

## УДК 621.9.015

### ОЦЕНКА УГЛА СМАЧИВАЕМОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДЛОЖЕК ПОСЛЕ ПЛАЗМЕННОЙ ОЧИСТКИ

Виктория Константиновна Мозгова<sup>(1)</sup>, Екатерина Артуровна Севрюгина<sup>(2)</sup>

*Студент 3 курса<sup>(1)</sup>, магистр 1 года<sup>(2)</sup>,  
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»*

Плазма - четвертое агрегатное состояние, частично или полностью ионизированный газ, в составе которого присутствуют электроны, ионы и нейтральные частицы. У технологии плазменной очистки есть ряд преимуществ, которые позволяют добиваться хороших результатов: очистка в микроскопических зазорах; отсутствие повреждений чувствительных поверхностей; низкие технологические издержки; нет необходимости в дальнейшей очистке (растворителей, химических средств); такие свойства, как смачиваемость и адгезия поверхности растут благодаря увеличению свободной энергии поверхности [1, 2].

Физические, химические и органические загрязнения следует удалять для решения многих задач: плохая адгезия мешает равномерно наносить клей или компаунд на поверхность, что в дальнейшем приводит к неизбежным отслоениям и негерметичности; наличие загрязнений на контактных площадках препятствует образованию качественного электрического контакта, снижая его эффективную площадь и прочность на отрыв; плохая смачиваемость поверхности приводит к видимым воронкообразным дефектам и кратерам в слое лакокрасочного покрытия.

В лаборатории кафедры «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н. Э. Баумана были проведены исследования по очистке ситалловых подложек в среде инертного газа Ar на установке плазменно-химического травления TRION SIRUS T2. Оценка качества очистки проведена на гониометре ЛК-1. Исследования по очистке ситалловой подложки проводили в разных технологических циклах, далее построена зависимость времени очистки от угла смачивания.

Гониометр ЛК-1 предназначен для измерения краевого угла смачивания методом лежащей капли. Прибор позволяет получать изображение лежащей на подложке капли с помощью цифровой видеокамеры, экспортировать изображение в компьютер, определять краевой угол смачивания методом касательной и на основе описания формы контура капли уравнением Лапласа.

Смачивание - это физическое взаимодействие жидкости с поверхностью твёрдого тела или другой жидкости. Угол смачивания представляет из себя угол, который образуется между твердой поверхностью с вершиной, располагающейся в точке пересечения трех фаз и касательной к поверхности жидкости-газа. Измеряется всегда внутри жидкой фазы.

На рисунке 1 наглядно представлено изображение капли воды на подложке, полученное с помощью гониометра ЛК-1.

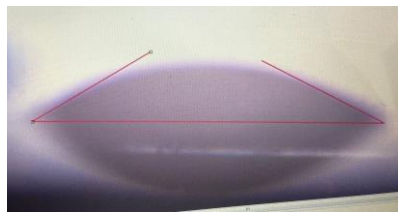


Рисунок 1. Капля воды на загрязненной подложке

Полученные в результате эксперимента данные значений угла смачивания в зависимости от времени плазменной очистки представлены на Рисунке 2.

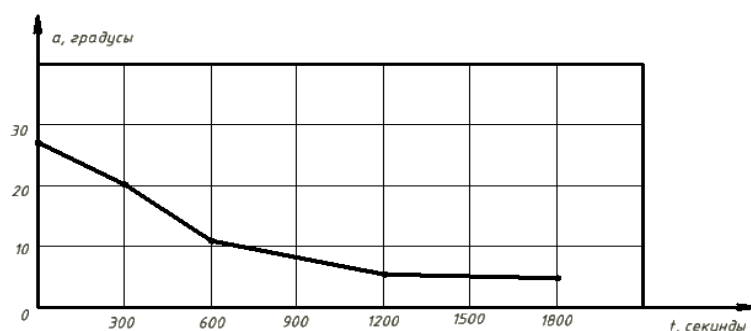


Рисунок 2. Изменение угла смачивания ситалловой подложки в зависимости от времени плазменной очистки в среде Ar

Представляет интерес характер кривой. В первые 10 минут процесса очистки ситалловой подложки наблюдается резкое уменьшение угла смачивания. В следующие 10 минут (от 10 до 20 минут) изменение угла смачивания происходит не так интенсивно. А в промежутке от 20 до 30 минут – практически не меняется значение угла смачивания.

Данная зависимость построена только для времени очистки. Но, на установке TRION SIRUS T2 возможно контролировать такие параметры, как: время очистки, давление и поток подаваемого газа и мощность. Представляет интерес построение математических моделей для угла смачивания в зависимости не только от времени, но и от технологических параметров установки.

В результате проведенных исследований и обработки полученных данных, выявлено, что первоначальные загрязнения были полностью удалены с ситалловой подложки в первые 5-20 минут процесса плазменной очистки. Об этом свидетельствует более резкое уменьшение зависимости угла смачивания от времени процесса в первые 20 минут.

В дальнейшем планируется построение математических моделей для угла смачивания в зависимости не только от времени, но и от технологических параметров процесса.

## Литература

1. Лекции по физике плазмы: Учебное пособие / Д.А. Франк-Каменецкий. Долгопрудный: Интеллект, 2008. 280 с.
2. Diener electronic. URL: <https://www.tatcp.ru/upload/tirit/50.pdf> (Режим доступа 10.02.2020).