

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

д.т.н., доцент

В.М. Рулевский

21 » ИЮНЯ 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники»

Диссертация «Плазменные источники электронов для генерации широкоапертурных импульсных пучков в форвакуумной области давлений» выполнена на кафедре Физики.

В период подготовки диссертации соискатель Медовник Александр Владимирович с 2006 г. по 2017 г. работал в должности младшего научного сотрудника, с 2017 г. по настоящее время работает в должности старшего научного сотрудника Лаборатории плазменной электроники (кафедра Физики) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники; с 2011 г. по настоящее время работает в должности доцента кафедры Физики; с 2019 г. по настоящее время работает в должности начальника научного управления.

Медовник А.В. в 2006 году окончил с отличием Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники по специальности «Электронные приборы и устройства».

В 2010 году Медовник А.В. защитил диссертацию на тему «Плазменный источник электронов для генерации импульсных пучков в форвакуумной области давлений» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 «Физическая электроника». Защита диссертации состоялась в диссертационном совете Д 212.268.04, созданном на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Научный консультант – Окс Ефим Михайлович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», кафедра Физики, заведующий кафедрой.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1 Актуальность диссертационной работы

Широкоапертурные импульсные электронные пучки находят применение для модификации поверхностных свойств протяженных изделий большой площади, обеспечивая повышение твердости, коррозионной стойкости, снижение коэффициента трения. Такие пучки получают с использованием источников электронов на основе различных эмиссионных систем, включая плазменные источники электронов. Если обработка широкоапертурными импульсными электронными пучками поверхности проводящих материалов достаточно давно известна и находит применение, то в процессе электронно-лучевой модификации электрически непроводящих материалов (керамики, полимеры, стекла) возникают определенные сложности. Это связано с зарядкой обрабатываемой поверхности электронным пучком, что приводит к торможению электронов вплоть до полного отражения электронного пучка. Нейтрализация заряда требует принятия специальных мер, которые усложняют процесс электронно-лучевой обработки и снижают его эффективность. Решить проблему зарядки обрабатываемого непроводящего изделия удалось при использовании форвакуумных плазменных источников электронов, обеспечивающих эффективную генерацию электронных пучков в области повышенных давлений (1–100 Па). Однако, на момент начала выполнения диссертационной работы развитие форвакуумных плазменных источников электронов было направлено на создание и использование непрерывных сфокусированных и ленточных пучков электронов, эмитированных из плазмы тлеющего разряда с полым катодом. Вопросы о возможности генерации в форвакуумной области давлений широкоапертурных импульсных электронных пучков оставались открытыми. Интерес к решению данной задачи обусловлен возможностью реализации электронно-лучевой модификации протяженных диэлектрических изделий большой площади.

2 Личное участие автора в получении результатов

Личный вклад автора состоит в постановке цели и задач исследований, планировании и проведении большей части экспериментов, анализе полученных результатов, разработке конструкторских решений созданных импульсных источников электронов. В постановке отдельных задач исследований и обсуждении результатов активное участие принимали Е.М. Окс и В.А. Бурдовицин. Эксперименты по генерации и применению импульсных электронных пучков плазменным источником на основе тлеющего разряда и катодной дуги проводились совместно с Ю.Г. Юшковым и А.В. Казаковым. Соавторы, принимавшие участие в

отдельных направлениях исследований, указаны в списке основных публикаций по теме диссертации. Все результаты, составляющие научную новизну диссертации и выносимые на защиту, получены автором лично.

3 Степень достоверности результатов работы

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается систематическим характером исследований, использованием независимых дублирующих экспериментальных методик, совпадением расчетных зависимостей и моделей с полученными экспериментальными результатами. Полученные в диссертационном исследовании научные результаты обладают единством и внутренней непротиворечивостью.

4 Научная новизна

1. Выявлены особенности стабильного инициирования в форвакуумной области давлений импульсных систем тлеющего разряда с полым катодом и катодной дуги, изучены параметры и характеристики таких разрядных систем и определены условия формирования на их основе развитой эмиссионной поверхности плазмы с высокой однородностью параметров, обеспечивающей эффективную генерацию широкоапертурных импульсных электронных пучков.

