

## Заключение диссертационного совета МГУ.013.7

### по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 5 декабря 2024 г., №2

О присуждении Логунову Александру Александровичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Пульсирующий поперечно-продольный разряд в высокоскоростных потоках воздуха» по специальности 1.3.9. Физика плазмы принята к защите диссертационным советом 17 октября 2024 г., протокол № 2П.

Соискатель Логунов Александр Александрович, 1968 года рождения, в 1996 году окончил физический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, в 2008 году окончил аспирантуру физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Соискатель работает младшим научным сотрудником кафедры физической электроники физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Диссертация выполнена на кафедре физической электроники физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Научные руководители – доктор физико-математических наук, профессор Шибков Валерий Михайлович и доктор физико-математических наук, доцент, Двинин Сергей Александрович, профессор кафедры физической электроники физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова.

#### Официальные оппоненты:

Акишев Юрий Семенович, доктор физико-математических наук, профессор, нач. лаборатории кинетики слабоионизированной плазмы, АО ГНЦ РФ «ТРИНИТИ»,

Знаменская Ирина Александровна, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры молекулярных процессов и экстремальных состояний вещества, физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,

Титов Валерий Александрович, доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник исследовательского отдела 3, Институт химии растворов имени Г.А.Крестова РАН дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 64 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации 9 работ, из них 9 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ.

1. Шибков В.М., Корнев К.Н., Логунов А.А., Нестеренко Ю.К. Нагрев газа в условиях пульсирующего поперечно-продольного разряда в дозвуковых и сверхзвуковых воздушных потоках. Физика плазмы, 2022 г. том 48, № 7, с. 648-656. (ИФ РИНЦ 1,381). DOI: 10.31857/S0367292122100183 Авт. вклад 0.5 из 0.8 п.л.

Shibkov V.M., Kornev K.N., Logunov A.A., Nesterenko Yu K. Gas heating under conditions of a pulsating transverse-longitudinal discharge in subsonic and supersonic air flows, Plasma Physics Reports, том 48, № 7, с. 798-805. (JIF 0.9). DOI: 10.1134/S1063780X22700246 Авт. вклад 0.5 из 0.8 п.л.

2. Шибков В.М., Корнев К.Н., Логунов А.А., Нестеренко Ю.К. Концентрация и

температура электронов в плазме поперечно-продольного разряда в высокоскоростных потоках воздуха. *Физика плазмы*, 2022. том 48, № 7, с. 657-663. (ИФ РИНЦ 1,381). DOI: 10.31857/S0367292122100201. Авт. вклад 0.5 из 0.6 п.л.

Shibkov V.M., Kornev K.N., Logunov A.A., Nesterenko Yu K. Electron density and temperature in plasma of a transverse-longitudinal discharge in high-speed air flows. *Plasma Physics Reports*, том 48, № 7, с. 806-811. (JIF 0.9). DOI: 10.1134/S1063780X22700258. Авт. вклад 0.5 из 0.6 п.л.

3. Логунов А.А., Корнев К.Н., Шибкова Л.В., Шибков В.М. Влияние межэлектродного расстояния на основные характеристики пульсирующего поперечно-продольного разряда в высокоскоростных многокомпонентных газовых потоках. // *Теплофизика высоких температур*. 2021. Т. 59. № 1. СС. 22-30. (ИФ РИНЦ 1.064). DOI: 10.31857/S0040364421010117 Авт. вклад 0.5 из 0.9 п.л.

Logunov A.A., Kornev K.N., Shibkova L.V., and Shibkov V.M. Influence of the Interelectrode Gap on the Main Characteristics of a Pulsating Transverse-Longitudinal Discharge in High-Velocity Multicomponent Gas Flows High Temperature, 2021, Vol. 59, No. 1, pp. 19–26. (JIF 1.0). DOI: 10.1134/S0018151X21010119. Авт. вклад 0.5 из 0.9 п.л.

4. Shibkova L.V., Shibkov V.M., Logunov A.A., Andrienko A.A., Kornev K.N., Dolbnya D.S. Parameters of electron component in a pulsating discharge in a supersonic airflow. // *Journal of Physics: Conference Series*. 2019, V. 1394, 012002. (SJR 0.180). DOI:10.1088/1742-6596/1394/1/012002. Авт. вклад 0.3 из 0.5 п.л.

5. Шибкова Л.В., Шибков В.М., Логунов А.А., Долбня Д.С., Корнев К.Н. Параметры плазмы пульсирующего разряда, создаваемого в высокоскоростных потоках газа. // *Теплофизика высоких температур*. 2020. Т. 58. № 6. СС. 836-843. (ИФ РИНЦ 1.064) Авт. вклад 0.4 из 0.8 п.л.

Shibkova L.V., Shibkov V.M., Logunov A. A., Dolbnya D.S., and Kornev K.N. Parameters of Pulsed Discharge Plasma in High-Speed Gas Flows. *High Temperature*, 2020, Vol. 58, No. 6, pp. 754–760. (JIF 1.0). DOI: 10.1134/S0018151X2006019X Авт. вклад 0.4 из 0.8 п.л.

