

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Задаулы Акерке Еркиновны на тему «Численное моделирование высокоскоростного течения в камере сгорания со вдувом возмущенной струи»,
предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074600 - Космическая техника и технологии».

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы); 2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы); 3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).	Диссертация выполнена в рамках следующих проектов - программа грантового финансирования фундаментальных исследований в области естественных наук «Численное моделирование пространственных турбулентных сжимаемых течений со вдувом струй и твердых частиц» (2018-2020 гг., №ГР 0118РК00461). - программа грантового финансирования исследований по проекту «Жас ғалым» АР22686488 «Численное моделирование детерминистически возмущенной системы неизобарических сверхзвуковых струй в спутном потоке» 2024-2026 гг.
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта.	Работа вносит существенный вклад в науку и ее важность хорошо раскрыта и подтверждается публикациями по теме исследований в рейтинговых журналах, а также в докладах на международных конференциях.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) высокий; 2) средний;	Уровень самостоятельности пп – высокий , это подтверждается получением всех основных результатов непосредственно

4.	Принцип внутреннего единства	3) низкий;	автором работы, а также публикациями статей в международных рейтинговых журналах по теме исследований, проводимых в работе.
		4) самостоятельности нет.	
		4.1 Обоснование актуальности диссертации:	Актуальность диссертации обоснована в полном объеме . Диссертационная работа посвящена одной из ключевых проблем в аэродинамике и авиационного двигателестроения – исследованию эффективных методов интенсификации смешения топлива с окислителем в камерах сгорания прямоточных воздушно-реактивных двигателей (ПВРД). Учитывая возрастающий интерес к разработке сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов, исследование процессов турбулентного смешения и возможности его управления с помощью детерминистического возмущения представляет собой актуальную и востребованную научную задачу. Данная тематика особенно значима в контексте повышения эффективности ПВРД при одновременном снижении их конструктивной сложности и себестоимости.
		1) обоснована;	
		2) частично обоснована;	
		3) не обоснована.	
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения, которые отражают тему диссертации в полном объеме.
		1) отражает;	
		2) частично отражает;	
		3) не отражает.	

		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:	Основной целью диссертации является численное моделирование и изучение механизмов улучшения смешения вдуваемой сверхзвуковой неизобарической струи со сверхзвуковым спутным потоком с введением детерминистического возмущения на струе на основе осредненных по пространству трехмерных уравнений Навье-Стокса для совершенного газа с использованием LES моделирования. Основные задачи работы следующие: – разработать численную модель и выполнить численное моделирование вдува изобарической сверхзвуковой сжимаемой струи в спутный поток с дополнительными усилениями на струе с целью улучшения смешения. – осуществить численное моделирование вдува системы неизобарических (недорасширенных) сжимаемых сверхзвуковых возмущенных струй в спутный поток с целью выявления влияния основных параметров струи и потока на закономерности смешения, а также анализа воздействия дополнительного детерминистического возмущения на рост и формирование слоя смешения. обозначенные в работе цель и задачи соответствуют теме диссертации.
		1) соответствуют;	
		2) частично соответствуют;	
		3) не соответствуют.	
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Диссертация логично структурирована и включает: введение, пять глав, заключение и список использованных источников. В
		1) полностью взаимосвязаны;	

		2) взаимосвязь частичная;	первой главе выполнен аналитический обзор современных подходов к моделированию турбулентных струйных течений и методов активного управления смещением. Вторая глава содержит математическую постановку задачи, описание расчетной области и используемых численных методов. В третьей главе представлены результаты верификации модели по сравнению с доступными экспериментальными и численными данными. Четвертая и пятая главы посвящены анализу влияния различных параметров возмущения, чисел Маха и нерасчетность тестируемых струй на структуру течения и эффективность смещения. Главы логически связаны между собой и позволяют последовательно проследить переход от постановки задачи к интерпретации полученных результатов.
		3) взаимосвязь отсутствует.	
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	В диссертации показана применимость спектральных граничных условий, способных генерировать анизотропную турбулентность на входе для сверхзвукового течения, также предложено введение детерминистического возмущения на струе, как способ улучшения смещения струи со спутным потоком при сверхзвуковом истечении. В данной диссертации все решения аргументированы и приведен критический анализ .
		1) критический анализ есть;	
		2) анализ частичный;	
		3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;	
		4) анализ отсутствует.	

5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми?	Научные результаты являются частично новыми , поскольку представленная в работе методология решения трехмерных уравнений Навье-Стокса была апробирована авторами нескольких диссертационных работ, а предложенный способ улучшения смешения сверхзвуковой струи с потоком посредством введения детерминистического возмущения достаточно хорошо исследован в дозвуковых течениях. Тем не менее, для сверхзвуковых течений этот способ остается малоизученным.
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	Основные выводы диссертации следующие: - внедрение в численную модель механизма возбуждения струи детерминистическим возмущением с контролируемыми параметрами (амплитуда, частота, форма сигнала), что позволяет моделировать эффект целенаправленного воздействия на структуру турбулентного течения; - установление диапазонов амплитудно-частотных характеристик возбуждающих воздействий, при которых достигается наибольшая эффективность перемешивания компонентов струи в сверхзвуковом потоке; - исследование влияния и степени нерасчетности струи и числа Маха на формирование ударно-волновой структуры, зону и интенсивность смешения; - выявление закономерностей формирования когерентных структур в
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