2. Определена степень влияния в форвакуумном диапазоне давлений обратного ионного потока из областей формирования и транспортировки широкоапертурного импульсного электронного пучка на условия инициирования и горения разряда, процессы эмиссии электронов из плазмы и формирования электронного пучка, а также на предельные параметры пучка.

3. Выявлены основные физические механизмы, обеспечивающие процесс нейтрализации отрицательного заряда, наведенного широкоапертурным импульсным электронным пучком, при облучении диэлектрических объектов.

5 Практическая значимость

1. Решена важная научно-техническая проблема, состоящая в создании форвакуумных плазменных источников широкоапертурных импульсных электронных источников на основе тлеющего разряда с полым катодом и катодной дуги с параметрами электронного пучка, достаточными для эффективной электронно-лучевой модификации поверхностных свойств диэлектрических материалов.

2. Существенно расширены возможности электронно-лучевых технологий за счет возможности осуществления эффективной обработки диэлектрических изделий большой площади.

3. Выявленные закономерности инициирования и горения плазмообразующих разрядов, эмиссии электронов, формирования и транспортировки импульсного электронного пучка могут быть использованы в других устройствах, имеющих аналогичные принципы работы и функционирующих как в области повышенных давлений, так и в других диапазонах давлений.

6 Ценность научных работ соискателя

Высокая ценность научных исследований соискателя подтверждается многочисленными публикациями, а также использованием результатов в научно-исследовательских работах.

Работы по тематике диссертации поддержаны: грантами РФФИ 09-08-00147, РФФИ 10-08-00257, РФФИ 12-08-33016, РФФИ 13-08-00175, РФФИ 13-08-98087, РФФИ 14-08-31075, РФФИ 16-48-700487, РФФИ 17-08-00239, РФФИ 18-38-20044, РФФИ 20-08-00123; грантом ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» № 14.В37.21.0935 (2012–2013); грантом Президента РФ МК-2253.2014.8 (2014–2015 гг.); Минобрнауки РФ в рамках государственных заданий № 3.49.2014/К «Создание нового поколения плазменных источников электронов, функционирующих в области повышенных давлений среднего вакуума, для электронно-лучевой обработки диэлектрических материалов» (2014–2016 гг.), № 11.1550.2017/ПЧ «Модификация конструкционных и биосовместимых диэлектрических материалов (керамика, полимеры, стекла) и синтез диэлектрических покрытий электронными пучками, генерируемыми в форвакуумной области давлений» (2017–2019 гг.), № FEWM-2020-0038 «Физические аспекты исследований в актуальных направлениях развития плазменной эмиссионной электроники, фотоники, оптического и космического материаловедения» (2020–2022 гг.); грантом Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ, а также стипендией Президента Российской Федерации молодым учёным и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики (2016–2018).

За разработку форвакуумных плазменных источников электронов и их использование для обработки диэлектрических материалов автор диссертационной работы в составе научного коллектива был удостоен в 2019 г. премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых ученых.

7 Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Медовника Александра Владимировича по своему содержанию соответствует специальности 1.3.5 – Физическая электроника по направлениям исследований - 1. Разработка технических основ приборов, установок, систем и технологических процессов в части пунктов 1.3 - вакуумной электронике, включая методы генерирования потоков заряженных частиц, электронные и ионные оптические системы, релятивистскую электронику; 1.4. - плазменной электронике, включая: СВЧ-генераторы и усилители, плазменные (коллективные) ускорители, плазменно-пучковые разряды, плазменные источники электронов и источники ионов. А также в направлении исследований 3. - Создание основ плазменных и пучковых технологий, в том числе модификации свойств поверхности, нанесение тонких пленок и пленочных структур.

