

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию Савеловой Карины Эдуардовны, выполненную на тему  
«Регулярное и маховское отражение скачков уплотнения с энерговыведением»

и представленную на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук по научной специальности

1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертация К.Э. Савеловой посвящена анализу взаимодействия газодинамических разрывов (а именно, регулярному и маховскому отражению скачков уплотнения) при возможном наличии импульсного энерговыведения, а также изменении химического состава газовой смеси на поверхностях сильных скачков.

Теоретическая значимость проведенного исследования заключается в том, что оно вносит заметный вклад в построение общей теории взаимодействия газодинамических разрывов с импульсным энерговыведением. Автором диссертационной работы впервые проанализированы критерии смены типа отражения скачков уплотнения при возможности энерговыведения и изменения химического состава газа (проявляющего себя математически в виде изменения показателя адиабаты) на главном скачке. Впервые разработаны и верифицированы приближенно-аналитические модели, позволяющие оценить высоту главного скачка, другие параметры ударно-волновой структуры и интегральные параметры поля течения с маховским отражением при наличии упомянутых выше эффектов. Теоретический анализ, проведенный в представленной работе, является дальнейшим развитием идей научной школы в области взаимодействия газодинамических разрывов, созданной В.Н. Усковым и поддерживаемой его учениками.

Практическая значимость результатов диссертационной работы основана на том, что явления, связанные со стационарной детонацией газовой смеси, математически описываемой как импульсное энерговыведение, и другими физико-химическими превращениями, изменяющими показатель адиабаты газа, имеют место, главным образом, на сильных скачках уплотнения, возникающих при движении с высокими сверхзвуковыми скоростями. Таковыми являются, в первую очередь, сильные главные скачки, образующиеся при маховском отражении и отличающиеся крайне высокими значениями температуры газа при крайне низких давлениях торможения в потоках за ними. В диссертационной работе показано, каким образом данные особенности течения газа могут быть использованы при теоретическом обосновании перспективных реактивных двигателей комбинированного типа для высокоскоростных сверхзвуковых летательных аппаратов, проанализирована неоднозначность решений для образующихся ударно-волновых структур.

Результаты, представленные в диссертации, опубликованы в 27 научных работах, из них 3 – в журналах, входящих в перечень рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК, 8 – в изданиях, индексируемых в международных базах научного цитирования Web of Science и SCOPUS (включая три статьи в журналах первого и второго квартилей):

1. Чернышов М.В., Савелова К.Э., Федосенко Н.Б. Экстремальное регулярное отражение косых скачков уплотнения и бегущих ударных волн // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2019. Вып. 3-4. С. 96-104.
2. Chernyshov M.V., Murzina (Savelova) K.E., Matveev S.A., Yakovlev V.V. Shock-wave structures of prospective combined ramjet engine // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 618. Paper No. 012068. 10 pp.
3. Chernyshov M.V., Kapralova A.S., Savelova K.E. Ambiguity of solution for triple configurations of stationary shocks with negative reflection angle // Acta Astronautica. 2021. Vol. 179. Pp. 382-390.
4. Savelova K.E., Alekseeva M.M., Matveev S.A., Chernyshov M.V. Shock-wave structure of prospective combined jet engine // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1959. Paper No. 012043. 9 p.
5. Chernyshov M.V., Savelova K.E., Kapralova A.S. Approximate Analytical Models of Shock-Wave Structure at Steady Mach Reflection // Fluids. 2021. Vol. 6. Issue 9. Paper No. 305. 18 p.
6. Chernyshov M.V., Kapralova A.S., Matveev S.A., Savelova K.E. Stationary Mach Configurations with Pulsed Energy Release on the Normal Shock // Fluids. 2021. Vol. 6. Issue 12. Paper No. 439. 16 p.
7. Alekseeva M.M., Matveev S.A., Savelova K.E., Chernyshov M.V. Interaction of Steady Gasodynamic Discontinuities and Waves on Supersonic Gas Jet Flows from Rocket Engines // AIP Conference Proceedings, 2021. Vol. 2318. Pp. 060004-1 – 060004-8.
8. Чернышов М.В., Савелова К.Э. Приближенно-аналитическая модель струйного течения с маховским отражением и импульсным энерговыделением на главном скачке // Известия вузов. Авиационная техника. 2023. № 1. С. 49-60.
9. Chernyshov M.V., Savelova K.E. An Approximate Analytical Model of Jet Flow with Mach Reflection and Pulsed Energy Supply at the Main Shock // Russian Aeronautics. 2023. Vol. 66. No. 1. Pp. 51-63.
10. Лаптинская М.М., Савелова К.Э., Чернышов М.В. Методы управления ударно-волновыми структурами во входном сечении высокоскоростного воздухозаборника летательного аппарата // Инженерный журнал: наука и инновации. 2023. № 2 (134). 12 с.



