

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Кагенова Ануара Магжановича «Математическое моделирование взаимодействия сверхзвуковых многоблочных струй посадочного модуля с поверхностями», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертация Кагенова А.М. посвящена важной теме по исследованию газодинамических процессов при взаимодействии сверхзвуковых многоблочных струй с поверхностями. Тема является **актуальной**, в связи с использованием таких струй в ракетно-космической технике, в частности, у тормозных двигателей посадки на поверхность планет, при старте ракет и т.д.

Работ в этом направлении пока явно недостаточно. Можно отметить монографию Н.Ф. Кудимова, А.Ф. Сафронова, А.Н. Третьякова «Прикладные задачи газодинамики и теплообмена в энергетических установках ракетной техники», в которой приводятся результаты численного и экспериментального исследования взаимодействия моноблочных турбулентных сверхзвуковых струй с преградой. Эта работа анализирует струйную газодинамику при старте изделий ракетно-космической техники. Диссертант провел исследование газодинамики взаимодействия многоблочных струй с преградами в разреженной атмосфере, при посадке космического аппарата на планету Марс. При этом, параметры при посадке существенно отличаются от земных условий по числам Маха на срезе сопел, степенью нерасчетности, конфигурациям посадочных модулей и т.д. В работе диссертант рассмотрел все основные этапы математического моделирования при реализации вычислительного комплекса. На его основе, соискатель выполнил серию расчетов на суперкомпьютере НИ ТГУ с большим числом ячеек (десятки миллионов). Проанализировал сложные, возникающие ударно-волновые структуры, при взаимодействии трехмерного, вязкого, турбулентного течения от истекающих четырех струй и взаимодействующих с посадочной площадкой.

Особое внимание заслуживает исследование эффекта «lift loss» в случае разреженной среды и распределения силовых нагрузок и на посадочную поверхность и на поверхность спускаемого аппарата. Выполненные газодинамические исследования, в зависимости от ряда параметров, являются **новыми** и дают более полную информацию о структуре течений в процессе посадки.

В качестве замечаний нужно отметить следующее:

1. Как отмечается, величины тяг тормозных двигателей могут отличаться в несколько раз. Поэтому полезно было бы рассмотреть динамику изменения структур течения и силовые нагрузки на аппарат при варьировании уровней тяг во всем их диапазоне.

2. В автореферате не уделено достаточного внимания некоторым важным вычислительным особенностям, возникающие на границах расчетной области.

Несмотря на сделанные замечания, диссертация Кагенова А.М. представляет собой завершенное исследование, которое вносит большой вклад в исследования газодинамики при взаимодействии многоблочных струй с поверхностями в условиях разреженности.

Судя по автореферату, диссертация Кагенова А.М. «Математическое моделирование взаимодействия сверхзвуковых многоблочных струй посадочного модуля с поверхностями», соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы, а ее автор заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата физико-математических наук.

Я, Липанов Алексей Матвеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Кагенова Ануара Магжановича, и их дальнейшую обработку.

Главный научный сотрудник отдела 7
Института прикладной математики
им. М.В. Келдыша РАН,
Академик РАН, доктор технических наук

Липанов Алексей Матвеевич

Подпись А.М. Липанова удостоверяю.
Учёный секретарь Совета, к.ф.-м.н. А.И. Маслов.

Подпись:

Дата: 05.12.2017

125047, Москва, Миусская пл., д.4, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН
тел.: +7 (499) 978-13-14

