

В настоящее время электрические разряды переменного тока с электролитическим и твердым электродами представляют большой практический интерес, как генераторы низкотемпературной плазмы. Такие разряды могут использоваться в плазменной технике и технологии для обработки металлических поверхностей, нанесения покрытий различного назначения [1], получения мелкодисперсных металлических порошков [2], а также для нагрева металлов и сплавов в электролите [3]. Настоящая работа посвящена исследованию электрических характеристик низкочастотного разряда между твердым и жидким электродом (20 % и 30 % раствор CuSO_4 в очищенной воде) в широком диапазоне давления $P = (1,6 \div 8,0) \times 10^3$ Па, межэлектродного расстояния $l = 5 \div 40$ мм, напряжения разряда $U = 560 \div 1000$ В и тока разряда $I = 120 \div 1250$ мА. В качестве твердого электрода служила сталь 3 диаметром 4 мм. Установка, предназначенная для изучения электрического разряда, состоит из системы электрического питания, вакуумной разрядной камеры с системой регулирования давления, электролитической ванны, аппаратуры контроля и управления работой установки и измерения характеристик электрических разрядов. Система электропитания установки состоит из высоковольтной и низковольтной частей. Высоковольтная часть предназначена для питания изучаемого электрического разряда. Она состоит из регулятора напряжения и повышающего трансформатора. Низковольтная часть системы электропитания предназначена для питания вспомогательного и регулировочного оборудования установки: двигателя вакуумного насоса, контакторов управления, двигателей подачи электрода, координатного устройства. Использовался стандартный источник питания переменного тока БП-150 на 7 кВ. Токи напряжения измерялись щитовыми приборами PA1 и PV1 класса точности 0,5 и 1,5, установленными на пульте управления. Разрядная камера состоит из основания и колпака, изготовленных из оргстекла толщиной 30 мм. В колпаке имеется отверстие диаметром 100 мм, закрываемое крышкой из кварцевого стекла, которое служит для наблюдения за процессом разряда. Внутри камеры установлены привод регулирования межэлектродного расстояния и координатное устройство для зондовых измерений с зондом и электролитическая ванна. Электролитическая ванна состоит из диэлектрического корпуса, стальной пластины для подвода напряжения к электролиту и стального электрода, подключенного к другой клемме источника питания и закрепленного на устройстве регулирования межэлектродного расстояния. На рисунке 1 представлены ВАХ объемного разряда переменного тока между твердым и жидким электродами (20 % раствор CuSO_4 в очищенной воде) для различных давлений и межэлектродных расстояний l . Из сравнения графиков 1 и 2 следует, что с ростом межэлектродного расстояния от 30 до 40 мм при $P = 3,3$ кПа величина напряжения разряда возрастает. Например, при $I = 600$ мА с увеличением l от 30 до 40 мм величина U переменного тока возрастает

в 1,13 раза. Как видно из рис. 1 напряжение уменьшается с ростом тока разряда почти линейно. Анализ экспериментальных данных кривой 3 рис. 1 показывает, что при $l = 20$ мм с ростом давления от 3,3 до 4,8 кПа характер зависимости $U = f(I)$ практически не меняется. На рисунке 2 представлены ВАХ низкочастотного электрического разряда переменного тока между твердым и жидким электродами (30 % раствор CuSO_4 в очищенной воде) для различных давлений и межэлектродных расстояний l . Анализ зависимости величины U от тока разряда (кривая 1) показывает, что с ростом I от 700 до 725 мА напряжение разряда возрастает до максимального значения, а с дальнейшим ростом тока разряда от 725 до 1325 мА величина U постепенно уменьшается. Возрастающий участок кривой 1 объясняется горением аномального тлеющего разряда переменного тока между твердым и жидким электродами. Из сравнения экспериментальных данных рис. 1 и 2 следует, что ВАХ при $P = 3,3$ и 3,5 кПа с ростом концентрации электролита от 20 до 30 % смещаются в сторону больших токов. С понижением давления от 1,6 до 2,1 кПа наблюдается другой характер зависимости $U = f(I)$ и кривые 2 и 3 имеют горизонтальный вид. Рост межэлектродного расстояния от 20 до 30 мм (кривые 2 и 3) приводит к росту напряжения разряда. Как видно из рисунка 3, с ростом давления величина U линейно возрастает. Рис. 1 - ВАХ объемного разряда (электролит- 20% раствор CuSO_4): прямая 1 - $l = 40$ мм, $P = 3,3$ кПа; прямая 2 - $l = 30$ мм, $P = 3,3$ кПа; прямая 3 - $l = 20$ мм, $P = 4,8$ кПа Рис. 2 - ВАХ объемного разряда (электролит - 30% раствор CuSO_4): кривая 1 - $l = 5$ мм, $P = 3,5$ кПа; прямая 2 - $l = 30$ мм, $P = 1,6$ кПа; прямая 3 - $l = 20$ мм, $P = 2,1$ кПа Рис. 3 - Зависимость напряжения разряда переменного тока от давления при $l = 25$ мм, $I = 650$ мА и $f = 50$ Гц Таким образом, в ходе экспериментальных исследований низкочастотного электрического разряда переменного тока между твердым и жидким электродами были выявлены следующие особенности. В интервале давлений от 3,3 до 4,8 кПа вольтамперные характеристики имеют падающий вид, и увеличение концентрации электролита меняет характер ВАХ. Установлено, что с увеличением концентрации электролита от 20 до 30 % для давлений от 1,6 до 2,1 кПа вольтамперные характеристики низкочастотного разряда приобретают горизонтальный вид.