

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

диссертационного совета Д 003.035.02 при ИТПМ СО РАН
о диссертационной работе Семенова Александра Николаевича
«Численное моделирование малых возмущений в сверхзвуковом
пограничном слое»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертация Семенова Александра Николаевича «Численное моделирование малых возмущений в сверхзвуковом пограничном слое», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, посвящена исследованию развития малых возмущений по времени и пространству в сверхзвуковых пограничных слоях на плоской пластине.

В диссертации решались следующие задачи:

1. Применение эволюционного метода, основанного на развитии возмущений во времени для задачи об устойчивости пограничного слоя.
2. Использование эволюционного метода в задаче о влиянии направленного вдува на наиболее растущие волны при числе $M=2$ на плоской пластине.
3. Исследование взаимодействия произвольно ориентированной в пространстве медленной акустической волны со сверхзвуковым пограничным слоем.
4. Численное моделирование развития малых возмущений от одного или двух источников периодических возмущений вниз по потоку внутри пограничного слоя и сравнение с результатами экспериментов, выполненных при близких к расчетным параметрам набегающего потока.

5. Исследование линейного развития, локализованного в пространстве и времени, единичного возмущения различной длительности в сверхзвуковом пограничном слое при $M=2$ на плоской пластине.

Наиболее существенные научные результаты диссертации состоят в следующем:

1. Реализован, верифицирован и впервые применён эволюционный метод для решения двумерной задачи об устойчивости пограничного слоя. На основе этого метода решена задача о влиянии направленного вдува газа через пористую поверхность на устойчивость сверхзвукового пограничного слоя.
2. Численно исследовано взаимодействие произвольно ориентированной в пространстве медленной акустической волной и сверхзвукового пограничного слоя с помощью прямого численного моделирования. Было установлено, что амплитуда колебания полной скорости превосходит в несколько раз амплитуду колебания давления внутри пограничного слоя и на стенке. Также было получено, что наибольшие значения амплитуды колебания скорости внутри пограничного слоя при малых числах Рейнольдса ($Re < 500$) достигаются для акустической волны, скользящей и падающей на пластинку под углами 30 градусов одновременно. В этом случае рост амплитуд может достигать 10-ти кратного значения.
3. Численно исследовано развития и интерференции вводимых возмущений от одного и двух точечных источников в сверхзвуковом пограничном слое на плоской пластине с числом Маха 2.5, которое показало, что для одиночного источника пульсаций волновые характеристики развития неустойчивых возмущений, полученные в расчетах, соответствуют ранее выполненным экспериментам в сверхзвуковом пограничном слое на плоской пластине. В случае двух источников, вводящих возмущение синхронно, в результате

интерференция имеет место последовательность нескольких узлов и пучностей в β -спектрах. Эксперимент показал аналогичный результат.

4. Результаты численного моделирования, локализованного в пространстве и времени возмущения, выявили, что скорость переднего фронта пятна возмущений в 2 раза превосходит скорость заднего фронта. Результаты моделирования подтверждают сценарий развития локализованных возмущений, когда на фронтах формируются пульсации вниз по потоку. Это качественно согласуется с результатами, полученным при малых дозвуковых скоростях.

Рассмотрев содержание диссертации, комиссия пришла к выводу, что тема диссертации, а также ее содержание, соответствуют научной специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы, а также ученой степени по физико-математическим наукам.

По теме диссертации опубликована 21 работа, в том числе 8 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. В данных публикациях в должной мере отражены основные научные результаты работы. Основные результаты диссертации докладывались на 8 всероссийских и 8 международных конференциях. Полученные соискателем ученой степени результаты в полной мере представлены в отечественных и зарубежных рецензируемых изданиях, требования к публикациям, предусмотренные пунктами 11, 13 «Положения о присуждении ученых степеней» соблюдены.

Все результаты, представленные в работе, получены при участии автора. Автору принадлежит: создание, распараллеливание, верификация и проведение численного моделирования на основе эволюционного метода; проведение всех этапов прямого численного моделирования, от построения

геометрии, создания расчетной сетки, проведение расчета и анализа полученных данных; прямое численное моделирование проводилось как для двумерных, так и для трехмерных постановок задачи на плоской пластине; обработка, анализ и опубликование представленных численных данных. Материалы других авторов, использованные в диссертации Семенова А.Н., во всех случаях содержат ссылку на источник и удовлетворяют требованиям пункта 14 «Положения о присуждении ученых степеней». Комиссия не обнаружила в диссертации научных работ, выполненных соискателем в соавторстве, на которые бы не были даны ссылки на соавторов.

Экспертная комиссия рекомендует принять к защите диссертационную работу Семенова А.Н. «Численное моделирование малых возмущений в сверхзвуковом пограничном слое» по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Председатель комиссии:

профессор, д.ф.-м.н.

Козлов В.В.

Члены комиссии:

профессор, д.ф.-м.н.

Косинов А.Д.

чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.

Бойко А.В.