

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ БУМАГИ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ В ПЛАЗМЕ АТМОСФЕРНОГО РАЗРЯДА

Чернец Н.Ч., студент гр.843201, Запороженко Ю.В, аспирант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники¹
г. Минск, Республика Беларусь*

Котов Д.А. – канд. техн. наук

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований смачиваемости поверхности бумаги после обработки в плазме диэлектрического барьерного разряда при атмосферном давлении. В качестве рабочего газа использовался аргон. Смачиваемость определялся методом лежащей капли. В зависимости от времени обработки наблюдалось увеличение диаметра смачивания поверхности бумаги и растекаемости капли воды от исходных 4 миллиметров до 14 миллиметров. Определены режимы работы генератора плазмы в процессе обработки поверхности бумаги, обеспечивающие наилучшие показатели ее смачиваемости.

Ключевые слова. Угол смачиваемости, смачиваемость, растекание, поверхность бумаги, обработка, плазма диэлектрического барьерного разряда, атмосферное давление, метод лежащей капли.

Смачивание и растекание - знакомые явления в природе и часто наблюдаемые в нашей повседневной жизни, имеющие большое значение для фундаментальных научных исследований, а также обеспечивающие решения для передовых технологий. В последние десятилетия, переняв опыт природы, уникальные свойства смачивания и растекания были биомиметически реализованы путем создания искусственных материалов, что способствовало постоянному развитию таких областей, как транспортировка жидкостей, распыление, очистка и окраска в промышленности и сельском хозяйстве, и даже повлияло на образ нашей повседневной жизни. [1]

«Холодная» или нетепловая плазма (НТП) представляет собой высокоэнергетическое состояние газа, когда электрический ток может проходить из-за высокого напряжения. До недавнего времени плазму можно было создавать только в вакуумных системах, что делало невозможным ее использование для обработки чувствительных материалов. Однако за последние несколько лет технологические разработки позволили производить холодную плазму при атмосферном давлении, используя экономически выгодные системы. [2]

Целесообразность внедрения таких технологий диктуется возможностями локального и избирательного воздействия на объекты различной природы за счет направленного физического и химического взаимодействия составляющих плазмы с поверхностью. В частности, вышесказанное относится к низкотемпературной неравновесной плазме, основными достоинствами которой являются безопасность для человека, низкая проникающая способность и возможность обработки объектов при

атмосферном давлении и температуре, близкой к комнатной. Плазма может иметь температуру в диапазоне от 25 до 40 °С. В ходе обработки не образуются, и не используются стабильные химически-агрессивные соединения, что свидетельствует об экологической безопасности генераторов плазмы. [3-5]. В связи с этим в данной статье рассматриваются вопросы влияния атмосферной плазмы на гидрофильные и гидрофобные свойства поверхности бумаги.

На рисунке 1 представлено фото обработки стандартной офисной бумаги в «холодной» плазме диэлектрического барьерного разряда при атмосферном давлении.

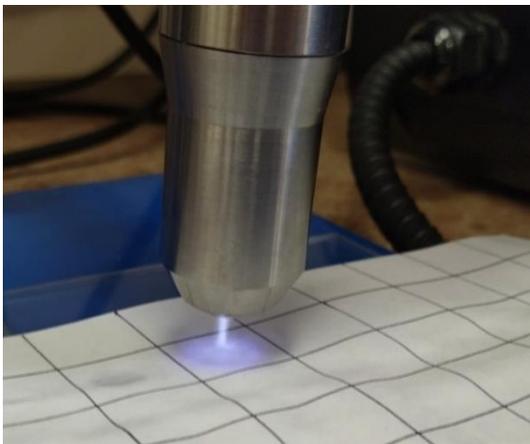


Рисунок 1 – Обработка бумаги в плазме при атмосферном давлении

Обработка поверхности бумаги, состоящей в основном из древесной целлюлозы, проводилась в плазменном факеле, формируемом диэлектрическим барьерным разрядом в потоке инертного газа - аргона. Выбор инертного газа обусловлен, как условиями плазмообразования, так и фактором слабого взаимодействия с исследуемым объектом [6].

Поверхность листа бумаги подвергалась обработке на разных участках. После первой обработки было установлено, что угол смачивания уменьшился до $\cong 0$ градусов, поэтому было решено измерять диаметр растекаемости капли. Для оценки полученных результатов использовался метод смачивания и растекания.