8 Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных автором

Материалы диссертационной работы опубликованы в 28 статьях, в журналах, входящих в списки рецензируемых российских и зарубежных научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, в том числе в 20 статьях в журналах, входящих в реферативные базы данных Web of Science и Scopus, в 10 текстах докладов в трудах международных и всероссийских научных и научно-практических конференций и семинаров. По результатам работы получено 6 патентов РФ на изобретения и полезные модели и 4 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ. Результаты работы легли в основу поддержанной грантом РФФИ монографий «Форвакуумные плазменные источники электронов» и «Применение форвакуумных плазменных источников электронов для обработки диэлектриков». В опубликованных работах соискателя материалы диссертации изложены полно и развернуто.

Научные публикации по теме диссертации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК

1. Медовник, А.В. Временные характеристики импульсного источника электронов, функционирующего в форвакуумной области давлений / А.В. Медовник, Е.Э. Поздеев // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2010. – № 1, Ч. 2 – С. 93–98.
2. Особенности функционирования дугового разряда в форвакуумном плазменном источнике электронов / А.В. Казаков, А.В. Медовник, В.А. Бурдовицин, Е.М. Окс // Журнал технической физики. – 2015. – Т. 85, № 2. – С. 55 – 58.
3. Масс-зарядовый состав ионов плазмы дугового разряда форвакуумного широкоапертурного источника электронов / А.В. Тюньков, В.А. Бурдовицин, А.В. Медовник // Прикладная физика. – 2015. – № 4. – С. 45–49.
4. Моделирование процессов инициирования катодной дуги разрядом по поверхности диэлектрика в форвакуумной области давлений / А.В. Медовник, И.Ю. Бакеев, В.А. Бурдовицин [и др.] // Инженерно-физический журнал. – 2016. – Т. 89, № 5. – С. 1275–1280.
5. Форвакуумный плазменный источник импульсных электронных пучков / Ю.Г. Юшков, В.А. Бурдовицин, А.В. Медовник, Е.М. Окс // Приборы и техника эксперимента. – 2011. – № 2. – С. 85–88.
6. Форвакуумный импульсный плазменный источник электронов на основе дугового разряда / А.В. Казаков, В.А. Бурдовицин, А.В. Медовник, Е.М. Окс // Приборы и техника эксперимента. – 2013. – № 6. – С. 50 – 53.
7. Медовник, А.В. Формирование импульсного электронного пучка в системе с плазменным катодом в форвакуумной области давлений / А.В.

Медовник, В.А. Бурдовицин, Е.М. Окс // Известия вузов. Физика. – 2010. – Т. 53, № 2 – С. 27–33.

8. Распределение плотности тока по сечению импульсного электронного пучка в форвакууме / Ю.Г. Юшков, Е.М. Окс, А.В. Медовник, В.А. Бурдовицин // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2011. – Т. 2, № 2. – С. 161–163.

9. Бакеев, И.Ю. Моделирование распространения электронного пучка, генерируемого форвакуумным источником на основе дугового разряда / И.Ю. Бакеев, А.В. Медовник, А.В. Казаков // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – № 4 (38). – С. 166–170.

10. Электронно-лучевая обработка керамики / А.В. Медовник, В.А. Бурдовицин, А.С. Климов, Е.М. Окс // Физика и химия обработки материалов. – 2010. – № 3. – С. 39–44.

11. Потенциал диэлектрической мишени при ее облучении импульсным электронным пучком в форвакуумной области давлений / В.А. Бурдовицин, А.В. Медовник, Е.М. Окс [и др.] // Журнал технической физики. – 2012. – Т. 82, № 10. – С. 103–108.

12. Структура поверхности алюмооксидной керамики при облучении импульсным электронным пучком / В.А. Бурдовицин, Э.С. Двилис, А.В. Медовник [и др.] // Журнал технической физики. – 2013. – Т. 83, № 1. – С. 117–120.

13. Компенсация заряда изолированной мишени при облучении импульсным электронным пучком в форвакуумной области давлений / В.А. Бурдовицин, В.С. Гулькина, А.В. Медовник, Е.М. Окс // Журнал технической физики. – 2013. – Т. 83, № 12. – С. 134–136.

