

УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ ПОВЕРХНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПОСРЕДСТВОМ ОБРАБОТКИ В ПЛАЗМЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

Шабуневич Н.В.

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

Котов Д.А. – канд. техн. наук, доцент

Аннотация. Плазменные методы модификации поверхности (в том числе и её активация) являются одними из наиболее перспективных направлений материаловедения, и в последнее время привлекают к себе большой интерес. Плазменная технология основана на простом физическом принципе: за счет подачи энергии изменяются агрегатные состояния (твердое становится жидким, жидкое становится газообразным). Если сообщить газу дополнительную энергию, он ионизируется и переходит в четвертое агрегатное состояние – плазму. Этот принцип и используется для целенаправленной модификации свойств материала. Предварительная обработка плазмой способствует существенному и точно регулируемому повышению адгезионной способности и смачиваемости поверхностей

Это позволяет в промышленных масштабах использовать принципиально новые (в том числе неполярные) материалы, а также экологически безопасные, не содержащие растворителей (ЛОВ-несодержащие) лаки и клеи. Многие химические технологии предварительной обработки сегодня можно заменить плазменной обработкой.

Наибольший интерес представляет атмосферная плазма: изменяя только поверхностные свойства, она не затрагивает структуру материала. Как правило, при плазмохимической обработке изменениям подвергается только поверхность твердого материала и тонкий приповерхностный слой, толщина которого колеблется от единиц нанометров до нескольких микрометров.

Основным преимуществом является исключительно высокая эффективность активации по сравнению с другими способами. Плазменные установки можно легко интегрировать в существующие производственные линии, они экологически безопасны и компактны, и все это при низких текущих расходах.

Основными областями применения атмосферной плазмы являются:

- обработка металлов: возможность создавать на поверхности металла очень тонкий оксидный слой, например, при пассивации поверхности алюминия;
- обработка эластомеров и полимеров: можно обрабатывать «бесконечные образцы» (кабели и шланги);
- электроника: обработка мест склеивания металлов или индиево-оловянных оксидов возможна непосредственно перед операцией склеивания (ЖК – TFT, микрочипы и т.д.);
- нанесение покрытий, склеивание, микросварка, пайка, печать и др;
- обработка поверхностей органических материалов: латекс, ПВХ, ПТФЭ, акрил, лавсан, капрон и т.д.

В качестве типа плазмы, используемой для обработки образцов можно использовать различные ее виды (коронный разряд, индуктивно-связанная плазма, СВЧ-плазма), однако для обработки образцов органических материалов, наиболее щадящей, безопасной и при этом достаточно эффективной, является низкотемпературная плазма диэлектрического барьерного разряда, генерируемая при атмосферном давлении. В диэлектрическом барьерном разряде (ДБР) используется диэлектрическое покрытие на одном или обоих электродах, к одному из которых обычно подводится низкая частота, радиочастота или переменный ток, тогда как другой заземлен. Разряд состоит из множества быстро образующихся и также быстро завершающихся дуг, которые заполняют объем между электродами. Обработку материалов можно проводить, используя озоновую генерацию (в случае подачи воздуха или кислорода) или пропуская (провода) подложку материала – предполагая, что он диэлектрик – через область разряда между электродами.

В установках атмосферной плазмы создается активная газовая струя, относящаяся к группе нетермических плазм (от 200 до 300°C), поток плазмы должен находиться в непрерывном движении относительно обрабатываемой поверхности. В процессе обработки температура поверхности повышается на 15-20°C. Кроме скорости обработки, существенным является расстояние между плазменным соплом и обрабатываемой поверхностью.

Активная газовая струя, выходящая из сопла горелки, свободна от потенциала высокого напряжения, поэтому ограничений при выборе обрабатываемого материала нет. С помощью этой технологии можно обрабатывать как электропроводящие, так и изоляционные материалы. Благодаря содержащемуся в газовой струе радикала с помощью атмосферной плазмы можно проводить тонкую очистку поверхности и её активацию.

Принцип действия атмосферной плазменной установки основан на трех основных узлах: генератора плазмы, блока питания, системы подвода газа.

Система газового контроля следит за технологическим (для производства плазмы) и охлаждающим газовыми потоками, поступающим в установку. Затем газ подается в зону разряда (в плазменный элемент). С другой стороны, генератор высокого напряжения преобразует сетевое напряжение (220 В) в напряжение до 10 кВ, необходимое для электрического разряда. Газ проходит через электрическую дугу, образуются активные частицы (ионы, электроны, радикалы), которые и выносятся потоком воздуха из зоны разряда. С помощью сопла горелки этот поток фокусируется на определенном участке обрабатываемой поверхности (рисунок 1).