В ходе экспериментов по исследованию изменения диаметра смачивания поверхности листа бумаги установлено, что максимальный диаметр смачивания от обработки поверхности бумаги достигается при расстоянии между образцом и торцом системы 10-15 мм. Поэтому при проведении исследований было выбрано расстояние обработки – 10 мм.

На рисунке 2 представлена зависимость диаметра смачивания поверхности бумаги от времени обработки.

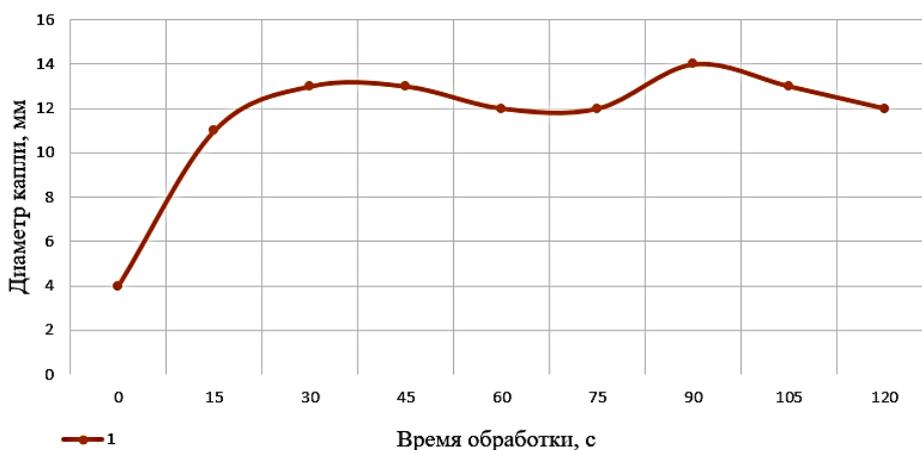


Рисунок 2 – Зависимость диаметра смачивания поверхности бумаги от времени обработки

Данная зависимость имеет «волнообразную» форму. В течении первых 15 секунд угол смачиваемости поверхности бумаги уменьшается с 80° до 0°. При обработке в течении 30 и 45 секунд диаметр растекания приобрёл одинаковые значения. Также одинаковые значения диаметра показали образцы поверхности бумаги после обработки в течении 60 и 75 секунд, при этом наблюдалось незначительное уменьшение диаметра растекания. Наибольший

диаметр растекания наблюдается при обработке поверхности бумаги в течении 90 секунд. Время обработки в интервале от 30 до 45 секунд, является наилучшим, так как позволяет достичь максимальной смачиваемости поверхности за минимальное время обработки. Более длительная обработка поверхности бумаги не приводит к существенному увеличению диаметра смачиваемости поверхности.

В результате экспериментальных исследований зависимости диаметра смачивания поверхности бумаги от времени обработки в «холодной» плазме диэлектрического барьерного разряда, установлено, что основной эффект от обработки достигается в интервале от 30 до 45 секунд и обеспечивает максимальный диаметр смачивания поверхности бумаги 14 мм (до обработки – 4 мм) при ограничении расхода газа и времени обработки.

Список использованных источников:

1. *Cold atmospheric plasma: Sources, processes, and applications* / L. Bárdos, H. Baránková, // *Thin solid films* – 2010. – Vol. 518., – P. 6705-6713
2. *Georghiou GE, Papadakis AP, Morrow R, Metaxas AC. Numerical modelling of atmospheric pressure gas discharges leading to plasma production. Journal of Physics D: Applied Physics. 2005; 38: 303–328.*
3. *Plasma Apparatuses for Biomedical Applications* / Y. J. Kim, S. Jin, G. Han, G.C. Kwon, J.J. Choi, E.H. Choi, H.S. Uhm, and G. Cho, // *IEEE Transactions on plasma science* – 2015, – Vol. 4., –P. 944-950.
4. *Matteo Gherardi, Riccardo Tonini and Vittorio Colombo // Trends in Biotechnology* – June 2018, – Vol. 36, No. 6. – P. 583-585.
5. *Использование холодной атмосферной плазмы в стоматологии* / Новиков С.В., Тамазов И.Д., Тополянский П.А., Тополянский А.П. // *The Journal of scientific articles "Health and Education Millennium"* – 2018, – Vol. 20, No 1. – С. 124-127..
6. *Sakae T. Variations in dental enamel crystallites and microstructure // Journal of Oral Biosciences.* – 2006. – Vol. 42, № 2. – P. 85–93