

**ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ГЕНЕРАТОРАХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ
ПЛАЗМЫ: ПЛАЗМА РАЗРЯДОВ НИЗКОГО И ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЙ,
ПРИЭЛЕКТРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.
ИСТОЧНИКИ ПЛАЗМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: ГЕНЕРАТОРЫ НА ОСНОВЕ
ВЫСОКОГО И НИЗКОГО ДАВЛЕНИЙ, ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ
ПЛАЗМЫ.**

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ВЫПУСК

Под редакцией проф. **ВЛАСОВА В.А.**

СОДЕРЖАНИЕ

Власов В.А. Предисловие	8
Bureyev O.A. The source of non-separated intensive phosphorus ion beam.....	9
Ivanov S.N. Runaway electrons at subnanosecond pulse electric breakdown in high-pressure nitrogen .	13
Ivanov S.N. The splitting off of the material from the backside of the anode by a beam of runaway electrons	17
Kharlov A.V. Numerical simulation of multichannel multigap gas switches	20
Kharlov A.V. Arc dynamics and electrodes erosion in high current railguns.....	24
Loginov S.V. Resistivity of the Current Channel in the Conduction Phase of a Plasma Opening Switch	28
Ponomarev A.V., Pudikov A.S., Ignatenko Y.G Damping oscillation pulse generator for atmospheric-pressure gas discharge applications	32
Pustynnik M.Y., Hou L., Müller A., Ivlev A.V., Vasilyak L.M., Couedel L., Thomas H.M., Morfill G.E., Fortov V.E. Combined low-pressure radiofrequency and high-voltage pulse discharge	36
Zimin V.P. Burning condition for a plasma layer of a cesium arc with volume recombination	40
Аньшаков А.С., Радько С.И., Урбах Э.К., Урбах А.Э., Фалеев В.А. Электрические и тепловые характеристики генератора плазмы водяного пара с медными трубчатыми электродами.....	44
Аньшаков А.С., Урбах Э.К., Урбах А.Э., Чередниченко В.С. Разработка и исследование методов повышения ресурса работы электродов в сильноточном дуговом разряде.....	48
Балданов Б. Б. Особенности формирования поверхностного разряда инициируемого отрицательным коронным разрядом в атмосфере аргона	52
Балданов Б.Б. Амплитудно-частотные характеристики искрового разряда при ограничении разрядного тока балластным сопротивлением.....	55
Барченко В.Т., Вересов О.Л. Плазменные источники ионов на базе разрядов с двойным контрагированием	59
Барченко В.Т., Крупович Н.В., Удовиченко С.Ю. Моделирование характеристик газоразрядных систем с полыми катодами.....	63
Борисов Д.П., Коротаев А.Д., Кузнецов В.М., Романов В.Я., Терехов П.А. Технологические установки для эффективной вакуумно-плазменной обработки изделий на основе источников низкотемпературной плазмы	66

