

В неравновесной низкотемпературной плазме электрического разряда постоянного тока между твердым и жидким электродами [1-3 и др.] обнаружено множество новых эффектов, полезных с точки зрения практических применений: очистка и полировка твердых металлических поверхностей, одностадийное получение металлического мелкодисперсного порошка из углеродистых и инструментальных сталей при атмосферном и пониженных давлениях. Одним из способов получения неравновесной плазмы является использование электрического разряда постоянного тока между струйным электролитом и твердым электродом [4]. В настоящее время практически отсутствуют как экспериментальные, так и теоретические исследования высокочастотного емкостного разряда между струйным электролитическим и проточным электролитическим электродами. ВЧЕР с струйным электролитом представляет большой интерес для изучения физических процессов в нетрадиционных условиях. В связи с этим накопление экспериментальных данных для построения физических и математических моделей является весьма актуальной задачей. Целью данной работы является изучение формы и структуры ВЧЕР между струйным электролитом и проточным электролитическим электродами в диапазоне давления $P = 10^4 - 7 \cdot 10^4$ Па и скорости струи электролита $u = 0,9$ м·с⁻¹. Исследования ВЧЕР проводились на установке ВЧГ8-60/13, настроенного на частоту 13,58 МГц. Вакуумная система установки состоит из вакуумной камеры, вакуумного насоса типа 2НВР-5ДМ. Видеосъемка разряда осуществлялась на видеокамеру «Sony HDR – SR72E». Время экспозиции одного кадра 0,04 с. Разрядная камера состоит из основания и колпака. Основание и колпак разрядной камеры изготовлены из нержавеющей стали. В колпаке имеется стандартное окно с диаметром 100 мм, закрываемое оптическим стеклом из кварца, которое служит для наблюдения за ВЧЕР со струйным электролитом. Все соединения уплотнены вакуумной резиной. Для лучшей герметичности уплотнительная резина смазывается вакуумной смазкой. В основании разрядной камеры проделаны специальные отверстия, куда герметично вставлены штуцеры. Они соединяют камеру с вакуумной арматурой установки: вакуумным насосом и вакуумметром. Колпак поднимается и опускается с помощью специального привода. Внутри камеры находятся верхний и нижний электролитические ванны. Верхняя электролитическая ванна на половину заполнена раствором NaCl в технической воде. Расход электролита регулируется с помощью краника. Электролит через краник подается в специальную медную трубку, которая формирует струю электролита. Медная трубка с помощью устройства опирается по краям нижней электролитической ванны. Устройство обеспечивает устойчивое положение и движение крышки камеры вниз или вверх для получения ВЧЕР со струйным электролитом. Нижняя медная пластина треугольной формы была заземлена с помощью медного провода марки М1. Рабочее давление в камере регулируется изменением скорости откачки, а

измеряется вакуумметром модель 1227 класса точности 0.25. Расход электролита определяется с помощью мензурки и секундомера. Скорость вычислялась по формуле $v = \frac{Q}{S \cdot t}$, где ρ – плотность электролита, S сечение струи электролита. Анализ экспериментальных данных показал, что при $P = 104$ Па происходит переход однородного ОТС на поверхности медной трубки-капли-струи электролита к распределенным и неоднородным пятнам. В данном случае наблюдаются комбинированные и нестационарные пятна на поверхности медной трубки-капли-струи электролита. С ростом давления от 104 до $2 \cdot 10^4$ Па при малых напряжениях источника питания $U = 1000$ В ВЧЕР стабилизируется. Однородные пятна белого цвета наблюдаются на границе струи с проточным электролитом. Как видно из фотографии рис. 1, верхнюю половину струи занимает микроразряды, а нижнюю половину занимает объемный ВЧЕР сферической формы. С ростом величины U от 1000 до 1500 В объемный ВЧЕР в форме эллипса занимает область у проточной электролитической ячейки (фотография рис. 2). С течением времени $\Delta t = 0,04$ с происходит изменение структуры разряда. Наверху вдоль неоднородной струи наблюдаются микроразряды. Эти микроразряды появляются из-за разности потенциала на неоднородных участках вдоль струи электролита (фотография рис. 3). С ростом величины U от 1500 до 1700 В при $P = 2 \cdot 10^4$ Па у проточной электролитической ячейки ВЧЕР становится неоднородным (фотография рис. 4). С дальнейшим ростом напряжения источника в интервале $U = 1700-1900$ В объемный ВЧЕР полностью разрушается. Вдоль струи электролита наблюдаются микроразряды и небольшие объемные разряды (фотография рис. 5). Увеличение напряжения источника питания до 2000 В приводит к интересной особенности. Если вдоль струи наблюдается микроразряды различных размеров, то справа от струи электролита прилипает разряд к контрагированной точке (фотография рис. 6). Разряд имеет шарообразную головку с белым интенсивным свечением. От этой головки распространяется диффузионный хвост в сторону проточной электролитической ячейки. Рис. 1 Рис. 2 Рис. 3 Рис. 4 Рис. 5 Рис. 6 Анализ экспериментальных данных в диапазоне от $2 \cdot 10^4$ до $7 \cdot 10^4$ Па показал следующие особенности горения ВЧЕР с капельно-струйным электролитом и проточной электролитической ячейкой с использованием насыщенного раствора NaCl в технической воде. С ростом давления ВЧЕР с капельно-струйным электролитом горит при больших напряжениях источника питания от 1500 до 3500 В. ВЧЕР принимает практически многоканальную форму. Таким образом, в результате экспериментальных исследований ВЧЕР с капельно-струйным электролитом и проточной электролитической ячейкой изучены формы и структуры ВЧЕР в широком диапазоне давления от 104 до $7 \cdot 10^4$ Па. Установлена граница перехода однородного ОТС на поверхности электрода медная трубка – капельно-струйный электролит в неоднородные пятна. Выявлено, что с ростом давления ($P = 104-2 \cdot 10^4$ Па) на поверхности капля-струя электролита

происходит переход в ВЧЕР с микроразрядами. Установлено, что вдоль струи электролита может гореть одновременно многоканальный, объемный ВЧЕР и разряд с контрагированным пятном.