

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Литвиненко Юрия Алексеевича

«Экспериментальные исследования неустойчивости пограничного слоя, струйных течений и микроструйного горения»,

представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.9 – «механика жидкости, газа и плазмы»

В диссертации Литвиненко Юрия Алексеевича экспериментально изучены различные режимы неустойчивости пограничного слоя для круглых и плоских микроструй, как в случае отсутствия внешних воздействий на них, так и в случае влияния поперечного потока или акустического поля, а также при горении этих микроструй. Тема диссертационного исследования является актуальной, так как понимание механизма ламинарно-турбулентного перехода позволяет управлять устойчивостью и турбулизацией пограничных слоев и течения струйных потоков, что особенно важно для авиационной техники. Кроме того, актуальность темы исследований также связана с решением проблемы устойчивости горения газообразных топлив в микроструях, в том числе путем акустического воздействия.

В автореферате диссертации отражено решение следующих задач. Приведено краткое содержание литературного обзора, в котором выполнен анализ теоретических и экспериментальных работ, посвященных исследованиям перехода течения в пристенных и струйных течениях к турбулентному режиму. Описана методика пространственно-временной термоанемометрической визуализации при проведении экспериментов в контролируемых условиях. Представлена методика синхронизированной лазерной визуализации струйных течений с использованием периодического сигнала с акустическим воздействием, методика PIV-измерений комплексом производства Сигма-Про, методика теневых исследований микроструйного горения с использованием теневого прибора ИАБ-451. Продемонстрированы результаты экспериментальных и численных исследований нелинейных стадий ламинарно-турбулентного перехода, связанных с возникновением трехмерных структур типа Λ - или Ω -образных вихрей. Приведены результаты исследования механизма турбулизации круглой макроструи с «ударным» профилем скорости на срезе сопла, показаны стадии взаимодействия полосчатых структур с тороидальными вихрями Кельвина – Гельмгольца вниз по потоку. Продемонстрировано, что изменением частоты акустического воздействия на струю можно изменять размеры тороидальных вихрей. Экспериментально исследовано влияние начальных условий на срезе сопла на структуру и характеристики развития круглой и плоской макроструй, изучен механизм возникновения и развития вихревых структур в свободной круглой струе и круглой струе, развивающейся в поперечном сдвиговом потоке. Также исследован механизм развития плоских и круглых микроструйных течений при малых числах Рейнольдса во внешнем акустическом поле, изучено влияние

начальных условий на срезе сопла и акустического воздействия на структуру и характеристики развития ламинарной и турбулентной круглой и плоской макро- и микроструи без горения и при горении.

Полученные в диссертационной работе результаты обладают научной новизной, так как в ней впервые показан и проанализирован механизм нелинейного разрушения полосчатой структуры, связанный с высокочастотными возмущениями для различных мод неустойчивости. Также полученные результаты показали роль осесимметричных кольцевых вихрей и полосчатых структур в круглой струе в интенсификации процессов смешения струи с окружающим газом и ее распада. Также в этой работе впервые показано, что взаимодействие полосчатых структур с вихревыми структурами ламинарной плоской струи приводит к генерации Ω -образных вихрей. Впервые установлено, что характеристики восприимчивости ламинарной и турбулентной струй к акустическим возмущениям близки. Новизна полученных данных состоит также в том, что были впервые изучена структура развития свободной круглой микроструи с развитием бифуркации под действием внешнего акустического поля, а также что развитие свободной микроструи заметно отличается от характерных этапов развития макроструи. Впервые экспериментально показано отличие в восприимчивости внешних акустических колебаний для круглой и плоской микроструй. Установлено, что ориентация бифуркации круглой микроструи зависит от положения источника акустических колебаний, а для плоской микроструи ориентация задается положением большей стороны сопла. Впервые экспериментально определены параметры, приводящие к бифуркации диффузионного факела при горении круглой и плоской микроструй пропана под воздействием внешнего акустического поля.

Теоретическая и практическая значимость полученных в диссертационной работе результатов заключается в том, что полученные знания позволили объяснить особенности механизма развития и разрушения микроструйных течений, в том числе при наличии процесса горения.

К автореферату имеются следующие замечания:

1. На странице 25 в выводах к Главе 8 указано: «1. Обнаружено, что присоединенное диффузионное горение пропана в круглой ламинарной макроструе с «ударным» профилем скорости на срезе сопла не восприимчиво к внешним акустическим возмущениям». Здесь следовало бы уточнить, что в данном случае идет речь об акустических возмущениях умеренной интенсивности, так как при их большой интенсивности могут возникать эффекты растяжения и срыва пламени, приводящие к его гашению.

2. На этой же странице (вывод № 5) приведено: «Показано, что воздействие внешнего акустического поля на процесс диффузионного горения пропана и кинетического горения смеси пропан/воздух в плоской микроструе, истекающей из сопла малого удлинения ($l/d = 10$),...». Словосочетание «кинетическое горение» здесь лишнее, так как в этом контексте имеется ввиду горение предварительно перемешанной смеси пропан/воздух.

Указанные замечания, однако, не снижают общей положительной оценки автореферата, основных результатов работы, их научной новизны и значимости.

Автореферат позволяет заключить, что диссертационная работа «Экспериментальные исследования неустойчивости пограничного слоя, струйных течений и микроструйного горения», представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.9 «механика жидкости, газа и плазмы», соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор, Литвиненко Юрий Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.9 – «механика жидкости, газа и плазмы».

Я, Палецкий Александр Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Литвиненко Юрия Алексеевича, и их дальнейшую обработку.

Ведущий научный сотрудник
лаб. кинетики процессов горения
ИХКГ СО РАН
д.ф.-м.н.,

Палецкий Александр Анатольевич

тел. (383) 333-33-46,
+7(913)737-87-86
e-mail: paletsky@kinetics.nsc.ru

Дата: «04» октября 2021 г.

Подпись Палецкого Александра Анатольевича заверяю:

Ученый секретарь ИХКГ СО
к.ф.-м.н.

А. П. Пыряева

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук (ИХКГ СО РАН)
630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, д. 3
(383) 330-91-50; referent@kinetics.nsc.ru
www.kinetics.nsc.ru