

УДК 629.762

Некоторые вопросы оптимизации совместного проектирования газодинамического выброса летательного аппарата и энергоустройства для его осуществления

Плюснин Андрей Владимирович plumin@bmstu.ru
SPIN-код: 5238-0221

АО «ВПК «НПО машиностроения», Реутов, Россия

Аннотация. Рассмотрен ряд теоретических аспектов инженерного проектирования газодинамического выброса летательных аппаратов из пускового контейнера за счет поршневой силы, создаваемой продуктами сгорания твердотопливного энергоустройства. Представлен теоретический анализ влияния тепловых потерь и эффекта вторичного догорания. Предложены способы оптимизации характеристик работы энергоустройства, основанные на синхронном масштабировании внутрибаллистических параметров. Результаты работы могут применяться для совершенствования существующих методов проектирования и для оптимизации параметров имеющихся систем.

Ключевые слова: летательный аппарат, пусковой контейнер, газодинамический выброс, твердотопливное энергоустройство, внутрибаллистические характеристики

Введение. Цель доклада — совершенствование инженерных методов проектирования газодинамического выброса (ГДВ) летательных аппаратов (ЛА) из пускового контейнера (ПК) под действием продуктов сгорания твердотопливного энергоустройства (ЭУ), поступающих в замкнутое пространство (ЗП) ПК за кормой ЛА [1]. Для ее достижения решены задачи анализа доминирующих энергетических факторов, определяющих эффективность схемы ГДВ ЛА, исследования степени адекватности упрощенных способов учета тепловых потерь и эффекта вторичного догорания, предложен способ оптимизации характеристик ЭУ в случае неполного удовлетворения требованиям, предъявляемым к параметрам движения ЛА в ПК.

Методы и материалы; результаты. При прогнозировании на этапе проектирования диапазона изменения параметров ГДВ ЛА из ПК основное затруднение связано с корректной оценкой тепловых потерь. В инженерной расчетной модели ГДВ [2] теплопотери задаются как некоторая доля от полного притока энергии из ЭУ в ЗП. В отсутствие жестких проектных ограничений и в теоретических целях [2, 3] удобно ограничиваться постоянным значением. В докладе показано, что это допущение с физической точки зрения не вполне состоятельно. Оно не выполняется при наличии в составе начальной среды ЗП кислорода, химическое взаимодействие которого с продуктами сгорания (вторичное догорание) сопровождается большим тепловыделением [1, 4].

Некоторая неопределенность в прогнозировании параметров ГДВ отражается на точности требований к параметрам ЭУ, при этом получение занижен-

ных характеристик ЭУ представляет серьезную проблему. При завышении эффективности ЭУ можно оптимизировать его характеристики, не затрагивая критически конструкцию и не изменяя облик остальной части системы ГДВ. Способы, предложенные в докладе, состоят в синхронном масштабировании базовых (площадь критики сопла, площадь поверхности горения, полный свод заряда) и целевых (массовый расход, давление в камере, время работы) параметров функционирования ЭУ.

Заключение. Проведенный анализ показал, что для существенного уточнения проектных оценок параметров ГДВ ЛА из ПК целесообразно развивать методы прямого численного моделирования соответствующих газодинамических, химических и теплообменных процессов. В независимости от этого, предложенный способ масштабирования параметров внутренней баллистики можно успешно применять на практике для оптимизации характеристик ЭУ.

Список источников

- [1] Ефремов Г.А., Страхов А.Н., Минасбеков Д.А., Горлашкин А.А., Плюснин А.В., Соколов П.М., Бондаренко Л.А., Говоров В.В. Отработка газодинамики подводного старта на наземном газодинамическом стенде предприятия. *Ракетные комплексы и ракетно-космические системы — проектирование, экспериментальная отработка, летные испытания, эксплуатация: сб. тр.* Реутов, АО «ВПК «НПО машиностроения», 2014, с. 65–74.
- [2] Плюснин А.В. Моделирование массорасходных характеристик энергоустройств, обеспечивающих газодинамический выброс летательного аппарата с заданными параметрами. *Математическое моделирование и численные методы*, 2017, № 1, с. 55–77. <https://doi.org/10.18698/2309-3684-2017-1-5577>
- [3] Плюснин А.В. Математические методы оптимального выбора линейно нарастающих по времени массорасходных характеристик энергоустройств, обеспечивающих газодинамический выброс летательного аппарата с заданными параметрами. *Математическое моделирование и численные методы*, 2019, № 3, с. 57–85. <https://doi.org/10.18698/2309-3684-2019-3-5785>
- [4] Плюснин А.В. Учет эффекта вторичного догорания при расчетах систем газодинамического выброса летательного аппарата. *Математическое моделирование и численные методы*, 2014, № 3, с. 55–73.