Борисов Д.П., Коротяев А.Д., Кузнецов В.М., Романов В.Я., Терехов П.А. Эффективная генерация объёмной газоразрядной плазмы с помощью несамостоятельного газового дугового разряда.....	69
Бороненко М.П., Гуляев И.П., Гуляев П.Ю., Серегин А.Е. Измерение скорости и температуры частиц в потоке низкотемпературной плазмы.....	73
Гаврилов Н.В., Каменецких А.С., Хатмуллин И.Г. Генерация полиэнергетического пучка в источнике электронов с плазменным катодом.....	77
Гушенец В.И., Окс Е.М., Бугаев А.С. Генерация ионов многоатомных молекул фосфора в разряде низкого давления с накаливаемым катодом.....	81
Гушенец В.И., Гончаров А.А., Добровольский А.Н., Литовко И.В., Окс Е.М., Бугаев А.С. Фокусировка и транспортировка интенсивного пучка электронов в устройстве на основе конфигурации плазменной линзы.....	85
Гушенец В.И., Бурачевский Ю.А., Визирь А.В., Окс Е.М., Савкин К.П., Тюньков А.В. Обращенный времяпролетный спектрометр для исследования масс - зарядового состава плазмы.....	89
Дандарон Г.-Н.Б., Карпенко Е.И., Карпенко Ю.Е., Мессерле В.Е., Мухаева Д.В., Устименко А.Б. Прикатодные параметры режимов горения дуги в электродуговом плазматроне с пропановой защитой электродов.....	93
Даутов Г.Ю., Кашапов Н.Ф., Файрушин И.И., Егорова Е.А. Характеристики потенциальной ямы для невырожденного электронного газа в равновесной пылевой плазме.....	97
Даутов И.Г., Кашапов Н.Ф., Файрушин И.И., Марданшин Р.М. Характеристики электрического разряда в продольном потоке пылевой плазмы.....	101
Исрафилов И.Х., Галиакбаров А.Т., Башмаков Д.А., Исрафилов Д.И., Габдрахманов А.Т., Самигуллин А.Д. Обобщенные характеристики генератора низкотемпературной плазмы с движущимся дуговым разрядом в безразмерных комплексах.....	104
Исрафилов И.Х., Галиакбаров А.Т., Габдрахманов А.Т., Самигуллин А.Д. Характеристики импульсного генератора низкотемпературной плазмы.....	108
Казаков А.В., Медовник А.В., Бурдовицин В.А., Окс Е.М. Инициирование дугового разряда в форвакуумном плазменном источнике электронов.....	112
Кашапов Н.Ф., Фадеев С.А. Исследование влияния акустических колебаний на характеристики тлеющего разряда.....	116
Кизириди П.П., Марков А.Б., Озур Г.Е., Фролова В.П. Исследование распределения плотности энергии нерелятивистского сильнотоочного электронного пучка с помощью тепловизора..	120
Коваль Т.В., Зунг Ле Ху Исследование генерации плазмы и токопрохождения интенсивного низкоэнергетического электронного пучка.....	124
Коваль Т.В., Лопатин И.В., Огородников А.С., Нгуен Бао Хынг. Исследование генерации низкотемпературной плазмы в тлеющем разряде с полым катодом большой площади.....	128
Кожевников В.Ю., Козырев А.В. Моделирование электрического пробоя микропромежутков печатного монтажа в условиях эксплуатации космических аппаратов.....	132
Кожевников В.Ю., Козырев А.В., Дмитриева Н.М. Теоретическое 0-d моделирование субнаносекундного газового разряда высокого давления.....	136
Кожевников В.Ю., Козырев А.В., Семенюк Н.С. Численное моделирование процесса формирования газового разряда высокого давления.....	140
Кокорин А.Ф. Стенд на основе высокочастотного дугового плазматрона для исследования свойств теплозащитных материалов.....	144
Корженко Д.В., Янин С.Н. Математическая модель магнетронного разряда.....	148
Крысина О.В., Лопатин И.В., Коваль Н.Н., Ковальский С.С. Исследование металлической и газовой плазмы дуговых разрядов низкого давления.....	152
Кузнецов Д.Л., Филатов И.Е., Убарин В.В., Сурков Ю.С., Никифоров С.А., Угодников Г.Г. Процессы прилипания в плазме газовых смесей атмосферного давления, формируемой стримерной короной, и их влияние на параметры разряда.....	156
Кузнецов Д.Л., Филатов И.Е., Убарин В.В., Сурков Ю.С., Никифоров С.А., Угодников Г.Г. установка для исследования очистки воздуха от вредных выбросов с помощью стримерного коронного разряда наносекундной длительности.....	160

