

Большое количество статей и трудов конференций, опубликованных в течение последних двух десятилетий о неравновесной низкотемпературной плазме электрических разрядов с жидкими электродами, подчеркивает растущий интерес к этому особому разделу физики и химии плазмы [1]. Электрические разряды в жидкостях между металлическими электродами, а также между металлическим и жидким электродами проводят к новым научным проблемам для исследователей плазмы и дают новые технологические возможности. Несколько применений уже разработано, которые близки к широкому практическому распространению, включая плазменный скальпель для хирургии [2], литотрансию (разрушение камней с помощью специальных волн, которые приводят к раздроблению имеющихся в мочевом пузыре камней) [3] и миниатюризованный химический анализатор жидкости [4, 5]. Разряды в жидкостях и вне жидкости создают мощное УФ излучение, ударные волны и интенсивные радикалы (ОН, атомарный кислород, пероксид водорода и т.д.). Это основная причина того, что указанные плазмы широко изучались в последние десятилетия. Однако существенная сложность плазмы электрических разрядов с жидкими электродами означает, что полное понимание их фундаментальной физики и химии остается пока не достигнутым. В настоящее время в основном проведены экспериментальные исследования зажигания разряда, а также характеристики разряда постоянного тока между твердым и жидким электродами [5-7]. Высокочастотные разряды с жидкими электродами используются для дезинфекции воздуха и обеззараживания воды, а также могут быть использованы в других областях промышленности. Несмотря на это исследование ВЧ разрядов с жидкими электродами только начинается. ВЧ (13,56 МГц) и СВЧ в жидкости [1] и высокочастотный емкостной разряд между твердым и жидким электродами [8-11]. Экспериментальные исследования проводились на установке, предназначенной для изучения электрического разряда рис. 1. В качестве электролита использовали очищенную воду. Установка для исследования высокочастотного разряда между твердым и электролитическим электродами состоит из электролитической ванны 1, электролитического электрода 2, твердого электрода 3, металлической пластины 4 для подвода потенциала в электролит, генератора высокой частоты 5 ($f_u = 13,8-100$ МГц). Между твердым электродом и технической водой горит электрический разряд 6. Для измерения напряжения применяли киловольтметр КВЦ-120, предназначенный для измерения напряжений постоянного и переменного тока до 120 кВ. На дисплее киловольтметра одновременно отображаются уровни действующего, амплитудного и среднего напряжений, что позволяет оценить форму и искажения измеряемого напряжения. Измерение тока проводили с помощью универсального цифрового мультиметра АВМ-4307. Рис. 1 - Экспериментальная установка для получения ВЧ электрического разряда между твердым и жидким электродами На рис. 2 показано горение ВЧ разряда 6 между

твердым электродом цилиндрической формы и технической водой 2. Как видно из рис. 2, между твердым электродом и технической водой горят искровые разряды с разветвленной корневой структурой на поверхности технической воды. На рис. 3 приведена зависимость напряжения ВЧ разряда от межэлектродного расстояния при $f_u = 40$ МГц. Как видно из рис. 3, если в интервале межэлектродного расстояния $l \leq 2-14$ мм возрастает почти линейно, то в интервале от 14 до 20 мм характер зависимости $U = f(l)$ становится нелинейным. Это объясняется тем, что стримерный разряд переходит в искровую форму с корневой структурой. На рис. 4 представлена зависимость напряжения ВЧ разряда от межэлектродного расстояния при $f = 100$ МГц. Из сравнения кривых рис. 3 и рис. 4 следует, что с ростом частоты импульсов от 40 до 100 МГц линейный участок роста зависимости уменьшается еще больше и составляет от 2 до 4,5 мм. Сравнение кривых рис. 3 и 4 показывает, что величина U с ростом частоты импульсов от 40 до 100 МГц в исследованном диапазоне межэлектродного расстояния снижается. Установлено существенное влияние частоты импульсов и межэлектродного расстояния на развитие, формы и структуры ВЧ разряда между твердым и электролитическим электродами. Рис. 2 - Искровой разряд между твердым и жидким электродами Рис. 3 - Зависимость величины напряжения разряда от межэлектродного расстояния при $f_u = 40$ МГц Рис. 4 - Зависимость от величины напряжения ВЧ разряда от межэлектродного расстояния при $f_u = 100$ МГц