая значимость.**

Разработанная математическая модель и программный комплекс позволяют сократить объем полигонных испытаний и оценить влияние внутри- и внешнебаллистических факторов снаряда на дальность и точность стрельбы. Разработанный программный комплекс может применяться в научно-исследовательских целях, для предварительных баллистических испытаний в формате численного эксперимента.

**Объект исследования**

Внутри- и внешнебаллистические процессы активно-реактивного снаряда.

**Предмет исследования**

Комплексная оптимизация параметров активно-реактивного снаряда, влияющих на дальность и точность полета активно-реактивного снаряда.

**Цель исследования.**

Разработка математических моделей, вычислительных алгоритмов и программного комплекса для решения задачи повышения дальности и точности стрельбы активно-реактивным снарядом.

**Задачи исследования.**

1. Анализ факторов, влияющих на дальность и точность стрельбы активно-реактивным снарядом.

2. Разработка математической модели внешней баллистики активно-реактивного снаряда с учетом условия устойчивости на всей траектории.

3. Разработка математической модели внутренней баллистики активно-реактивного снаряда внутри ствола орудия.

4. Разработка математической модели внутренней баллистики твердотопливного реактивного двигателя и газогенератора.

5. Постановка и решения задачи аэродинамики обтекания активно-реактивного снаряда с учетом работы реактивного двигателя и газогенератора.

7. Постановка задачи оптимизации аэродинамической формы активно-реактивного снаряда.

8. Постановка задачи комплексной оптимизации параметров активно-реактивного снаряда с целью повышения дальности и точности стрельбы.

9. Реализация математических моделей и алгоритмов в виде программного комплекса для решения задачи повышения дальности и точности стрельбы.

10. Верификация численных расчетов.

11. Исследование пределов повышения дальности стрельбы за счет оптимизации внутри- и внешнебаллистических параметров снаряда, дополнительного ускорителя и выстрела,разработка рекомендаций по повышению дальности стрельбы.

**Планируемые результаты исследования**

1. Разработана математическая модель внешней баллистики активно-реактивного снаряда с учетом условия устойчивости на всей траектории.
2. Разработана математическая модель внутренней баллистики активно-реактивного снаряда.
3. Разработана математическая модель внутренней баллистики твердотопливного реактивного двигателя и газогенератора.
4. Разработана комплексная математическая модель внутренней и внешней баллистики активно-реактивного снаряда.
5. Разработана математическая задачи комплексной оптимизации параметров активно-реактивного снаряда.
6. Реализованы численные алгоритмы решения задач внутренней и внешней баллистики.
7. Реализованы численные алгоритмы решения задачи комплексной оптимизации параметров активно-реактивного снаряда.
8. Разработан программный комплекс баллистического расчета и оптимизации параметров активно-реактивного снаряда.
9. Проведена верификация численных алгоритмов.
10. Решена задача аэродинамики обтекания активно-реактивного снаряда с учетом работы реактивного двигателя и газогенератора.
11. Решена задача оптимизации аэродинамической формы активно реактивного снаряда.
12. Решена задача комплексной оптимизации параметров активно-реактивного снаряда с целью повышения дальности и точности стрельбы.

**Возможность внедрения (использования) результатов исследования в практику работы предприятий, организаций, органов управления, учебный процесс и пр.**

Результатом исследования является программный комплекс для решения конструкторских и прикладных задач с целью увеличения точности и дальности стрельбы активно-реактивным снарядом. Программа может быть полезна для проектных организаций, для проведения научных исследований в области баллистического проектирования и в обучении, например, при моделировании внутренней и внешней баллистики, изучении численных методов, решения дифференциальных уравнений и методов многомерной оптимизации.

**ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН ДИССЕРТАЦИИ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Разделы и подразделы** | **Срок подготовки** |
| Введение |  |
| Глава 1 Математические модели баллистических процессов |  |
| 1.1 Решение задачи внутренней баллистики |  |
| 1.1.1 Постановка задачи внутренней баллистики в стволе орудия |  |
| 1.1.2 Система уравнений внутренней баллистики в стволе орудия |  |
| 1.2 Математическая модель внутренней баллистики реактивного двигателя и газогенератора |  |
| 1.2.1 Основная задача внутренней баллистики реактивного двигателя и газогенератора |  |
| 1.2.2 Расчет параметров реактивного двигателя и газогенератора |  |
| 1.2.3 Расчет вращательного момента реактивного двигателя с ребрами на внутренней поверхности сопла |  |
| 1.3 Решение задачи внешней баллистики |  |
| 1.3.1 Методика решения траекторной задачи |  |
| 1.3.2 Постановка задачи о движении снаряда на траектории |  |
| 1.3.3 Система уравнений движения снаряда |  |
| 1.3.4 Влияние реактивного двигателя и газогенератора на траекторию полета снаряда |  |
| 1.3.5 Методика решения задачи аэродинамики обтекания снаряда |  |
| 1.4. Постановка задачи аэродинамики обтекания снаряда |  |
| 1.4.1 Система уравнений течения вязкого сжимаемого газа |  |
| 1.4.2 Реализация методики численного моделирования задачи обтекания снаряда в пакетах инженерного моделирования |  |
| 1.5 Задача устойчивости снаряда на траектории |  |
| 1.5.1 Постановка задачи устойчивости снаряда, стабилизированного вращением |  |
| 1.5.2 Влияние реактивного двигателя и газогенератора на устойчивость снаряда |  |
| 1.6 Численное решение дифференциальных уравнений внутренней и внешней баллистики |  |
| 1.7 Выводы |  |
| Глава 2. Решение задачи оптимизации параметров активно-реактивного снаряда |  |
| 2.1 Постановка задачи оптимизации параметрических характеристик активно-реактивного снаряда. |  |
| 2.2 Постановка задачи оптимизации аэродинамической формы снаряда. |  |
| 2.3 Решение задачи поиска оптимального угла наклона орудия и времени старта реактивного двигателя |  |
| 2.4 Алгоритмы многомерной оптимизации |  |
| 2.5 Выводы |  |
| Глава 3. Разработка программного комплекса моделирования внутренней и внешней баллистики активно-реактивного снаряда |  |
| 3.1 Структура программного комплекса моделирования внутренней и внешней баллистики |  |
| 3.2 Формат входных и выходных данных |  |
| 3.3 Интерфейс и порядок работы в программном комплексе |  |
| 3.4 Выводы |  |
| Глава 4. Результаты исследования |  |
| 4.1 Результаты решения задачи внутренней баллистики |  |
| 4.2 Результаты решения задачи внутренней баллистики реактивного двигателя и газогенератора |  |
| 4.3 Результаты решения задачи устойчивости активно-реактивного снаряда |  |
| 4.4 Результаты решения задачи оптимизации аэродинамической формы снаряда |  |
| 4.5 Решение задачи комплексной оптимизации внутри- и внешнебаллистических параметров активно-реактивного снаряда |  |
| 4.6 Выводы |  |
| Заключение |  |
| Список литературы |  |