

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
Соломатина Романа Сергеевича

«Численное моделирование процессов высокоскоростного смешения и горения в неоднородных топливо-воздушных смесях», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертация Соломатина Р. С. посвящена решению актуальных научных проблем, связанных с развитием авиадвигателестроительной отрасли, обусловленным постоянно растущими требованиями к параметрам двигательных и энергетических установок. Одно из направлений развития - повышение скоростей потоков в камерах сгорания до сверхзвуковых значений.

Автором разработана новая численная модель турбулентного смешения и горения в высокоскоростных газовых потоках. Модель смешения основана на использовании гибридного явно-неявного подхода к моделированию турбулентности, который позволяет получать нестационарное решение с разрешением вихревых структур в основной расчетной области, при этом оставаясь в рамках осредненного подхода вблизи стенок.

В качестве модели турбулентности используется модель Спаларта-Аллмараса, которая позволяет обеспечить высокую точность результатов при моделировании пристеночных течений. Химические реакции между газовыми компонентами моделируются с помощью детального кинетического механизма, включающего реакции, имеющие зависимость скорости, как от температуры, так и от давления. Использование данного механизма позволяет получать правильные значения задержек самовоспламенения и тепловыделения в широком диапазоне давлений, температур и коэффициентов избытка топлива, что важно при моделировании реакций в предварительно неперемешанных смесях. Разработанная модель была реализована в виде вычислительных алгоритмов и программных модулей, интегрированных в программный комплекс для моделирования пространственных течений потоков вязкого сжимаемого многокомпонентного газа на многопроцессорных ЭВМ с использованием технологии распараллеливания MPI. Проведена тщательная верификация и валидация программных разработок путем численного решения модельных задач и сравнения результатов с известными данными. Проведено моделирование процессов сверхзвукового смешения и горения в камере сгорания Барроуса-Куркова. Проведен сравнительный анализ результатов с экспериментальными и расчетными данными других авторов. Результаты расчетов с использованием реализованной модели хорошо согласуются с экспериментальными данными и не уступают в точности альтернативным расчетам других авторов, что позволяет говорить о том, что модель может быть использована для решения более сложных комплексных задач. Полученные новые численные результаты позволили автору сделать выводы, представляющие интерес для специалистов:

-для проведения расчетов с использованием вихреразрешающих подходов необходимо использовать численные схемы, обладающие низкой схемной вязкостью;


- при численном моделировании для получения качественных результатов при формировании нестационарных турбулентных структур необходимы расчетные сетки с очень высокой разрешающей способностью;
- пограничные слои имеют существенную толщину при сверхзвуковых скоростях течений, что оказывает сильное влияние на процессы смешения, а следовательно, и горения, поэтому должны разрешаться максимально точно.


Несмотря на то, что предложенная вычислительная модель является очень сложной, она адекватно описывает процессы смешения и горения при сверхзвуковых скоростях и обладает широкими возможностями для модификаций, которые могут быть использованы как для улучшения качества текущих результатов, так и для расширения области применения модели.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

1. Среди целей диссертации указана “разработка модели высокоскоростного смешения и горения...”. Видимо речь идет о создании строгой математической модели. А в выводах речь идет только о численной модели. Чем вызвано такое несоответствие?
2. Из автореферата неясно, каким образом определяется давление в смеси.
3. При тестировании численной методики автором используются расчетные сетки на порядок грубее, чем у зарубежных авторов, чем это вызвано?
4. Что означает выражение ” ... в прямоугольном периодическом канале...”

В целом, анализ автореферата и публикаций соискателя свидетельствует о том, что диссертационная работа Соломатина Р.С. является завершенным научным исследованием, содержит новые научные результаты, заслуживает положительной оценки и соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям, а ее автор Соломатин Р.С. - присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Заведующий лабораторией динамики многокомпонентных сред
НИИ Механики Нижегородского
Национального исследовательского
университета им. Н.И. Лобачевского д.ф.-м.н., профессор  Кочетков А.В

Ведущий научный сотрудник
НИИ Механики Нижегородского
Национального исследовательского
университета им. Н.И. Лобачевского к.ф.-м.н., с.н.с.  Абузаров М.Х.

603950, Нижний Новгород,
пр. Гагарина, 23, корпус 6,
Тел.: 8831 4656611
E-mail: kochetkov@mech.unn.ru

Подписи д.ф.-м.н., профессора _ Кочеткова Анатолия Васильевича и
к.ф.-м.н., с.н.с Абузарова Мустафы Хасьяновича

Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского
Подпись удостоверю
« 03 » 11 20 20
Сотрудник 