6. Шибков В. М., Шибкова Л. В., Логунов А.А. Влияние скорости воздушного потока на основные характеристики нестационарного пульсирующего разряда, создаваемого с помощью стационарного источника питания. // *Физика плазмы*. 2018. Т. 44. № 8. СС. 661-674. (ИФ РИНЦ – 1,381). Авт. вклад 0.7 из 1.3 п.л.

Shibkov V.M., Shibkova L.V., and Logunov A.A. Effect of the Air Flow Velocity on the Characteristics of a Pulsating Discharge Produced by a DC Power Source. *Plasma Physics Reports*, 2018, Vol. 44, No. 8, pp. 754–765. (JIF 0.9). DOI: 10.1134/S1063780X18080056 Авт. вклад 0.7 из 1.3 п.л.

7. Шибков В.М., Шибкова Л.В., Логунов А.А. Степень ионизации воздуха в плазме нестационарного пульсирующего разряда в дозвуковых и сверхзвуковых потоках. // *Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия*. 2018. № 5. СС. 43-48. (ИФ РИНЦ 0,514). Авт. вклад 0.4 из 0.7 п.л.

Shibkov V.M., Shibkova L.V., and Logunov A. A. The Degree of Air Ionization in a Plasma of a Non-Stationary Pulsating Discharge in Subsonic and Supersonic Flows. *Moscow University Physics Bulletin*, 2018, Vol. 73, No. 5, pp. 501–506. (JIF 0.4). DOI: 10.3103/S0027134918050168. Авт. вклад 0.4 из 0.7 п.л.

8. Шибков В.М., Шибкова Л.В., Логунов А.А. Температура электронов в плазме разряда постоянного тока, создаваемого в сверхзвуковом воздушном потоке. // *Вестник Московского*

университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2017. № 3. СС.75-81. (ИФ РИНЦ 0,514). Авт. вклад 0.4 из 0.7 п.л.

Shibkov V.M., Shibkova L.V., and Logunov A.A. The Electron Temperature in the Plasma of a DC Discharge Created in a Supersonic Airflow. Moscow University Physics Bulletin, 2017, Vol. 72, No. 3, pp. 294–300. (JIF 0.4). DOI: 10.3103/S0027134917030109. Авт. вклад 0.4 из 0.7 п.л.

9. Шибков В.М., Шибкова Л.В., Логунов А.А. Параметры плазмы пульсирующего в сверхзвуковом потоке воздуха разряда постоянного тока. // Физика плазмы. 2017. Т. 43. № 3. СС. 314-322. (ИФ РИНЦ 1,381). Авт. вклад 0.4 из 0.9 п.л.

Shibkov V.M., Shibkova L.V., and Logunov A.A. Parameters of the Plasma of a DC Pulsating Discharge in a Supersonic Air Flow. Plasma Physics Reports, 2017, Vol. 43, No. 3, pp. 373–380. (JIF 0.9). DOI: 10.1134/S1063780X17030114. Авт. вклад 0.4 из 0.9 п.л.

На диссертацию и автореферат поступило 3 дополнительных отзыва, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они являются специалистами в области физики плазмы, физической и химической кинетики и газодинамики и имеют публикации по указанной тематике.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задачи создания непрерывно поддерживаемого поперечно-продольного пульсирующего разряда в высокоскоростном потоке воздуха и имеющей значение для развития физики низкотемпературной плазмы.

Полученные результаты важны для применения импульсно-периодического разряда в качестве инициатора химических реакций, например для инициации горения топливовоздушных смесей, что важно для разработки прямоточных воздушно реактивных двигателей.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Устойчивое поддержание поперечно-продольного разряда может быть реализовано в потоке воздуха при атмосферном давлении при скоростях потока от 0.15 до 1.5 скоростей звука (от 0.15 М до 1.5 М) с расстоянием между электродами от 0.1 мм до 1 мм при напряжениях источника питания до 4.5 кВ. Разряд представляет собой последовательность пробоев с частотой от 50 до 2000 Гц. Геометрия электродов обеспечивает отсутствие погасания разряда в результате флуктуаций.

2. Параметры анодной и катодной частей плазменного канала различны. Несимметрия разрядной петли обусловлена различием направлений тока в приэлектродных областях плазмы и различными условиями генерации плазмы в этих областях.

3. При увеличении скорости течения происходит увеличение температуры газа и снижение температуры электронов в среднем по времени. Поэтому при увеличении скорости течения происходит постепенный переход от неравновесной формы разряда к равновесной.

4. Увеличение тока разряда от 4.5 до 16 А при постоянной скорости потока 240 м/с приводит к росту температуры электронов от 10000 К до 15000 К и температуры газа от 6500 К до 7500 К. Увеличение температур связано с тем, что увеличение тока разряда приводит к увеличению плотности электронов, при этом увеличиваются рекомбинационные потери. Увеличение потерь в квазистационарном режиме влечет за собой увеличение температуры электронов и электрического поля в разряде.

На заседании 5 декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Логунову Александру Александровичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 4 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 19, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель  
диссертационного совета,  
профессор

Федянин А.А.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доцент

Карташов И.Н.