

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук Гареева Линара Рафаиловича
на тему: «Исследование механизмов нарастания возмущений в струйном
течении»
по специальности 1.1.9. «Механика жидкости, газа и плазмы»**

Диссертация Гареева Л.Р. посвящена актуальной задаче эволюции возмущений в струйных течениях. Эта задача важна для детального понимания механизмов перехода от ламинарного течения к турбулентному в затопленных струях. Особенно интересен немодальный механизм перехода, по которому очень мало известных результатов. В качестве практической значимости можно отметить возможность создания струй с большим ламинарным участком, что может использоваться в высокоточных производствах электроники, оптики и других областях промышленности для реализации чистых зон.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 117 наименований.

Во введении обосновывается актуальность темы исследований, рассмотрена новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, указаны положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов, а также личный вклад автора.

В первой главе проведен обзор литературы по экспериментальным и теоретическим исследованиям модального и немодального роста возмущений в сдвиговых течениях.

Во второй главе приведено детальное описание экспериментального оборудования для реализации струи с большим ламинарным участком. Также приведено описание методов измерений: термоанемометрия, PIV. Следует отметить, что здесь приведены оценки погрешности измерений.

В третьей главе сначала приведены результаты линейной теории устойчивости для полученного профиля скорости в создаваемой струе

(п. 3.1). Следует отметить, что рассматриваемая в диссертации струя имеет профиль, существенно отличный от профиля Пуазейля. Это приводит к другим характеристикам устойчивости профиля и большому ламинарному участку такой струи, что, в свою очередь, позволяет экспериментально исследовать эволюцию возмущений на ламинарном участке.

В п. 3.2 приведены результаты экспериментальных исследований развития гармонических возмущений в указанной струе, которые создавались специальным механическим способом. Приводится сравнение (п. 3.3) измеренных величин с теоретическими: длин волн возмущений первой (из-за периферийных точек перегиба) и второй (из-за внутренней точки перегиба) ветви; профилей возмущений скорости первой ветви; рост возмущений в продольном направлении для первой и второй ветви. В целом сравнение показало хорошее согласование расчетных и экспериментальных результатов, за исключением профилей возмущений второй ветви (не приведены в работе).

В четвертой главе предложен способ создания немодальных стационарных возмущений для указанной струи с разными амплитудами и разными азимутальными волновыми числами. Это стало возможным из-за довольно длинного ламинарного участка такой струи благодаря специальному профилю базового течения. Показано, что возмущения растут линейно, а не экспоненциально (как модальные возмущения). Эти результаты, по-видимому, можно считать наиболее интересными в диссертации. Проведено качественное сравнение с теоретическими результатами для оптимальных возмущений. В целом, впервые удалось для указанной струи четко и определенно идентифицировать немодальный механизм роста возмущений и, по-видимому, ламинарно-турбулентного перехода.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в работе.

Диссертация написана достаточно четко и ясно. Автореферат соответствует тексту диссертации.

Основная научная новизна работы состоит в том, что впервые экспериментально определены характеристики немодального механизма ламинарно-турбулентного перехода в струйном течении. Кроме того, для модального роста возмущений в струе проведено сравнение экспериментальных данных с теоретическими, которое показало хорошее согласование.

Все результаты, выносимые на защиту, являются новыми. Достоверность результатов подтверждается сравнением результатов расчетов с результатами экспериментальных данных. Следует также отметить, что основные результаты опубликованы в ведущих российских и мировых журналах, таких как «Доклады РАН», «Journal of Fluid Mechanics».

В качестве замечаний можно отметить следующие:

1) Экспериментальный профиль скорости не является автомодельным по продольной оси, меняется положение точек перегиба. Поэтому возникает вопрос о погрешности, вызванной изменением базового течения по продольной оси.

2) В главе 4 возмущения в струю вводятся с помощью стационарных дефлекторов, которые формируют возмущения заданной амплитуды. На рисунках 4.14 и 4.15 указаны картины возмущений с двумя начальными амплитудами – 0.05 и 0.1. Однако, при разных амплитудах наблюдаются существенно различные картины возмущений в поперечной плоскости.

3) В работе нет оценки повторяемости характеристик возмущений, а в главе 4 полезно было бы более четко определить: действительно ли возмущения являются стационарными.

4) В главе 4 коэффициент роста оптимальных возмущений в теории составил около 30, а в эксперименте 1-5. Такое различие объяснено неоптимальностью вводимых возмущений. Однако, в идеале хотелось бы

получить более хорошее согласование расчетных и экспериментальных данных.

5) В работе приведено заключение, но нет выводов с заключительными цифрами.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.1.9. «Механика жидкости, газа и плазмы» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Гареев Линар Рафаилович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. «Механика жидкости, газа и плазмы».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
доцент, заместитель начальника отделения по теоретическим и физическим исследованиям-начальник отдела №4, отделение аэродинамики, Федеральное автономное учреждение «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского»

Судаков Виталий Георгиевич

25.11.2024

Контактные данные:

тел.: [REDACTED], e-mail: [REDACTED]

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Адрес места работы:

140180, Московская обл., г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 1,
Федеральное автономное учреждение «Центральный
аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского»,
отделение аэродинамики

Тел.: [REDACTED]; e-mail: [REDACTED]

Подпись сотрудника ФАУ «ЦАГИ»
Судакова Виталия Георгиевича удостоверяю:

Ученый секретарь диссертационного совета
ФАУ «ЦАГИ», д.ф.м.н. [REDACTED]

26.11.2024

М.А. Брутян

