



24 Ноября 2021

ОТЗЫВ на автореферат диссертации Лаврентьева С.Ю. «Газодинамические явления в непрерывном и импульсно-периодическом разрядах» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы»

Актуальность темы диссертации Сергея Юрьевича Лаврентьева вытекает из потребностей современных лазерно-плазменных технологий, развивающихся опережающими темпами с появлением новых лазеров с выдающимися характеристиками по компактности, эффективности и характеристикам излучения. Это в первую очередь касается лазеров коротковолнового инфракрасного диапазона: диодных, волоконных с диодной накачкой, а также импульсно-периодических фемтосекундных лазеров с высокой импульсной энергией и частотой повторения. Эти типы лазеров используются в диссертации Лаврентьева С.Ю. для создания и поддержания плазмы оптических разрядов. Автор сосредоточился на исследовании явлений генерации потоков оптическими разрядами различных типов. Интересно рассматриваемое в диссертации разнообразие механизмов генерации потоков разрядами: тепловая гравитационная конвекция, динамическая релаксация области пониженной плотности газа после оптического пробоя, во многом аналогичный механизм асимметричного коллапса газового пузырька в жидкости, и, наконец, акустические течения, возникающие в замкнутом объеме в поле стоячей звуковой волны большой амплитуды, известные как течения Рэлея-Шлихтинга.

В диссертации показано, как во многих случаях генерируемые течения могут вызывать пульсации или срыв плазмы оптического разряда, а также как при определенном сочетании параметров с их помощью можно стабилизировать разряды. Эти результаты диссертации важны как для развития механики оптических разрядов, так и для технических применений и разработки устройств на лазерной плазме.

Кроме того, в диссертации автор развивает оптические методы управления потоками, генерируемыми импульсно-периодическим разрядом. В диссертации показано, как можно менять направление потока с помощью изменения настройки фокусирующего зеркала или линзы, создавая искусственный астигматизм. При этом изменяется геометрия фокальной перетяжки, в которой локализуется импульсно-периодический оптический разряд, контролируемый многофотонной ионизацией. От формы перетяжки зависит геометрия распределения плотности диссипации энергии при оптическом разряде, которая, в свою очередь, определяет интенсивность и направление индуцируемого разрядом течения.

В диссертации анализируются экспериментальные данные, опираясь, кроме прочего, на результаты математического моделирования. Например, с результатами расчетов сравниваются данные по расчету распределения интенсивности в фокальной перетяжке лазерного луча с учетом астигматизма, и расчеты распределений скорости, температуры и плотности в конвективном потоке от оптического разряда, а также расчеты акустических полей при резонансных колебаниях в разрядном объеме.

Обращает на себя внимание высокое качество динамических теневых изображений, полученных автором диссертации при скоростной съемке с помощью теневых приборов,

использующих плазму НОР в качестве точечного источника широкополосного излучения высокой яркости.

Защищаемые положения, сформулированные в диссертации, достаточно обоснованы и не вызывают сомнений. Основные результаты диссертации опубликованы в научных изданиях и получили достаточную апробацию на научных конференциях по механике газовых разрядов и плазменной аэродинамике. Тематика диссертации соответствует паспорту специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Вместе с тем, можно высказать несколько частных замечаний, не влияющих на справедливость основных выводов:

1. В заключении автореферата, пункт 2, написано, что гидродинамическая природа колебаний конвективного факела непрерывного оптического разряда установлена путем сравнения результатов математического моделирования с экспериментом. Тем не менее, согласно содержанию автореферата и главы 3 диссертации, гидродинамическая природа конвективных колебаний установлена в результате экспериментально обоснованной качественной и количественной аналогии пульсаций конвективного факела с поведением пульсирующих пламен. Проведенная аналогия указывает на возможную общность механизмов неустойчивости, вызывающей появление пульсации, в первую очередь неустойчивости Кельвина-Гельмгольца. Математическое моделирование в этой логической цепочке играет вспомогательную роль, тем более что в автореферате о математической модели конвекции вокруг НОР упомянуто без описания подробностей.

2. Большинство экспериментов с оптическими разрядами в диссертации проведено в инертных газах – ксеноне и аргоне при высоком давлении. Возникает вопрос, в какой мере полученные данные могут быть применимы для других газов, в частности, в воздухе?

3. На стр. 22, второй абзац, приведена оценка скорости потока газа от нескольких метров в секунду до нескольких десятков метров в секунду. Однако, из текста диссертации не ясно как была сделана эта оценка и с чем связан разброс полученных значений скорости потока?

В целом Автореферат написан хорошо и достаточно подробно отражает содержание диссертации. Считаю, что по научной новизне и практической значимости данная работа удовлетворяет требованиям Положения ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости газа и плазмы», а ее автор Лаврентьев Сергей Юрьевич заслуживает присуждения ему искомой степени.

Д.ф.-м.н. Михаил Наумович Шнейдер



Mikhail Shneider, Ph.D., D.Sc.  
Senior Research Scholar (Research Professor)  
Applied Physics Group,  
Mechanical and Aerospace Engineering Department  
Princeton University  
D-418 Engineering Quad,  
Olden Street, Princeton, NJ 08544-5263  
Tel: (609) 258-1022  
E-mail: [shneyder@princeton.edu](mailto:shneyder@princeton.edu)