

О Т З Ы В

на автореферат диссертации **Любимова Д.Л.** “Анализ турбулентных и струйных отрывных течений в элементах ТРД комбинированными RANS/LES –методами высокого разрешения”, представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

Диссертация Любимова Д.А. развивает довольно новую, несмотря на высокий мировой уровень, проблематику, связанную с разработкой вихреразрешающих методов высокого порядка аппроксимации - комбинированных моделей Прандтля и крупных вихрей применительно к расчету струйных и вихревых течений в элементах двигательных установок. Работа, безусловно, фундаментальная именно в части развития авторской методологии, но во многом она сформулирована как ориентированная на прикладные проблемы аэрогазодинамики и акустики. Не вызывает сомнений квалификационная состоятельность диссертации. Она, в частности, содержит необходимые сравнения с экспериментами в части сверхзвуковых струйных течений. Вообще в работе много задач по специальности. Апробация приемлемая. По автореферату следует сделать несколько замечаний.

1. Работа сформулирована, как не имеющая предшественников и прототипов. Однако только упоминание DES (модели отсоединенных вихрей) вызывает ассоциацию с работами школы М.Х.Стрельца. Хотя понятно, что эта проблема во многом связана с ограниченностью пространства автореферата.

2. Опять же целесообразно было конкретизировать пределы применимости разрабатываемой модели по числам Рейнольдса, Маха, Прандтля и др. Нет комментариев по внешней турбулентности и по масштабу турбулентности.

3. Вообще игнорируется сегодняшнее состояние моделирование по URANS (нестационарным осредненным по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса). Как они замыкаются? Почему именно на таких моделях замыкания автор сконцентрировал свое внимание и чем плохи другие модели, например, MSST, реализованные в пакетах CFX и Fluent?

4. Аналогичный вопрос по LES. Почему нет комментариев о выборе моделей, ведь их много?

5. Отсутствует обсуждение вопросов с моделированием LTP – о ламинарно-турбулентном переходе. Он автору не нужен?

6. А что происходит в пристеночной области и как она разрешается, каковы пристеночные граничные условия?

7. Хотелось бы большего количества тестов и сравнений с известными в литературе результатами. Ведь вопросы потери точности на схемах второго порядка и вопросы эффективности расчетов остались за пределами автореферата.

Несмотря на сделанные замечания, представленная диссертационная работа является законченным научным исследованием, представляющим крупный вклад в моделирование струйных и отрывных течений в элементах двигательных установок с помощью разработанных комбинированных URANS/LES моделей с применением схем высокого порядка дискретизации. Работа удовлетворяет квалификационным требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор **Любимов А.Л.** заслуживает присвоения ему ученой степени доктора физико-математических наук по 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Зав.лаб. фундаментальных исследований,
профессор кафедры механики СПбГУ ГА,
д.ф.-м.н., профессор
Подпись Исаева С.А. заверяю