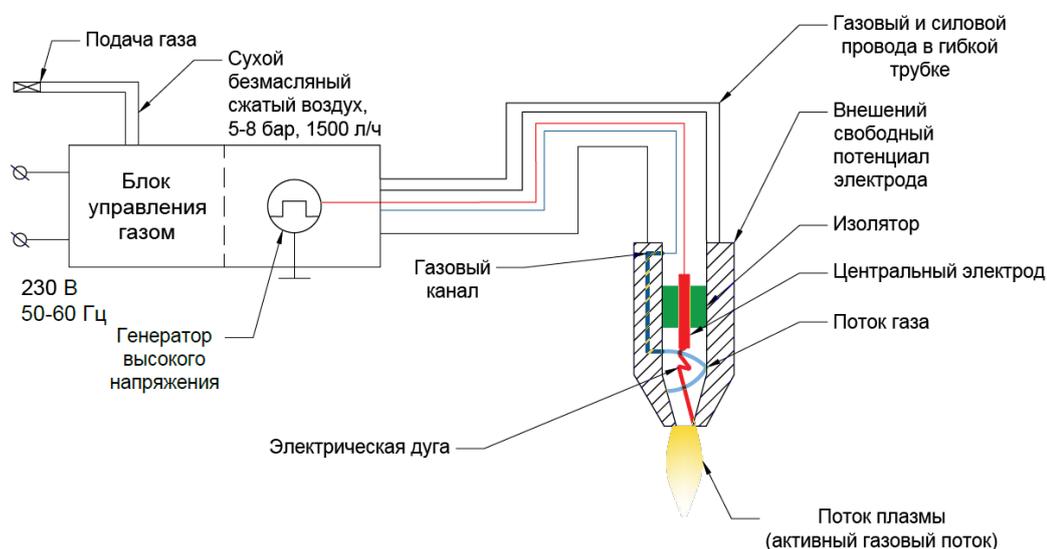


Рисунок 1.2 – Схема атмосферной плазменной установки

Важно помнить, что предварительная очистка и активация являются разными процессами, т.к. при активации поверхности происходит не просто удаление каких-либо загрязнений, а именно улучшение и проявление изначальных «природных» свойств материала подложки. Удаление загрязнений и активация поверхности могут осуществляться как в едином технологическом процессе, так и раздельно. Принципиально любое удаление физически или химически адсорбированных веществ с поверхности уже активует эту поверхность.

Активация поверхности заключается в том, что поверхностным атомам твердого тела для перевода их в активное состояние сообщается некоторая энергия, необходимая для обрыва связей между атомами тела и атомами внешней среды, насыщающими их свободные связи.

Модификация является в первую очередь процессом усовершенствования и преобразования поверхности подложки с приобретением новых свойств. Образование новых функциональных групп и активных центров позволяет изменить свойства поверхности, после чего возможна прививка к поверхности молекул других веществ, которые либо сами обладают нужными свойствами, либо имеют функциональные группы, которые могут реагировать с требуемыми молекулами. Нанесение покрытий позволяет восстановить ранее утраченные свойства в процессе эксплуатации изделий.

В качестве меры оценки степени очистки поверхности целесообразно использовать степень смачиваемости. Количественной характеристикой смачиваемости является краевой угол смачивания, определение величины которого возможно с помощью метода «лежащей капли». Суть данного метода заключается в измерении угла между твердой поверхностью образца и жидкостью (каплей воды) в точке контакта трех фаз.

Список использованных источников:

1. Лучкин, А. Г. Очистка поверхности подложек для нанесения покрытий вакуумно-плазменными методами / А. Г. Лучкин, Г. С. Лучкин // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Том №15. – С. 208–210.
2. Кузьмичёв, А.И., Чаплинский, Р.Ю. Плазменные системы высокого давления с микроструктурированными электродами. Часть 2. Конструкции микроструктурированных электродных систем для генерации нетермической неравновесной плазмы при атмосферном давлении / А.И. Кузьмичёв, Р.Ю. Чаплинский // ElectronComm, 2014. – Vol. 19, №4. – P. 36–44.
3. Improving adhesion performance of polyethylene surfaces by cold plasma treatment / С. Mandolino [and etc.] // Meccanica. – 2014. – Vol. 49. – P. 2299–2306.
4. Материаловедение: Учеб. пособие / А.А. Аникин [и др.]. – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – 252 с.
5. Адамсон, А. Физическая химия поверхностей / А. Адамсон. – М. : Мир – 1979. – 568 с.