

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ СТЕКЛА В ПЛАЗМЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА

Жидкина Н.В., Вербицкая М.С., Яцевич Е.В., Аксючиц А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Котов Д.А. – канд. техн. наук, доцент

Проводилось исследование влияния плазмы атмосферного разряда на поверхностные свойства стекла. В результате эксперимента была выявлена зависимость коэффициента трения поверхности стекла от времени обработки. За 2–3 минуты обработки удалось достичь уменьшения коэффициента трения поверхности стекла в 3 раза.

Плазма широко используется в течение более полувека для селективного размерного травления, обработки поверхности, для управления адгезионными параметрами поверхности, а также нанесения слоев диэлектриков, полупроводников и проводников с заданным составом, стехиометрией, структурой и свойствами. Технология обработки в плазме атмосферного разряда представляет ряд таких достоинств, как отсутствие громоздких и энергоёмких систем создания и поддержания вакуума, возможность обработки различных материалов, в том числе низкотемпературных полимеров и биологических объектов, оперативность и универсальность применения, а также невысокой ценой разрядных систем. Для этих целей интерес представляют компактные высокоэффективные системы питания, обеспечивающие необходимым напряжением заданной частоты, формы и амплитуды для создания газового разряда определённого вида и мощности.

Исследовалось изменение гидрофильных свойств стекла при обработке в плазме атмосферного разряда. Для обработки использовалась экспериментальная установка, схема которой представлена на рисунке 1. Она включает в себя баллон с плазмообразующим газом аргоном (1), регулятор расхода газа РРГ-12 (2), обрабатываемую подложку (3), штатив (4), источник питания (5) и разрядную систему (6). В установке используется разрядное устройство коаксиального типа с диэлектрическим барьерным разрядом для создания плазмы диффузного типа при атмосферном давлении. Данная система позволяет формировать плазменный факел длиной до 3 см, с зоной обработки диаметром до 1 см [1].

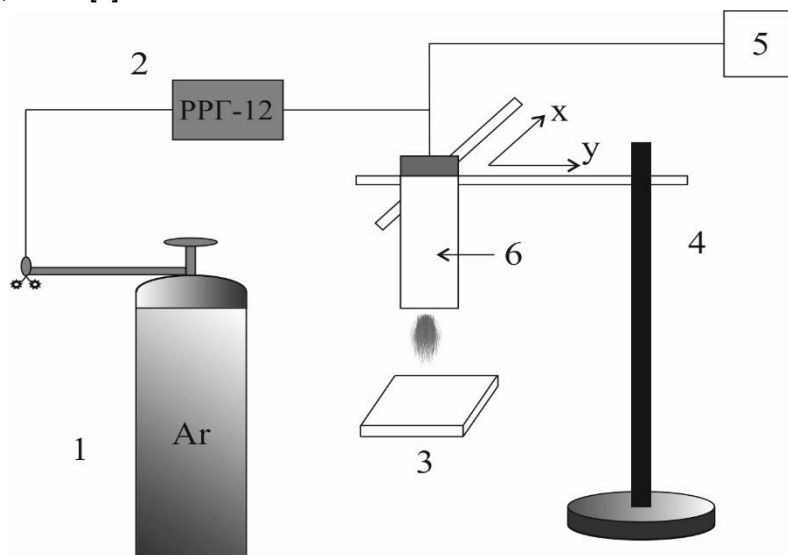


Рисунок 1 – Схематичное изображение экспериментальной установки

Обработка стекла проводилась при мощности разряда 45 Вт, расходе аргона 186 л/ч, расстоянии от факела плазменной установки до материала – 1 см. Времени изменялось от 1 до 5 минут с шагом в одну минуту.

Для оценки изменения поверхностных свойств стекла использовалась методика расчёта коэффициента трения по данным, полученным в процессе сканирования материала при помощи атомно-силового микроскопа NT-206 [2]. Расчёт коэффициента трения производился на основе измерения средней величины угла закручивания кремниевого зонда вокруг своей оси, при его прямом и обратном движении во время сканирования.

Фиксируя величину этого угла закручивания при прохождении зонда по поверхности в прямом и обратном направлении и деля разницу в показаниях пополам, получаем величину закручивания консоли при контакте с поверхностью dZ .

