

Предисловие

В данном тематическом выпуске журнала представлены три научных направления, тематика которых связана с исследованием физических процессов в разрядах, с созданием источников газоразрядной плазмы, а также с применениями плазмы и потоков заряженных частиц. При краткой характеристике публикаций будем ссылаться на фамилии только первых авторов.

В настоящее время продолжают интенсивно развиваться исследования газовых разрядов атмосферного давления. Одной из проблем является изучение механизма импульсного пробоя перенапряженных промежутков, когда в качестве вторичного процесса может играть роль ионизация газа убегающими электронами, а предпробойные явления и пробой происходят на временном масштабе около 1 нс и менее.

В статье *А.Г. Садыковой* исследовался пробой в поле бегущей волны внутри коаксиальной линии. Такая геометрия электродов позволяет получать более корректную регистрацию импульсов, особенно при субнаносекундных фронтах импульса напряжения. Результаты измерения скорости распространения стримера в неоднородной геометрии электрического поля представлены *Д.В. Белоplotовым*. Численное моделирование формирования стримерной структуры в разряде по поверхности диэлектрика проведено *А.А. Сайфутдиновой*. В работе *А.В. Козырева* приведены результаты исследований формирования разряда в условиях, когда использовался режим питания при высокой частоте следования импульсов и в паузе между импульсами не происходило полного распада плазмы предшествующего разряда. Тогда стример в каждом последующем разряде развивался вдоль следа от плазмы предыдущего импульса.

Значительное число публикаций посвящено исследованию плазменных струй, получаемых на основе разрядов атмосферного давления. Такие струи представляют интерес в самых различных областях, в частности для плазменного поддержания горения и конверсии углеводородов (*А.С. Аньшаков*), для поверхностной модификации материалов (*Л.Н. Орликов*), для биомедицинских применений (*Т.М. Васильева*). Используются самые разные методы электрического питания разряда для получения плазменной струи. Например, в работе *Ю.Д. Королева* описан источник питания постоянного напряжения для поддержания разряда в потоке газа. Интересным техническим решением является применение в качестве высоковольтного источника пьезоэлектрического трансформатора (*К.В. Артемьев*). В работе *В.В. Кузенова* исследуется струя, формируемая в капиллярном разряде с испаряющейся стенкой. Поддержание горения в конденсированных средах осуществлялось также не только с помощью плазменной струи, но и излучением CO₂-лазера (*В.А. Архипов*).

Импульсные разряды при умеренных давлениях представляют интерес для получения электронных пучков с энергией вплоть до нескольких десятков килоэлектронвольт непосредственно в газе. Здесь ускорение электронов происходит в катодном слое разряда типа тлеющего. Две работы в данном направлении представлены *П.А. Боханом*. В одной из них разряд используется для наносекундной коммутации и продемонстрировано, что частота следования импульсов достигает 100 кГц.

Несколько статей в настоящем тематическом номере журнала относятся к исследованию разрядов в электролитах и применению таких разрядов. Хотя формально можно говорить о разряде в жидкости, но при высокой проводимости среды на начальной стадии имеет место формирование газовых микрополостей, и разряд возникает уже в этих полостях (*И.А. Шемякин*). Далее область плазмы распространяется в глубь межэлектродного промежутка и на завершающей стадии происходит образование высокопроводящего канала. В отличие от пробоя в дистиллированной воде, здесь ионизационные явления возникают при чрезвычайно низких напряжениях (на уровне 1 кВ).

Разряды в жидкостях находят применение в системах дугового оксидирования (*П.Е. Голубков*), для микроплазменной электролитической обработки поверхности металлов (*С.С. Арбузова*), для плазмохимического разложения углеводородов (*А.А. Сайфутдинова*) и в других областях.

Традиционно большой блок публикаций связан с исследованиями разрядов низкого давления. Речь идет об условиях, когда длина свободного пробега электрона для реакции ионизации соизмерима или превышает длину межэлектродного промежутка, но остаточный газ все же играет определяющую роль в поддержании разряда. Для осуществления ионизации газа в таких условиях ис-

пользуются полые катоды, в которых эффективная ионизация обеспечивается за счет осциллирующего движения электронов (*Н.В. Ландль*) либо наложение дополнительного магнитного поля, как в так называемом магнетронном разряде (*М.В. Шандриков, А.С. Гренадеров*). Данные методы позволяют получать в больших объемах однородный разряд, плазма которого используется для поверхностной обработки различных материалов (*О.И. Марков, Д.В. Духопельников*).

Еще один способ получения сильноточных разрядов низкого давления состоит в принудительной инжекции плазмы в межэлектродный промежуток от внешнего источника. На этом принципе работают так называемые плазменные прерыватели тока (*С.В. Логинов*), генераторы мощных электронных пучков с плазменным анодом (*П.П. Кизириди, Э.Н. Абдуллин*) и системы сжатия плазмы собственным магнитным полем сильноточного разряда (*В.И. Орешкин*).

Поскольку на основе разрядов низкого давления создаются источники электронных и ионных пучков, то параллельно с исследованиями самих разрядов развиваются и применения пучков заряженных частиц. В работах *Ю.Ф. Иванова* пучки применяются для модифицирования высокохромистой стали и легирования силумина. В работе *В.А. Бурдовицына* исследуется взаимодействие электронного пучка с диэлектрической мишенью.

Некоторые публикации относятся к методическим особенностям проведения экспериментов по изучению газовых разрядов. Примером является работа *С.Г. Киреева* по калибровке фотоэлектрических приемников импульсного излучения.

В текущем году в Томске состоялась 14th International Conference «Gas Discharge Plasmas and Their Applications», GDP-2019, September 15–21, 2019, Tomsk, Russia [<http://gdp2019.hcei.tsc.ru/>]. Часть представленных на конференции материалов была рекомендована для опубликования в виде статей в данном тематическом выпуске.

В целом, тематика настоящего номера журнала охватывает широкий спектр проблем. Характеризуя текущие тенденции развития физики и техники разрядов, можно отметить, что экспериментальные работы занимают значительную долю, причем они направлены на технические и технологические применения. Вместе с тем при интерпретации разрядных явлений применяются методы численного моделирования, позволяющие более глубоко понять суть процессов, протекающих в разрядах.

Ответственный редактор номера
профессор **Ю.Д. Королев**