

Отзыв

официального оппонента

доктора физико-математических наук Чиркова Алексея Юрьевича
на диссертационную работу Григоровского Вячеслава Валерьевича
«Формирование разнофункциональных покрытий низкотемпературным,
гетерогенным, сверхзвуковым потоком»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Диссертационная работа Григоровского Вячеслава Валерьевича посвящена исследованию процессов, протекающих при формировании защитных покрытий низкотемпературным, гетерогенным, сверхзвуковым потоком и свойств таких покрытий.

Актуальность темы диссертационной работы

Разработка новых методов нанесения различных защитных покрытий с высокими эксплуатационными свойствами в настоящее время востребовано в промышленности, а соответствующие новые технологии способствуют улучшению продукции различных отраслей.

Рассматриваемая в настоящей работе технология нанесения покрытий имеет преимущества по сравнению с наиболее популярными газотермическими методами, обусловленные сравнительно низкой температурой и высокой кинетической энергией частиц наносимого покрытия. Для высокотемпературных методов (газопламенный, детонационной и др.) характерна высокая химическая активность несущего газа, что оказывает отрицательное воздействие на исходные компоненты создаваемого покрытия, снижая его качество.

Поэтому диссертация Григоровского В.В., направленная на исследование особенностей низкотемпературной технологии нанесения покрытий в основе метода которой лежит использование сверхзвуковых потоков, является актуальной.

Объём диссертационной работы составляет 155 листов. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Работа содержит 42 рисунка, 7 таблиц и список литературы из 167 наименований.

Общая характеристика работы

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы, её научная и практическая значимость, достоверность и обоснованность результатов.

В первой главе проводится критический анализ высокотемпературных газотермических методов формирования защитных покрытий и соответствующих технологии. Приведены принципиальные схемы устройств, реализующие эти методы. Рассмотрены преимущества и недостатки каждого из них. В результате сравнительного анализа обоснованы преимущества низкотемпературного газодинамического метода (НТГДМ).

Во второй главе описываются физические основы НТГДМ и его реализация на лабораторном оборудовании.

Третья глава посвящена разработанной математической модели неизотермического гетерогенного потока при наличии межфазного теплообмена. Представлена приближенная математическая модель расчёта течения при натекании сверхзвукового гетерогенного потока на плоскую преграду, и проанализированы режимы инерционного движения частиц в сжатом слое. Также проводится анализ течения в ускорителях с удлинённым выходным каналом.

В четвертой главе проведен анализ механизма взаимодействия сверхзвукового гетерогенного потока с поверхностью.

В пятой главе изложены и проанализированы характеристики ряда защитных композиционных покрытий, полученных с применением НТГДМ – технологии. Проведён анализ влияния сформированных на лабораторном стенде покрытий на механические свойства материалов.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты проведённых исследований.

Анализ материалов диссертации Григоровского Вячеслава Валерьевича позволяет сделать вывод, что в ней содержится ряд нижеперечисленных научно-методических разработок, имеющих несомненную научную и практическую **новизну**.

1. Предложен оригинальный метод и средства формирования разнородных покрытий низкотемпературными сверхзвуковыми гетерогенными потоками и разработана производственная технология на их основе.

2. Исследован процесс формирования низкотемпературных сверхзвуковых гетерогенных потоков в профилированных газодинамических ускорителях удлиненной формы.

3. Установлены новые закономерности формирования покрытий низкотемпературным сверхзвуковым гетерогенным потоком с учётом термогазодинамики и теплообмена в зоне удара высокоскоростных частиц с подложкой.

4. Разработана математическая модель и методика численного анализа для прогнозирования характеристик сверхзвуковых гетерогенных потоков и механических, химических и теплофизических свойств сформированных покрытий.

Работа написана грамотным научно-техническим языком, подача материала структурирована и логична. В то же время в тексте работы замечены некоторые **недостатки**, перечисленные ниже.

1. На стр. 71 величина n расшифрована как «количество частиц в определенном объеме». Из вида формулы возникает вопрос, какова конфигурация этого объема?

2. На стр. 72 сообщается, что «система уравнений решается при помощи итерационного метода с использованием ЭВМ». Следовало хотя бы кратко описать алгоритм. Далее, на стр. 73 приводятся уравнения движения частиц в виде разностного аналога. В связи с этим возникает вопрос о том,

соответствуют ли они явной схеме? А также, как выбирался шаг, и проверялась устойчивость решений?

3. Заключение содержит много избыточной информации, такой, на которой вполне можно и не делать акцент, подчеркивая выводы по работе. Наиболее значимые и конкретные результаты описаны в пп. 4 и 8. П. 2 также очень важен, но в нем, как будто, не хватает основных характеристик установки.

4. В некоторых местах текста нарушен порядок следования ссылок. В частности, на стр. 42 ([90,138]), на стр. 46 ([46, 143...148]). В позиции [138] в списке литературы замечена опечатка в фамилии автора. Также обширная и разнородная библиография по методам и средствам определения комплекса параметров потока и характеристик покрытий (ссылки [45...79] на стр. 50) представляется избыточной.

5. Имеются недочеты представления графического материала. Так на стр. 47– 48 не все элементы схем, обозначенные цифрами на рис. 2.2 и 2.3 пояснены в тексте, в подрисуночных подписях они вовсе не расшифрованы. На стр. 127 неудачно представлены результаты в виде диаграммы. Эта же диаграмма в автореферате (Рисунок 6) содержит дефект отображения числовых данных.

6. Имеются огрехи форматирования текста и пунктуации при формулах, например, на стр. 96. На стр. 55 опечатка в обозначении проинтегрированной функции ошибок в формуле (2.11).

Отмеченные замечания не снижают ценности результатов и не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение по диссертационной работе

Диссертация Григоровского Вячеслава Валерьевича на тему «Формирование разнофункциональных покрытий низкотемпературным, гетерогенным, сверхзвуковым потоком», является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему.

Результаты диссертационной работы отражены в 3 научных изданиях, включенных в перечень ВАК Минобрнауки РФ по специальности 1.3.14. Результаты прошли апробацию, в том числе, на 5 научно-технических конференциях. Научные положения, выводы и рекомендации, содержащиеся в диссертации всесторонне обоснованы, достоверность результатов не вызывает сомнений.

Автореферат и опубликованные работы соответствуют основному содержанию и выводам диссертации.

По научному уровню полученных результатов, содержанию и оформлению, диссертация Григоровского Вячеслава Валерьевича полностью соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Заведующий кафедрой «Теплофизика»

МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.ф.-м.н.

105005, Москва, 2-ая Бауманская ул., стр. 1

chirkov@bmstu.ru

Чирков Алексей

Юрьевич

01.12.2025

Подпись Чиркова А.Ю. заверяю

ведущий специалист по персоналу:

Шагабудинов И. В. ШАГАБУДИНОВ И. В.



С отзывом ознакомлен

5.12.25 *Григорьевский В.В.* (Григорьевский В.В.)