14. Модификация поверхности полимерных материалов импульсным электронным пучком / А.В. Казаков, А.С. Климов, А.В. Медовник [и др.] // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2013. – № 4 (30). – С. 75–78.

15. Структура поверхности полипропилена при облучении импульсным электронным пучком в форвакуумном диапазоне давлений / А.В. Казаков, А.С. Смаилов, А.В. Медовник [и др.] // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2014. – № 4 (34). – С. 56–59.

16. Опыт разработки и применения форвакуумных плазменных электронных источников / В.А. Бурдовицин, И.Ю. Бакеев, А.В. Медовник [и др.] // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2016. – Т. 19, № 2. – С. 5–10.

17. Модификация поверхностных свойств ПТФЭ методами ионного и электронно-лучевого воздействия / И.А. Курзина, И.В. Пухова, А.В. Медовник [и др.] // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2016. – Т. 13, № 4. – С. 473–484.

18. Optical radiation in breakdown of the acceleration gap of a forevacuum pressure, wide-aperture, plasma-cathode, pulsed electron source / V.A. Burdovitsin, A.V. Kazakov, A.V. Medovnik [et al.] // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 17–19.

Статьи в изданиях входящих в Scopus и Web of Science

1. Pulsed cathodic arc for forevacuum-pressure plasma-cathode electron sources / A.V. Kazakov, A.V. Medovnik, V.A. Burdovitsin, E.M. Oks // IEEE Transaction on Plasma Science. – 2015. – Vol. 43, N 8. – P. 2345–2348.
2. Millisecond pulsed arc discharge in a forevacuum-pressure plasma-cathode electron source / A.V. Medovnik, V.A. Burdovitsin, A.V. Kazakov, E.M. Oks // IEEE Transaction on Plasma Science. – 2017. – Vol. 45, N 8. – P. 2075–2079.
3. Generation of millisecond low-energy large-radius electron beam by a forevacuum plasma-cathode source / A. Kazakov, A. Medovnik, V. Alexander, E. Oks // IEEE Transactions on Plasma Science. – 2019. – Vol. 47, N 8. – P. 3579–3585.
4. Broad-beam plasma-cathode electron beam source based on a cathodic arc for beam generation over a wide pulse-width range / A.V. Kazakov, A.V. Medovnik, E.M. Oks, N.A. Panchenko // Review of Scientific Instruments. – 2020. – Vol. 91, N 9. – P. 093304.
5. Plasma electron source for the generation of wide-aperture pulsed beam at forevacuum pressures / E.M. Oks, V.A. Burdovitsin, A.V. Medovnik, Yu.G. Yushkov // Review of Scientific Instruments. – 2013. – Vol. 84, N 2. – P. 023301.
6. Influence of gas pressure on electron beam emission current of pulsed cathodic-arc-based forevacuum plasma electron source / V.A. Burdovitsin, A.V. Kazakov, A.V. Medovnik, E.M. Oks // Physics of Plasmas. – 2017. – Vol. 24, N 9. – P. 093109.
7. Stability of electron beam generation by forevacuum-pressure plasma-cathode electron beam source based on a cathodic arc / A.V. Burdovitsin, A.V. Kazakov, A.V. Medovnik, E.M. Oks // Physics of Plasmas. – 2018. – Vol. 25, N 7. – P. 073109-1–073109-7.
8. Electron beam treatment of non-conducting materials by a fore-pump-pressure plasma-cathode electron beam source / V.A. Burdovitsin, A.S. Klimov, A.V. Medovnik, E.M. Oks // Plasma Sources Science and Technology. – 2010. – Vol. 19, N 5. – P. 055003.
9. Effects of ion- and electron-beam treatment on surface physicochemical properties of polylactic acid / I.V. Pukhova, O.A. Laput, A.V. Medovnikna [et al.] // Applied Surface Science. – 2017. – Vol. 422. – P. 856–862.
10. Effects of ion- and electron-beam treatment on surface physicochemical properties of polytetrafluoroethylene / I.V. Vasenina, K.P. Savkin, A.V. Medovnik [et al.] // Surface and Coatings Technology. – 2018. – Vol. 334. – P. 134–141.

