

УДК 621.9.015

ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА УГОЛ СМАЧИВАЕМОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Мозгова Виктория Константиновна

Студент 4 курса

кафедра «Электронные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: С. В. Сидорова,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»

Изучение поведения жидкостей на твердых и жидких поверхностях представляет большой интерес в связи с широкой распространенностью явлений смачивания в различных отраслях научной деятельности. Гидрофобность поверхности определяется не только характеристиками материала, но и свойствами и структурами нанесенного приповерхностного слоя. Гидрофобные материалы обладают водонепроницаемостью, устойчивостью к биообрастанию и органическим загрязнениям, а также стойкостью к коррозии [1]. Например, в микрофлюидике гидрофобность влияет на облегченное скольжение жидкого потока по каналам микрофлюидного чипа (МФЧ). Данное свойство материала очень важно при создании МФЧ смешения.

Кроме этого, перед нанесением покрытий для достижения хорошей адгезии необходимо очистить поверхность ото всех загрязнений. Лучше всего малый угол смачивания достигается при помощи плазменной очистки. В отличие от очистки поверхностей жидкой химией, процесс плазменной очистки полностью контролируется за счет выставленных параметров, не имеет остатков органики, все «отходы» безвредны и имеют газообразную форму, большинство используемых газов не токсичны.

В лаборатории кафедры «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н. Э. Баумана были проведены исследования по очистке материалов основания МФЧ смешения из кварцевого стекла и ситалла в среде инертного газа Ar на установке плазменно-химического травления TRION SIRUS T2. Оценка качества очистки проведена на гониометре ЛК-1. Все образцы подвергались очистке при одинаковых условиях процесса: давление - 400 мТорр, значение молекул аргона - 200. Процессы проводили при разных параметрах времени (X1) 5 и 20 минут, разной мощности возбуждения (X2) 300 и 600 Вт.

Интервал времени очистки в плазме был выбран на основе предыдущих экспериментов [2], которые показали нецелесообразность очистки более 20 минут. Значения мощности возбуждения были выбраны на основе технологического опыта автора и проведенного литературного поиска.

Экспериментальные образцы обрабатывали в вакууме, варьируя режимы процесса; оценили углы смачивания до и после плазменной обработки (рисунок 1,2); результаты были обработаны и построены математические модели для угла смачивания в зависимости от входных параметров для ситалла и кварцевого стекла.

До плазменной обработки были оценены углы смачивания для ситалла (~37.2°) и для кварцевого стекла (~43.6°) (см. рисунки 1,а и 2,а). На рисунках 1,б и 2,б приведены снимки капель воды после плазменной обработки на ситалле (~6.73°) и стекле (~10.21°).

Математическая модель зависимости угла смачивания от времени и мощности плазмы для ситалла имеет вид:

$$\hat{Y} = 14,7542 - 8,7075X_1 - 0,9108X_2 + 0,7142X_1X_2.$$

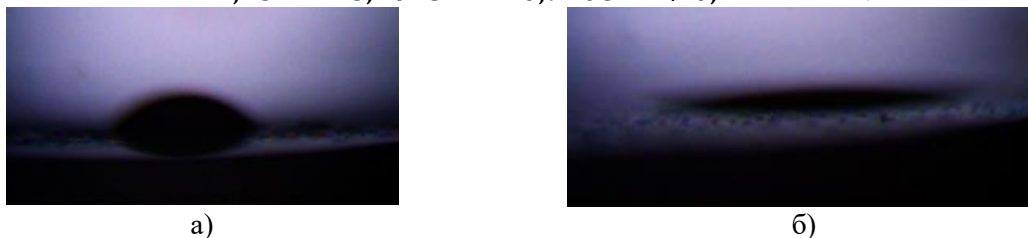


Рисунок 1. Снимки с гониометра ЛК-1 капли воды на ситалле до (а) и после (б) плазменной обработки

Математическая модель зависимости угла смачивания от времени и мощности плазмы для кварцевого стекла имеет вид:

$$\hat{Y} = 19,4258 - 8,2675X_1 - 0,6675X_2 + 1,2654X_1X_2.$$

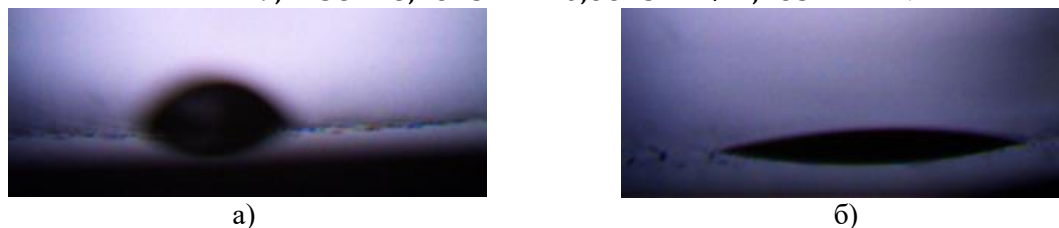


Рисунок 2. Снимки с гониометра ЛК-1 капли воды на кварцевом стекле до (а) и после (б) плазменной обработки

Проанализировав полученные математические модели, можно сделать общий вывод для ситалла и кварцевого стекла о том, что мощность возбуждения плазмы и время обработки в выбранных интервалах варьирования влияет на величину угла смачивания. Установлено, что в рассматриваемых интервалах варьирования факторов влияние времени очистки выражено наиболее сильно. Меньшее влияние оказывает мощность возбуждения плазмы. Взаимодействие двух входных факторов оказывают еще меньше влияния, чем мощность возбуждения для ситалловых подложек. Однако, для подложки из кварцевого стекла взаимное влияние входных факторов сильнее, чем влияние только мощности плазмы.

В дальнейшей работе планируется уточнение математической модели посредством введения зависимостей от новых технологических параметров и условий предварительной подготовки подложек. А также расширение математических моделей на более широкий спектр материалов для создания МФЧ и изделий микро- и наноэлектроники.

Литература

1. Бойнович Л.Б., Емельяненко А.М. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение // "Успехи химии". - 2008. - №7. - С. 619-638.
2. Мозгова В. К., Севрюгина Е. А. Оценка угла смачиваемости диэлектрических подложек после плазменной очистки. [Электронный ресурс] // Всероссийская научно-техническая конференция «Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии»: материалы конференции, 6 – 10 апреля, 2020, Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана. – М.: ООО «КванторФорм», 2020. – URL: studvesna.ru?go=articles&id=2890 (дата обращения: 15.03.2021)