

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ключнева Никиты Викторовича "Численное исследование устойчивости поперечно – периодических течений жидкости и газа", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07- вычислительная математика

Эффект снижения сопротивления при турбулентном обтекании оребренных поверхностей известен уже более сорока лет. В настоящее время оребрение (риблетирование) считается действенным экономичным способом снижения сопротивления, по крайней мере, плавающих тел. Тем не менее экспериментальные данные по ламинарно-турбулентному переходу на риблетированных поверхностях носят противоречивый характер. Теоретические исследования таких течений, в частности, численные, получили продвижение в самое последнее время. Поэтому тематика диссертации несомненно актуальна. При этом следует сказать, что в этом направлении работы диссертанта вместе с его руководителем Ю.М. Нечепуренко и А.В. Бойко носят пионерский характер.

Основным результатом диссертации можно считать выполненное диссертантом развитие и обоснование предложенной А.В. Бойко и Ю.М. Нечепуренко комплексной вычислительной технологии для расчета характеристик устойчивости течений несжимаемой жидкости над поперечно оребренными поверхностями. В частности, разработана суперкомпьютерная реализация расчетов критических чисел Рейнольдса в рамках энергетической и модальной линейной теорий устойчивости, а также оценка возможности докритического перехода, основанного на локальном по времени росте некоторой суммы неортогональных мод, характеризуемом интегральным критерием, который в работе называется *амплификацией*.

Переход к суперкомпьютерным вычислениям в сочетании с алгебраической редукцией систем большой размерности и грамотным использованием быстрых алгоритмов является ключевым моментом, позволившим диссертанту провести многопараметрическое исследование устойчивости течения Пуазейля в плоском канале с оребренной стенкой и получить важные для практики результаты. В частности, было дано объяснение неоднозначного влияния оребрения на переход, оцениваемый в рамках различных теорий гидродинамической устойчивости – линейной модальной и немодальной и энергетической.

В качестве замечаний можно отметить следующее.

1. Реальные размеры канавок- риблет примерно на два порядка меньше характерного размера течения, например, толщины пограничного слоя. Между тем из автореферата неясно, в каком интервале эти соотношения выбирались в расчетах. Поскольку несоответствие этих соотношений в некоторых экспериментальных работах привело к вполне объяснимому выводу, что риблеты повышают сопротивление трения.



2. Упоминание о течениях газа в названии не по существу, так как действительный переход к газу потребовал бы рассмотрения системы Навье-Стокса для теплопроводного сжимаемого флюида, что на порядки усложнило бы соответствующее рассмотрение, например, уравнений энергетического баланса для возмущений.

3. Для параметра, называемого в работе *амплификацией*, в зарубежной литературе покамест нет установившегося термина. Так как диссертант вместе со своими соавторами по существу являются отечественными пионерами в немодальной теории устойчивости, то им не стоило бы внедрять это название в качестве термина.

Реферат дает законченное представление о содержании диссертации, новизне и возможностях дальнейшего использования полученных диссертантом результатов.

Как следует из приведенного списка литературы, результаты диссертации достаточно полно опубликованы, в частности, в журналах из списка ВАК РФ, докладывались на конференциях различного уровня. Известно, что они получили положительную оценку специалистов.

В этой связи можно сделать вывод, что Никита Викторович Ключнев несомненно заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07- вычислительная математика.

Главный научный сотрудник  
ИВТ СО РАН  
д.ф.-м.н., профессор



/Ю.Н.Григорьев/

Подпись профессора Ю.Н. Григорьева заверяю.  
Ученый секретарь ИВТ СО РАН  
к.ф.-м.н.



/Д.В. Есипов /