Монографии

1. Форвакуумные плазменные источники электронов / В.А. Бурдовицин, А.С. Климов, А.В. Медовник [и др.]. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2014. – 288 с.
2. Применение форвакуумных плазменных источников электронов для обработки диэлектриков / А.С. Климов, А.В. Медовник, Ю.Г. Юшков [и др.]. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017. – 188 с.

Патенты РФ на изобретения и полезные модели

1. Пат. 107657 U1 Российская Федерация, МПК H05H 5/00, H01J 3/00. Форвакуумный плазменный электронный источник / Ю.Г. Юшков, А.В. Медовник, В.А. Бурдовицин, Е.М. Окс; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). – № 2011107955/07; заявл. 01.03.2011; опубл. 20.08.2011, Бюл. № 23.
2. Пат. 134728 U1 Российская Федерация, МПК H05H 5/00, H01J 37/00. Форвакуумный источник импульсного электронного пучка / В.А. Бурдовицин, А.В. Медовник, А.В. Казаков, Е.М. Окс; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). – № 2013128695/07; заявл. 24.06.2013; опубл. 20.11.2013, Бюл. № 32.
3. Пат. 151645 U1 Российская Федерация, МПК B29C 71/04, H01J 37/06, C08L 23/26. Установка модификации поверхности изделия из полипропилена / В.А. Бурдовицин, А.В. Казаков, А.С. Климов, А.В. Медовник, Е.М. Окс, А.С. Смаилов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). – № 2014117474/04; заявл. 29.04.2014; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.
4. Пат. № 175410 U1 Российская Федерация, МПК G01T 1/29. Устройство для измерения распределения плотности энергии по сечению импульсного электронного пучка большого радиуса / В.А. Бурдовицин, А.В. Казаков, А.В. Медовник, Е.М. Окс; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). – № 2017128504; заявл. 9.08.2017; опубл. 04.12.2017, Бюл. № 34.
5. Пат. № 2758497 C1 Российская Федерация, МПК H05H 1/24. Ускоряющий промежуток импульсного форвакуумного источника электронов на основе дугового разряда / А.В. Казаков, А.В. Медовник, Е.М. Окс, Н.А. Панченко; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). – № 2021104526; заявл. 24.02.2021; опубл. 29.10.2021, Бюл. № 31.
6. Пат. № 2759425 C1 Российская Федерация, МПК H05H 3/00, H01J 27/04, H01J 37/065. Плазменный эмиттер импульсного форвакуумного источника электронов на основе дугового разряда / А.В. Казаков, А.В. Медовник, Е.М. Окс, Н.А. Панченко; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). – № 2020138865: заявл. 27.11.2020; опубл. 12.11.2021, Бюл. № 32.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2014611491 Российская Федерация. Моделирование потенциала изолированной мишени при облучении импульсным электронным пучком в форвакууме / А.В. Медовник, В.С. Гулькина, Д.Б. Золотухин; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). – № 2013661427: заявл. 10.12.2013; опубл. 20.02.2014.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2014661221 Российская Федерация. Моделирование временных зависимостей разрядных характеристик форвакуумного плазменного источника электронов в импульсном режиме / А.В. Медовник, Д.Б. Золотухин; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). – № 2014618763: заявл. 01.09.2014; опубл. 20.11.2014.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2015615838 Российская Федерация. Моделирование инициирования дугового разряда вспомогательным разрядом по поверхности диэлектрика в форвакуумном импульсном источнике электронов / А.В. Казаков, И.Ю. Бакеев, А.В. Медовник; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). – № 2015612780: заявл. 09.04.2015; опубл. 20.06.2015.

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2016617434 Российская Федерация. Моделирование распространения электронного пучка, генерируемого форвакуумным источником на основе дугового разряда / А.В. Медовник, И.Ю. Бакеев; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). – № 2016615149: заявл. 20.05.2016; опубл. 06.07.2016.