11. Chernyshov M.V., Savelova K.E. An Approximate Analytical Model of a Jet Flow with Mach Reflection and Pulsed Energy Supply at the Main Shock // Fluids. 2023. Vol. 8. Issue 4. Paper No. 132. 16 p.

Кроме того, результаты диссертационной работы представлены на 24 научно-технических мероприятиях, включая следующие конференции всероссийского и международного уровня, на трёх из которых К.Э. Савелова была удостоена почётных дипломов по результатам докладов, сделанных ей лично:

- 1) VII Всероссийская молодежная научная конференция «Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики» (Томск, 2018);
- 2) XLIV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 2019);
- 3) 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика» (Москва, 2020);
- 4) Международная научная конференция по механике «IX Поляховские чтения» (Санкт-Петербург, 2021);
- 5) Международная научная конференция “PETER 2021: New Models and Hydrocodes for Shock Wave Physics” (Лондон, 2021)
- 6) 20-я Международная конференция «Авиация и космонавтика» (Москва, 2021);
- 7) XLV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 2021);
- 8) XXXIII научно-техническая конференция по аэродинамике (Жуковский, 2022);
- 9) XXVI Всероссийский семинар с международным участием по струйным, отрывным и нестационарным течениям (Санкт-Петербург, 2022);
- 10) XLVII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 2023);
- 11) Всероссийский научный симпозиум по проблемам аэромеханики и газовой динамики, посвящённый 100-летию со дня рождения академика Горимира Горимировича Чёрного (Москва, 2023);
- 12) X Международный научно-практический симпозиум «Безопасность космических полетов» (Space Flight Safety), Санкт-Петербург, 2023;
- 13) XXXIX Сибирский теплофизический семинар (Новосибирск, 2023);
- 14) XIII Всероссийский съезд по теоретической и прикладной механике (Санкт-Петербург, 2023);

15) VII Минский международный симпозиум по физике ударных волн, горения и детонации (Минск, 2023).

В ходе работы над диссертацией Карина Эдуардовна проявила себя как самостоятельный исследователь, обладающий личной порядочностью, научной добросовестностью и большой работоспособностью, способный ставить перед собой конкретные цели и добиваться их выполнения. В качестве ответственного исполнителя ряда научно-исследовательских работ К.Э. Савелова показала своё умение продуктивно работать в творческом коллективе и добиваться выполнения целей проектов в поставленные сроки. К.Э. Савелова хорошо подготовлена математически, владеет современными компьютерными технологиями, умеет успешно решать как теоретические, так и прикладные задачи.

Диссертационная работа К.Э. Савеловой полностью соответствует паспорту специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы. Она представляет собой завершённое научное исследование, выполненное самостоятельно, имеющее существенное теоретическое и прикладное значение, удовлетворяющее всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На основании изложенного считаю, что К.Э. Савелова заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Профессор кафедры «Плазмогазодинамика и теплотехника» (А9)

Балтийского государственного технического университета

«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,

доктор технических наук,

кандидат физико-математических наук, доцент



М.В. Чернышов

*Подпись М.В. Чернышова*

*Действительный секретарь М.Н. Овчинникова*

