

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
доктора физико-математических наук, профессора
Веденеева Василия Владимировича

на диссертационную работу Гареева Линара Рафаиловича
«Исследование механизмов нарастания возмущений в струйном течении»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.1.9 – «Механика жидкости, газа
и плазмы».

Во время учебы в аспирантуре механико-математического факультета МГУ и работы в лаборатории экспериментальной гидродинамики НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова Л.Р. Гареев провёл серию выдающихся экспериментальных исследований по изучению механизмов роста возмущений в затопленных струях, которые легли в основу диссертационной работы.

Работа состоит из четырёх глав. В первой главе проводится обзор литературы по имеющимся исследованиям роста возмущений в сдвиговых течениях, преимущественно в струйных.

Вторая глава посвящена описанию экспериментальной установки, на которой проводятся дальнейшие эксперименты, и методам измерений. Основой является разработанная А.А. Павельевым и А.И. Решминым схема формирования струйных течений, которые создают ламинарную струю с длинной ламинарной областью, имеющей при этом достаточно большой диаметр, что делает удобным проведение в ней тонких экспериментов по развитию возмущений в струе.

Третья глава посвящена изучению модального механизма роста возмущений, для чего в установку, формирующую струю, устанавливается колеблющееся кольцо для внесения контролируемых синусоидальных возмущений с заданной частотой и амплитудой. Проведены визуализация течения и измерения термоанемометром для получения характеристик растущих возмущений. Проведено сравнение с теоретическими расчётами и показано их количественное соответствие. Следует отметить, что в отличие от пристенных течений, до сих пор в литературе не удавалось экспериментально подтвердить теоретический линейный анализ устойчивости, и роль нелинейных механизмов в переходе в реальных струях была неясна. Данные результаты впервые валидируют линейную теорию устойчивости для струйных течений и доказывают, что главным механизмом роста является линейный рост возмущений.

В четвертой главе изучается немодальный механизм роста возмущений, для чего в струю устанавливаются специальные конструкции-дефлекторы. Проводятся измерения термоанемометром и PIV-измерения для анализа роста

вносимых возмущений. Анализ развития разных компонент скорости показывает, что возмущения растут по немодальному механизму, что впервые идентифицирует его в струйном течении. Кроме того, установлено, что переход к турбулентности также происходит иным способом, нежели через классический рост и разрушение волн неустойчивости Кельвина-Гельмгольца.

Л.Р. Гареев активно и упорно работал всё время обучения в аспирантуре, в результате чего им получены научные результаты мирового уровня. Он полностью овладел техникой эксперимента и самостоятельно решал все возникающие технические вопросы.

Основные результаты диссертации изложены в 28 печатных работах, из них 5 статей опубликованы в изданиях, индексируемых Web of Science, Scopus или RSCI, в том числе в двух статьях журнала из первого квартиля (J. Fluid Mech.). Результаты работы Л.Р. Гареева были доложены и положительно оценены на множестве конференций.

Диссертация Л.Р. Гареева выполнена на высоком научном уровне и носит законченный характер. Её содержание соответствует специальности 1.1.9 — «Механика жидкости, газа и плазмы» и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационная работа «Исследование механизмов нарастания возмущений в струйном течении» Гареева Линара Рафаиловича может быть рекомендована к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. «Механика жидкости газа и плазмы».

Я, Веденеев Василий Владимирович, даю 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, профессор кафедры гидромеханики механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, заместитель директора по НИР НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова.

(119991, Ленинские горы, д. 1, телефон +7(495) 939-52-83, e-mail:

_____)

/ В.В. Веденеев
«9» сентября 2024 г.

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



/ А.И. Шафаревич