

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

диссертационного совета Д 003.053.01 при ИТ СО РАН о диссертационной работе Мулляджанова Рустама Илхамовича «Устойчивость и когерентные структуры в струйных и отрывных течениях жидкости», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

1. Диссертационная работа выполнена в Лаборатории физических основ энергетических технологий ИТ СО РАН (лаб. 7.4).
2. Диссертационная работа посвящена теоретическому и численному исследованию структуры струйных и отрывных течений жидкости и газа, изучение гидродинамической устойчивости и определение характеристик основных, наиболее энергонесущих когерентных структур, а также выявлению важнейших факторов, влияющих на характеристики течения и процессы тепломассопереноса.

В процессе выполнения были поставлены и решены следующие задачи:

- развитие теории затопленных ламинарных неосесимметричных закрученных струйных течений, вызванных точечным источником массы, импульса и момента импульса;
- теоретическое исследование устойчивости классической затопленной струи Ландау к бесконечно малым возмущениям;
- численное исследование динамики и свойств когерентных структур в турбулентном струйном течении, а также анализ влияния внешних условий, включая закрутку потока и резкое изменение расхода жидкости или газа, на характеристики ближнего поля струи;
- численное исследование взаимодействия когерентных и стохастических пульсаций в отрывном потоке за круглым цилиндром;
- численный анализ роли вторичных течений и когерентных структур в струйных и отрывных потоках в щелевой геометрии.

3. Основные результаты, полученные Мулляджановым Р.И.:

- найдено аналитическое решение линеаризованных уравнений для дальнего поля струи, представляющее собой возмущение точного решения Ландау, которое определяется поперечными компонентами вектора момента импульса и соответствует неосесимметричной струе;
- решена линейная задача устойчивости для затопленной ламинарной струи, соответствующей точному решению Ландау, которая позволила предложить критерий

оценки местоположения ламинарно-турбулентного перехода и впервые получить хорошее количественное соответствие между линейной теорией и экспериментальными данными;

– на основе эмпирического ортогонального разложения и численного моделирования систематически показано, что спиральные бегущие волны являются наиболее энергонесущими вихревыми структурами в дальнем поле затопленной турбулентной струи, характеристики которых могут быть предсказаны в рамках задачи линейной теории устойчивости, сформулированной для турбулентного течения;

– посредством численного моделирования исследованы механизмы интенсификации процессов перешивания, вовлечения сторонней жидкости в ядро потока слабозакрученной струи, которое совершает небольшие колебания относительно оси симметрии, что приводит к наблюдаемому явлению вращения вихревого ядра в противоположном направлении;

– на основе численного моделирования исследованы переходные процессы в соосной кольцевой закрученной струе при резком изменении расхода жидкости, что позволило установить, что наблюдаемый гистерезис режимов в случае реагирующего потока может быть связан с формированием вторичной зоны рециркуляции около кромки сопла;

– при помощи численного моделирования рассчитаны смешанные корреляции когерентных и стохастических компонент поля скорости в отрывном течении при наличии крупномасштабных пульсаций в зоне рециркуляции, при этом впервые показано, что их значение не растет с увеличением числа Рейнольдса;

– на основе численного моделирования обнаружено, что в щелевых струйных и отрывных течениях помимо крупномасштабного квазидвумерного течения присутствуют продольные вихри, и впервые показано, что эти структуры ответственны за интенсивный тепломассоперенос поперек узкой щели.

Научные результаты и выводы, послужившие основой диссертации и выносимые на защиту, получены соискателем самостоятельно. Автор проводил лично или непосредственно участвовал в теоретическом анализе, проведении численных расчетов, обработке и анализе полученных данных и подготовке результатов исследований к публикации.

Экспертная комиссия рекомендует принять к защите диссертационную работу Мулладжанова Р.И. «Устойчивость и когерентные структуры в струйных и отрывных течениях жидкости» по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы,

по физико-математическим наукам в диссертационном совете Д 003.053.01 при ИТ СО
РАН.

Председатель комиссии:

д.ф.-м.н., профессор



Чекмарев С.Ф.

Члены комиссии:

д.т.н., профессор



Терехов В.И.

д.ф.-м.н.



Трифонов Ю.Я.