

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Понькина Евгения Игоревича
«Кумуляция энергии при безударном сжатии двумерной мишени для
термоядерного синтеза», представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы

В диссертации Понькина Е.И. исследуются свойства двумерных течений газа и параметры его кумуляции при безударном сжатии специального призматического объема (мишени) для термоядерного синтеза.

Существует ряд подходов для исследования подобных течений. Самым проработанным и широко используемым является анализ решений, полученных при помощи универсальных программно-вычислительных комплексов, основанных на методах конечных объемов или конечных разностей. Такой подход обеспечивает универсальность, возможность рассмотрения реальных свойств веществ, но обладает рядом недостатков, связанных, в частности, с наличием численных неустойчивостей при рассмотрении быстропротекающих физических процессов.

В представленной работе для математического описания сжатия рассматриваемой мишени используется другой подход: строится решение исходной начально-краевой задачи об истечении политропного газа (γ – показатель политропы газа) в вакуум на кривой стенке (α – угол наклона кривой стенки к оси абсцисс) при $t > 0$, а далее построенное локально-аналитическое решение используется при $t < 0$ для описания области локальной кумуляции газа, возникающей при сжатии двумерного призматического объема. Рассмотренный в работе подход к исследованию решений сформулированной задачи был разработан и развит научной школой академика А.Ф. Сидорова. Этот подход позволяет не только подробно исследовать свойства решения исходной задачи, но и построить законы движения поршней, сжимающих газ.

В отличие от вышеупомянутых методов численного моделирования, представленный метод позволяет вывить наиболее тонкие свойства решений, он не зависит от сетки, однако далек от универсальности.

Актуальность темы данной работы связана с необходимостью проведения аналитических и численных исследований для постановки эксперимента по безударному сжатию мишеней для Лазерного термоядерного синтеза (ЛТС). Таковые исследования помогут определить условия успешного зажигания термоядерной смеси, и дать рекомендации по конкретным конфигурациям мишени для управляемого термоядерного синтеза.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что впервые построено локально-аналитическое решение системы уравнений газовой динамики, описывающее двумерные течения разрежения при истечении политропного газа в вакуум с косої стенки для произвольных значений α и γ в пространстве физических автомодельных переменных, что позволило выполнить газодинамический анализ течений разрежения и сжатия, показать зависимость конфигурации течения разрежения и условия возникновения градиентной катастрофы при сжатии газа в специальном объеме от параметров α и γ . Представленные теоретические результаты дополняют теорию безударного сжатия специальных призматических объемов.

Практическая значимость заключается в приведенных в работе рекомендациям по конкретным конфигурациям мишеней для управляемого термоядерного синтеза. Упомянутые рекомендации получены в результате анализа построенных локально-аналитических решений, описывающих сжатие политропного газа в специальном призматическом объеме и их газодинамических характеристик.

Выделим следующие результаты диссертационной работы, отраженные в автореферате:

- Построено локально-аналитическое решение начально-краевой задачи о разлете политропного газа в вакуум на косої стенке при $t > 0$ в общем несогласованном случае, дан критерий определения значения показателя политропы, для которого значение функции $c_1(\xi)$ можно построить в явном виде для любых значений $0 < \alpha < \pi/2$;
- Представлен газодинамический анализ построенного решения как для положительного, так и для отрицательного направления течения времени, что соответствует разлету газа в вакуум на косої стенке и сжатию соответственно. В интерпретации на сжатие показано, что режим безударного сильного сжатия переходит в ударную волну при достижении критического значения скорости звука, зависящего от значения α и γ ;
- Полученные локально-аналитические решения исходной задачи в согласованном случае использованы для построения законов движения проницаемых и непроницаемых поршней, сжимающих водород в специальном призматическом объеме с косої стенкой. Определены параметры кумуляции газа и мощности энергозложения в мишень.

К замечаниям автореферата Е.И. Понькина можно отнести следующее:

- Тема диссертации недостаточно точно указывает на содержание работы, заявляя излишне широкий круг вопросов, как будто подлежащих изучению;
- В автореферате, к сожалению, не приводятся ссылки даже на ключевые работы, рассмотренные в литературном обзоре диссертации;
- Положения, выносящиеся на защиту, изложены в виде списка фактов, внешне никак не связанных друг с другом и с выполненной соискателем работой, что затрудняет их восприятие как результат научного труда;
- На рисунке 6б приведенный график энергозатрат не является графиком монотонной функции, что не отражает предполагаемый характер сжатия. Возможно, это результат численных осцилляций, при графическом представлении данных;
- Исследование проведено при существенном предположении об идеальности газа, что существенно ограничивает область применения полученных решений. В работе никак не рассмотрены возможные варианты использования полученных результатов при анализе течений в реальных мишенях.

В целом, диссертационная работа является полноценным систематическим исследованием, посвященным актуальной научной проблеме, в ней получены существенные результаты, обладающие новизной, теоретической и практической значимостью. Тема и содержание диссертации соответствуют специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы. Основные результаты диссертации опубликованы в 25 печатных работах, включая пять статей в изданиях, рекомендованных Минобрнауки России для публикации основных результатов диссертационных исследований, и три свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Результаты диссертационной работы были представлены на международных и всероссийских конференциях. Публикации в рецензируемых научных журналах позволяют говорить о проведении необходимой научной экспертизы полученных результатов исследования.

На основе содержания автореферата можно заключить, что диссертация Е.И. Понькина «Кумуляция энергии при безударном сжатии двумерной мишени для термоядерного синтеза» удовлетворяет всем требованиям пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842

от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Понькин Евгений Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Новаковский Николай Станиславович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Отзыв составил:

Старший научный сотрудник отделения теоретической физики и прикладной математики ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина, кандидат физико-математических наук (05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, 2017).

Новаковский Николай Станиславович

Рабочий адрес: 456770, Российская Федерация, Челябинская область,
г. Снежинск, ул. Васильева, д. 13

Рабочий телефон: 8 (35146) 5-60-96

Адрес электронной почты: n.s.novakovskiy@vniitf.ru

«27» октября 2025 г.

Подпись Новаковского Николая Станиславовича заверяю

Начальник отдела кадров

ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина



В.Г. Сугоняев

«27» октября 2025 г.

Рабочий адрес: 456770, Российская Федерация, Челябинская область,
г. Снежинск, ул. Васильева, д. 13

Рабочий телефон: 8 (35146) 5-21-55