Из графика, полученного от прямого и обратного хода кремниевого зонда при сканировании поверхности стекла, выводились численные значения средней величины закручивания и производился расчёт коэффициента трения в программе Excel. На основании расчётов был построен график зависимости коэффициента трения от времени обработки. Данная зависимость представлена на рисунке 2.

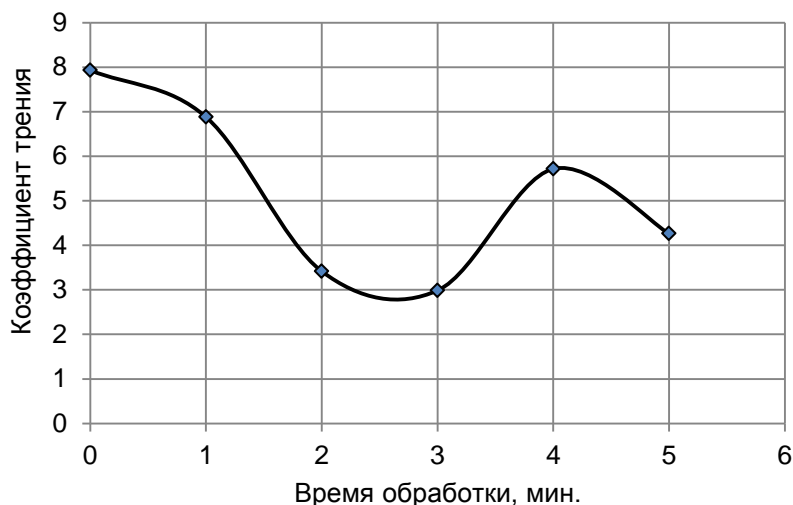


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента трения поверхности от времени обработки стекла

Из графика зависимость коэффициента трения от времени обработки видно, что при обработке от 1 до 3 минут коэффициент трения падает. Это связано с тем, что в первые минуты обработки происходят процессы очистки и активации поверхности. Очистка атмосферной плазмой – это процесс удаления с обрабатываемой поверхности адсорбированных газов, влаги, органических и биологических загрязнений, а также пылевидных частиц за счет воздействия плазменных атмосферных потоков при использовании различных ионизированных газов – аргона, воздуха, азота, водорода, паров специальных химических соединений [3]. Активация поверхности состоит в формировании химически активного поверхностного слоя за счет образования свободных радикалов в процессе обработки. В результате активации повышается поверхностная энергия поверхности, что улучшает смачиваемость.

Однако при обработке плазмой более 3-х минут коэффициент трения возрастает и при приближении к 5 минутам вновь падает. Вероятнее всего такое увеличение коэффициента трения связано с тем, что при обработке поверхности плазмой на обычном воздухе, а не в вакууме, происходит окисление атомарно чистой поверхности и это приводит к понижению адгезии. При последующей обработке происходит повторная очистка поверхности, за счёт чего гидрофильные свойства улучшаются. Так же были получены 2 и 3 изображения поверхности, по которым можно судить о изменении рельефа поверхности.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что максимальное значение коэффициента трения, а, значит, и наибольшая адгезионная способность, достигается, при обработке поверхности стекла в плазме атмосферного давления в течении 3 минут. Увеличение времени обработки не приводит к улучшению, но увеличивает себестоимость обработки. Таким образом, воздействие плазмы атмосферного разряда на поверхность стекла в течении 3 минут позволят получать более качественные покрытия.

Список использованных источников:

1. Котов, Д. А. Изучение параметров плазменной струи генерируемой диэлектрическим барьерным разрядом / Котов Д. А., Шукевич Я. И., Сигаёв О. С. Материалы международной конференции «Молодёжь в науке -2016», Минск, Белорусская наука, 2017, с. 348-356.
2. Миронов, В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие. / В. Л. Миронов. □ Н.Н. : РАН, 2004. □ 110 с.
3. Шмаков, М. Очистка поверхности пластин и подложек / М. Шмаков, В. Паршин, А. Смирнов // Технологии в электронной промышленности, 2008, №6, с. 72–75.