Кузьмичёв А.И., Чаплинский Р.Ю. Моделирование высокочастотного барьерного разряда атмосферного давления	164
Ландль Н.В., Королев Ю.Д., Франц О.Б., Гейман В.Г., Касьянов В.С., Яковлев В.В. Режимы горения слаботочной скользящей дуги в потоке воздуха	168
Ландль Н.В., Королев Ю.Д., Франц О.Б., Гейман В.Г., Касьянов В.С., Болотов А.В. Использование слаботочного нестационарного тлеющего разряда для окисления метана .	172
Ландль Н.В., Королев Ю.Д., Франц О.Б., Суслов А.И. Генерация оксидов азота в плазме слаботочного нестационарного плазмотрона	176
Ландль Н.В., Франц О.Б., Гейман В.Г., Тересов А.Д., Ахмадеев Ю.Х. Стенд для проведения лабораторных работ по исследованию разрядов в потоке газа	180
Лисенков В.В., Шкляев В.А. Формирование субнаносекундного газового разряда атмосферного давления в среде содержащей горячей канал	184
Лотова Г.З., Марченко М.А., Михайлов Г.А., Рогазинский С.В., Рыжов В.В., Ухинов С.А., Шкляев В.А. Параллельная реализация метода Монте-Карло для моделирования развития электронных лавин в газе	188
Малов А.Н., Оришич А.М. Исследования оптического пульсирующего разряда в сверхзвуковом потоке воздуха	192
Мальцев А.Н., Мартынов М.В., Подковыров В.Г. Автоматизированные генераторы атмосферной плазмы «АРТЕМИДА» для обработки трехмерных объектов на промышленном конвейере	196
Мальцев А.Н., Мартынов М.В., Подковыров В.Г. Автоматизированные камерные генераторы плазмы с убегающими электронами «ГИГИЯ»	200
Мартенс В.Я., Моисеев С.В., Троян О.Е. Распределения электрического потенциала и концентрации плазмы в анодной области газового разряда низкого давления	204
Мессерле В.Е., Устименко А.Б., Карпенко Е.И., Аханова Н.Е., Мухаева Д.В., Карпенко Ю.Е., Ранжуров Ц.В. Регенерация защитных нанокремниевых покрытий электродов плазмотрона	208
Николаев А.Г., Юшков Г.Ю., Савкин К.П., Окс Е.М. Угловые распределения ионов в плазме вакуумного дугового разряда при повышенном давлении газа	212
Рябчиков А.И., Сивин Д.О., Бумагина А.И., Большасов Е.Н., Медведев А.О. Применение нефильтрированной от микрочастиц алюминиевой плазмы вакуумной дуги для высокочастотной короткоимпульсной плазменно-иммерсионной ионной имплантации	216
Рябчиков А.И., Сивин Д.О., Бумагина А.И., Тупикова О.С., Майер Д.Н. Уменьшение плотности титановых микрочастиц на поверхности образца, погруженного в плазму, при импульсно-периодическом потенциале смещения	220
Савкин К.П., Бугаев А.С., Николаев А.Г., Окс Е.М., Шандриков М.В., Тюньков А.В., Юшков Г.Ю. Потенциал изолированного коллектора под воздействием высокоэнергетичного пучка ионов металлов при пониженном давлении	224
Сазонов Р.В., Холодная Г.Е., Ремнёв Г.Е., Пономарев Д.В. Исследование процесса диссипации энергии импульсного электронного пучка гигаваттной мощности в газовых композициях повышенного давления	228
Тазмеев Х.К., Арсланов И.М., Тазмеев Г.Х. Электрические и спектральные характеристики газового разряда с жидким электролитным катодом в сильноточном режиме горения	232
Файрушин И.И., Даутов И.Г., Кашапов Н.Ф. Расчет экзоэлектронной эмиссии из микрочастиц конденсированного вещества в равновесной пылевой плазме	236
Филатов И.Е., Кольман Е.В. О повышении эффективности исследований процессов очистки воздуха от летучих органических соединений с помощью импульсных электрических разрядов и пучков электронов	239
Цыдыпов Б.Д. Энергетические характеристики прикатодной контракции дугового разряда	243
Цыдыпов Б.Д. Расчет и оптимизация термического состояния составных катодных узлов генераторов низкотемпературной плазмы	247
Шабалин С.А., Попов С.Д., Суров А.В., Наконечный Г.В., Гнедовский А.В. Определение динамических характеристик плазменной дуги вблизи поверхности электрода. Перемещение точки привязки электрической дуги	251

Шемякин И.А., Королев Ю.Д., Касьянов В.С., Гейман В.Г., Болотов А.В., Прокопьев В.Е., Франц О.Б., Ландль Н.В. Исследование плазмы факела нестационарного слаботоочного плазмотрона.....	255
Шемякин И.А., Королев Ю.Д., Ландль Н.В., Франц О.Б. Исследование процесса обрыва тока в импульсных разрядах низкого давления.....	259
Шугуров В.В., Воробьев М.С. Плазменный источник на основе двухступенчатого дугового разряда с полым катодом.....	263

11th International Conference
on Gas Discharge Plasmas and
Their Applications

PROCEEDINGS

is HOSTED by

Tomsk State University of Architecture and Building
Institute of High Current Electronics RAS
Tomsk Polytechnic University

and SPONSORED by

Russian Foundation for Basic Research
Administration of Tomsk

Edited by

Victor Vlasov



Tomsk, Russia, September 2013

**11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON GAS DISCHARGE PLASMAS AND
THEIR APPLICATIONS**

COMMITTEE

CHAIRMAN:

Gennady Mesyats, Russian Academy of Sciences, Russia

CO-CHAIRMEN:

Vladimir Lopatin, National Research Tomsk Polytechnic University, Russia

Nikolai Koval, Institute of High Current Electronics SB RAS, Russia

Valery Krivobokov, National Research Tomsk Polytechnic University, Russia

Gennady Volokitin, Tomsk State University of Architecture and Building, Russia

Yury Korolev, Institute of High Current Electronics SB RAS, Russia

CONFERENCE SECRETARY

Sergey Yanin, National Research Tomsk Polytechnic University, Russia

PROGRAM COMMITTEE

CHAIRMAN:

Viktor Vlasov, Tomsk State University of Architecture and Building, Russia

Valery Kurnaev, Moscow Institute of Physical Engineering, Russia

Anatoly Anshakov, Institute of Thermal Physics, Russia

Alexander Semenov, Institute of Physical Materials Science SB RAS, Russia

Klaus Bergmann, Fraunhofer Institute of Laser Technology, Germany

Boris Kalin, Moscow Institute of Physical Engineering, Russia

Yakov Krasik, Haifa Technion, Israel

Michael Predtechenskii, Institute of Thermal Physics, Russia

Ma Teng-cai, Dalian University of Technology, China

Sergey Barendolts, P.N. Lebedev, Physics Institute RAS, Russia

Nikolai Gavrilov, Institute of Electrophysics UD RAS, Russia

Sergey Buyantuev, PTB Ltd., Russia

Gennady Remnev, High Voltage Research Institute, Russia

Vladimir E. Messerle, Combustion Problems Institute, Almaty, Kazakhstan

Yury S. Akishev, Troitsk Institute for Innovation & Fusion Research, Troitsk,
Moscow Region, Russia

Rainer Hippler, Institute of Physics, University of Greifswald, Germany

Alexander Schwock, BalticNet- PlasmaTec, Greifswald, Germany

Anatoly Kuzmichev, National Technical University of Ukraine
"Kiev Polytechnical Institute", Ukraina

Jindrich Musil, University of West Bohemia, Czech Republic

Vladimir Uglov, Belarusian State University, Belarus

Radomir Enikov, Institute of Electronics, Bulgarian academy of science, Bulgaria

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современное развитие техники требует широкого внедрения в промышленность новых эффективных технологических процессов, основанных на инновационных достижениях в области науки и техники. Одним из направлений, существенно расширяющим технологические возможности процессов обработки материалов, является использование концентрированных потоков энергии, которые получают с применением генераторов низкотемпературной плазмы.

С целью создания условий для объединения российских и зарубежных учёных, инженеров и технологов в решении фундаментальных и прикладных проблем в областях исследований процессов плазмодинамики, плазмохимии, модификации материалов потоками низкотемпературной плазмы, при содействии Российского фонда фундаментальных исследований была организована XI-я международная конференция "Газоразрядная плазма и её применения". Для достижения поставленной цели важно было решить задачу по коллективному обсуждению результатов исследования физических процессов, протекающих в газоразрядных источниках плазмы, анализу перспектив создания источников с высокими эксплуатационными свойствами, выявлению новых аспектов применения низкотемпературной плазмы, обмену опытом в использовании различного оборудования и источников плазмы.

Конференция проводилась в рамках творческого объединения: Томского государственного архитектурно-строительного университета, Научного совета РАН по проблеме "Физика низкотемпературная плазма", Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института сильноточной электроники СО РАН. Тематика конференции была сориентирована по трем направлениям:

Физические процессы в генераторах низкотемпературной плазмы: плазма разрядов низкого и высокого давлений, приэлектродные явления.

Источники плазмы и оборудование: генераторы на основе высокого и низкого давлений, импульсные источники плазмы.

Применение низкотемпературной плазмы: модифицирование поверхности, плазмохимические, электроразрядные и другие технологии.

По итогам конференции были отобраны для публикации научные статьи, представленные в данном журнале.

Уверен, что результаты научных исследований, посвященные развитию фундаментальной теории плазменных процессов в газовых разрядах, будут способствовать созданию инновационных плазменных технологий в различных отраслях народного хозяйства.

В. А. Власов
Ректор ТГАСУ, д.ф.-м. наук, профессор,
академик МАН ВШ,
почётный работник высшего профессионального образования РФ,
почётный работник науки и техники РФ