			зависимости от параметров возбуждающего воздействия. Приведенные выше выводы являются полностью новыми и соответствуют полученным результатам проведенных исследований.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	Технические и технологические решения являются частично новыми , поскольку численный код, используемый при расчётах, разработан и апробирован авторами лаборатории компьютерного моделирования, в которой производились все численные эксперименты в рамках данной диссертации, тем не менее данный компьютерный код был доработан соискателем в соответствии с условиями поставленных проблем в диссертационной работе.
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (куолитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	При численном моделировании, производимом для поставленных проблем в данной диссертационной работе соискатель ссылался на авторов работ, которые находятся в доступности в библиотеке сети Интернет. Также при верификации сформулированной проблемы в качестве эталонного использовались опытные данные известного эксперимента. Таким образом, все основные выводы в диссертации основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	Основные положения, выносимые на защиту в данной диссертации доказаны, не

	7.1 Доказано ли положение?	тривиальны и являются частично новыми, так как детерминистическое возмущение, вводимое с целью улучшения смещения достаточно хорошо исследовано в дозвуковых течениях. Тем не менее для случая сверхзвукового истечения, которое является предметом данного исследования, вышеупомянутая методология является недостаточно изученной на сегодняшний день. Механизмы улучшения скорости смещения, исследованные в работе, имеют широкое применение, в частности, в авиации, при проектировании камер сгорания ПВРД. Положения доказаны посредством публикации восьми работ: три публикации в научных изданиях, входящих в перечень рекомендованных ККСОН МОН РК, две публикации в рейтинговых научных изданиях, индексируемых Scopus (импакт-фактор не менее $IF=0.40$), а также три публикации в материалах международных конференций.
	1) доказано;	
	2) скорее доказано;	
	3) скорее не доказано;	
	4) не доказано;	
	5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.	
	7.2 Является ли тривиальным?	
	1) да;	
	2) нет;	
	3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.	
	7.3 Является ли новым?	
	1) да;	
	2) нет;	
	3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.	
	7.4 Уровень для применения:	
	1) узкий;	
	2) средний;	
	3) широкий;	
	4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	
	7.5 Доказано ли в статье?	
	1) да;	
	2) нет;	
	3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	

8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	Выбор методологии достаточно подробно описан во введении, где отображена актуальность работы, и обоснован при непосредственном проведении численного моделирования поставленной проблемы и при анализе полученных результатов.
	Достоверность источников и предоставляемой информации	1) да;	
		2) нет.	Используемый в диссертации компьютерный код постоянно модернизируется, в зависимости от условий моделируемых с его помощью проблем, вместе с тем сама методология решения осредненных трехмерных уравнений Навье-Стокса для сжимаемого течения с использованием ENO-схемы высокого порядка точности является современным инструментом при решении проблем, описываемых данными уравнениями.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	
		1) да;	
		2) нет.	
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):	Для сформулированной в диссертации численной модели производилась обязательная процедура верификации путем сравнения полученных численных результатов с известными экспериментальными данными.
		1) да;	
		2) нет.	
		8.4 Важные утверждения подтверждены /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу

		8.5 Используемые источники литературы достаточны /не достаточны для литературного обзора.	Проведенный в работе литературный обзор является обширным и охватывает большинство исследований по теме диссертации, включая и те, что были опубликованы не позднее трех лет. Таким образом использованные источники литературы достаточны для литературного обзора.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Предложенная численная модель и разработанная методология ее реализации могут быть использованы при проектировании и оптимизации камер сгорания ПВРД, в том числе с целью активного управления процессом смешения.
		1) да;	
		2) нет.	Полученные результаты расширяют возможности численного прогнозирования течений в условиях сверхзвуковых скоростей и могут быть применены в аэрокосмической технике при разработке перспективных двигательных установок.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	
		1) да;	
		2) нет.	Предложения для практики в диссертационной работе являются частично новыми , поскольку рассмотренные проблемы представлены в безразмерном виде. Тем не менее при четком обозначении размерностей физических величин можно обозначить точный диапазон практического применения результатов данного исследования.
		9.3 Предложения для практики являются новыми:	
10.	Качество написания и оформления	1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма:	Качество академического письма высокое .
		1) высокое ;	
		2) среднее;	

		3) ниже среднего;	
		4) низкое.	
11.	Замечания к диссертации	Имеются некоторые замечания, которые не влияют на ценность и качество диссертации.	
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	Научный уровень статей докторанта по теме исследования – высокий и соответствует тематике изложения материала диссертации.	
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Присудить степень доктора философии (PhD) или доктора по специальности «6D074600 - Космическая техника и технологии».	

Официальный рецензент: Доктор технических наук, профессор, заведующий научно-производственной лабораторией "Моделирование в энергетике" в НАО "КазНТУ им. К.И.Сатпаева"



Жапбасбаев У.К.

Подпись Жапбасбаева У.К. заверяю

