

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

доктора физико-математических наук, профессора
Веденеева Василия Владимировича

на диссертационную работу Ашурова Дениса Абдулвагабовича
«Модальный и немодальный рост возмущений в некоторых
гидродинамических течениях», представленную на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертация Д.А. Ашурова посвящена исследованию механизмов модального и немодального роста возмущений в гидродинамических течениях, в частности в пограничных слоях с градиентом давления над податливыми покрытиями и в круглых затопленных струях. Актуальность темы обусловлена высокой практической значимостью задач управления ламинарно-турбулентным переходом в различных инженерных приложениях.

В первой главе выполнен подробный обзор литературы по двум основным направлениям: влиянию податливых покрытий на устойчивость пограничных слоев и немодальному росту возмущений в струйных течениях.

Вторая глава посвящена теоретическому исследованию линейной устойчивости пограничных слоев с градиентом давления, обтекающих монолитное вязкоупругое податливое покрытие. Автором использована полная модель покрытия как монолитного слоя вязкоупругого материала, что позволило учесть продольные перемещения и поведение возмущений внутри него. Показано, что применение податливых покрытий позволяет существенно (до 41%) затянуть ламинарно-турбулентный переход в пограничном слое с благоприятным градиентом давления, причем основной эффект обусловлен не изменением критического числа Рейнольдса, а модификацией инкрементов нарастания возмущений.

В третьей главе проведен детальный анализ пространственных возмущений в круглых затопленных струях. Д.А. Ашуровым рассчитаны стационарные оптимальные возмущения в затопленной струе в пространственной постановке и детально описан немодальный механизм роста возмущений. Для стационарных возмущений подтвержден классический закон квадратичного роста энергии ($\propto Re^2$), обнаружены и объяснены пространственные осцилляции энергии, связанные с взаимодействием наименее затухающих мод. Выявлены и описаны два различных механизма немодального роста в струйных течениях: механизм «shift-up» для возмущений с азимутальным числом $m = 1$ и механизм «lift-up» для возмущений с $m \geq 2$.

Четвертая глава посвящена комплексному экспериментальному и теоретическому исследованию немодального механизма роста возмущений в затопленной ламинарной струе. Впервые экспериментально идентифицирован и исследован немодальный механизм роста возмущений в струйном течении, являющийся аналогом механизма «lift-up» в пристенных течениях. Показано, что данный механизм может приводить к новому сценарию перехода к турбулентности, отличному от классической неустойчивости Кельвина-Гельмгольца.

Экспериментальные данные качественно и количественно согласуются с результатами теоретического анализа оптимальных возмущений. Также исследован отклик ламинарной затопленной струи на гармоническое воздействие в рамках резольвентного подхода.

Д.А. Ашуоров проявил себя как талантливый и целеустремленный исследователь, способный к самостоятельной научной работе. Он активно и упорно работал в течение всего периода обучения в аспирантуре, в результате чего были получены новые научные результаты. Автор полностью владеет техникой проведения вычислительных экспериментов, самостоятельно разрешил все возникающие технические вопросы.

Основные результаты диссертации опубликованы в 6 печатных работах, из них 5 статей опубликованы в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus и РИНЦ, в том числе в двух статьях в журналах первого квартала (J. Fluid Mech., Physics of Fluids). Результаты работы Д.А. Ашуорова получили положительную оценку на многочисленных конференциях и семинарах.

Диссертационная работа Ашуорова Дениса Абдулвагабовича «Модальный и немодальный рост возмущений в некоторых гидродинамических течениях» выполнена на высоком научном уровне, носит законченный характер и может быть рекомендована к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9.Механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертационную работу Ашуорова Д.А. можно рекомендовать к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9.Механика жидкости, газа и плазмы.

Даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Научный руководитель:
доктор физико-математических наук (по специальности 01.02.05),
профессор кафедры гидромеханики
механико-математического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
Заместитель директора по НИР
НИИ механики МГУ.
(119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 52,
тел. +7(495) 939-52-83, e-mail: [REDACTED] [REDACTED]

_____/ В.В. Веденев /

«4» ноября 2025 г.

Подпись профессора В.В. Веденева заверяю:
декан механико-математического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
член-корреспондент РАН, профессор

_____/ А.И. Шафаревич /