Статьи в сборниках и трудах конференций

1. Generation of electron beam with millisecond pulse duration by plasma-cathode source based on the arc discharge in the fore-vacuum pressure range / A. Andreichik, V. Burdovitsin, A. Medovnik [et al.] // AIP Conference Proceedings. – 2017. – Vol. 1899, N 1. – P. 040006.

2. Kazakov, A.V. Formation of pulsed large-radius electron beam in the forevacuum pressure range by a plasma-cathode source based on arc discharge / A.V. Kazakov, A.V. Medovnik, E.M. Oks // Journal of Physics: Conference Series: The proceeding 14th International Conference «Gas Discharge Plasmas and Their Applications», Tomsk, 15–21 September, 2019 / Institute of High-Current Electronics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. – Tomsk: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012043.

3. Formation of emission plasma in a pulsed forevacuum-pressure plasma-cathode electron source based on a cathodic arc with redistributing electrode / I.Yu. Bakeev, A.V. Kazakov, A.V. Medovnik, E.F. Oks // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1488, N 1. – P. 012001.

4. Инициирование дугового разряда в форвакуумном плазменном источнике электронов / А.В. Казаков, А.В. Медовник, В.А. Бурдовицин, Е.М. Окс // Известия вузов. Физика. – 2014. – Т. 57, № 3/2. – С. 106–109.

5. Распределение плотности тока электронного пучка, генерируемого импульсным форвакуумным плазменным источником электронов на основе дугового разряда / А.В. Казаков, А.В. Медовник, В.А. Бурдовицин, Е.М. Окс // Известия вузов. Физика. – 2014. – Т. 57, № 11/3. – С. 68–72.

6. Казаков, А.В. Особенности функционирования плазменного источника электронов на основе дугового разряда с катодным пятном в форвакуумном диапазоне давлений / А.В. Казаков, А.В. Медовник // Известия вузов. Физика. – 2015. – № 9/2. – С. 151–155.

7. Generation of large cross-sectional area electron beams by a fore-vacuum-pressure plasma electron source based on the arc discharge / V. Burdovitsin, A. Kazakov, A. Medovnik, E. Oks // AIP Conference Proceedings. – 2016. – Vol. 1772. – P. 040001.

8. Modification of polymer materials by electron beam treatment / I.V. Puhova, K.V. Rubtsov, A.V. Medovnik [et al.] // Key Engineering Materials. – 2015. – Vol. 670. – P. 118–125.

9. Processing of polypropylene by low-energy pulsed electron beam from forevacuum plasma source / V.A. Burdovitsin, A.V. Kazakov, A.V. Medovnik [et al.] // Key Engineering Materials. – 2016. – Vol. 683. – P. 95–99.

9 Общее заключение

Диссертация Медовника Александра Владимировича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной хозяйственной задачи и полностью отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в ред. от 11.09.2021)), предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

Диссертация Медовника Александра Владимировича на тему «Плазменные источники электронов для генерации широкоапертурных импульсных пучков в форвакуумной области давлений» рекомендуется к защите на соискание ученой

степени доктора технических наук по специальности 1.3.5 – Физическая электроника.

Заключение принято на заседании научно-технического семинара кафедры Физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Присутствовало на заседании — 10 человек, в том числе докторов технических наук — 4, кандидатов технических наук — 4, кандидатов физико-математических наук — 2. Результаты голосования: «за» — 10 человек, «против» — 0, «воздержалось» — 0, протокол № 40 от «18» июня 2022 г.

Председатель семинара,
доктор технических наук, профессор
кафедры Физики

Виктор Алексеевич
Бурдовицин

Секретарь семинара,
кандидат технических наук, доцент
кафедры Физики

Илья Юрьевич Бакеев

Подпись Бурдовицина В.А., Бакеева И.Ю. удостоверяю.

Ученый секретарь Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники



Е.В. Прокопчук