

Published under license by IOP Publishing Ltd Journal of Physics: Conference Series, Volume 1121 (2018) 012012, conference 1.

7. Wilson, D. J., Williams, R. L., & Pond, R. C. Plasma modification of PTFE surfaces. Part I: Surfaces immediately following plasma treatment. *Surface and Interface Analysis*, (2001), 31(5), 385–396. doi:10.1002/sia.1065
8. Q.Q. Shangguan, X.H. Cheng, Tribological properties of lanthanum treated carbon fibers reinforced PTFE composite under dry sliding condition, *Wear* 262 (2007) 1419–1425.

Динамический режим нанесения углеродных и фторуглеродных покрытий НЧ-плазмотроном атмосферного давления.

А.В. Шведов, В.М. Елинсон
Москва, МАИ (НИУ), Волоколамское шоссе, д. 4
E-mail: seriousash@yandex.ru

В настоящей работе показаны результаты исследования осаждения из газовой фазы углеродных и фторуглеродных покрытий при помощи низкочастотного плазмотрона низкотемпературной плазмы атмосферного давления в динамическом режиме нанесения. Описан процесс динамического режима обработки поверхности подложек. Представлены результаты процесса формирования тонких углеродных и фторуглеродных структур. Исследована возможность получения и влияние технологических параметров процесса осаждения из газовой фазы углеродных и фторуглеродных покрытий.

Deposition of carbon and fluorocarbon coatings by LF Plasmatron at atmospheric pressure in dynamic mode. A.V. Shvedov, V.M. Elinson. This paper shows the results of CVD carbon and fluorocarbon coatings study using a low-frequency plasmatron of a low-temperature atmospheric-pressure plasma in a dynamic deposition mode. The procedure of substrate surface dynamic processing is described. The results of the thin carbon and fluorocarbon structures formation are presented. The influence of the technological parameters of carbon and fluorocarbon CVD coatings is studied.

Современное развитие электронных и оптических устройств позволяет расширять сферы их использования в различных областях народного хозяйства [1,2]. Особого внимания заслуживают солнечные батареи, эксплуатация которых происходит в условиях повышенной влажности, микробиологических загрязнений и широкого диапазона температур окружающей среды [3]. Для защиты тех или иных компонентов обычно используются лаки и аэрозоли, имеющие в своём составе углеродсодержащие соединения [4]. Применение углерода в качестве защитного материала обусловлено качествами самого углерода: возможностью формирования компенсированных валентных связей и широким спектром свойств, варьируемых в зависимости от применяемых методов осаждения [5]. Использование фторуглерода позволяет добиться хороших барьерных свойств получаемых покрытий [6].

Применение ионно-плазменных методов для осаждения из газовой фазы в вакууме тонкоплёночных структур является одной из наиболее предпочтительных технологий для создания защитных покрытий, однако в последнее время всё больше внимания уделяется исследованиям и разработкам методов с использованием плазмы атмосферного давления. Благодаря отсутствию необходимости создания и поддержания вакуума, а также простоте управления процессами, плазма атмосферного давления нашла своё применение для синтеза металлических порошков [7], для осаждения тонких плёнок из газовой фазы [8], обработки текстильных материалов [9] и др.

В указанных процессах преимущественно используется низкотемпературная плазма диэлектрического барьерного разряда (ДБР), который, в силу конструкции электродов [10] позволяет эффективно производить обработку и модификацию поверхности различных изделий по всей площади. Однако, будучи тлеющим газовым разрядом, ДБР подвержен повышенному влиянию окружающей среды на протекающие процессы, а деградация диэлектрических барьеров не позволяет обеспечить как достаточно высокую воспроизводимость результатов, так и возможность прецизионного контроля получаемых результатов обработки. Использование низкочастотных (НЧ) дуговых газовых разрядов и устройств, работающих на их основе (плазмотроны), позволяют обеспечить локальное формирование покрытий с заданными параметрами с минимизированным влиянием атмосферы и низкой степенью деструкции термолабильных подложек [10].

Для создания воспроизводимого покрытия с заданными характеристиками по всей площади обрабатываемого изделия или подложки при помощи НЧ-плазмотрона атмосферного давления применяется динамический режим обработки. Он представляет собой процесс, при котором производится формирование покрытия с постоянно движущимся соплом плазмотрона по заданной площади. При этом в качестве основных технологических параметров фиксируются скорость движения сопла плазмотрона и шаг обработки (рис. 1).

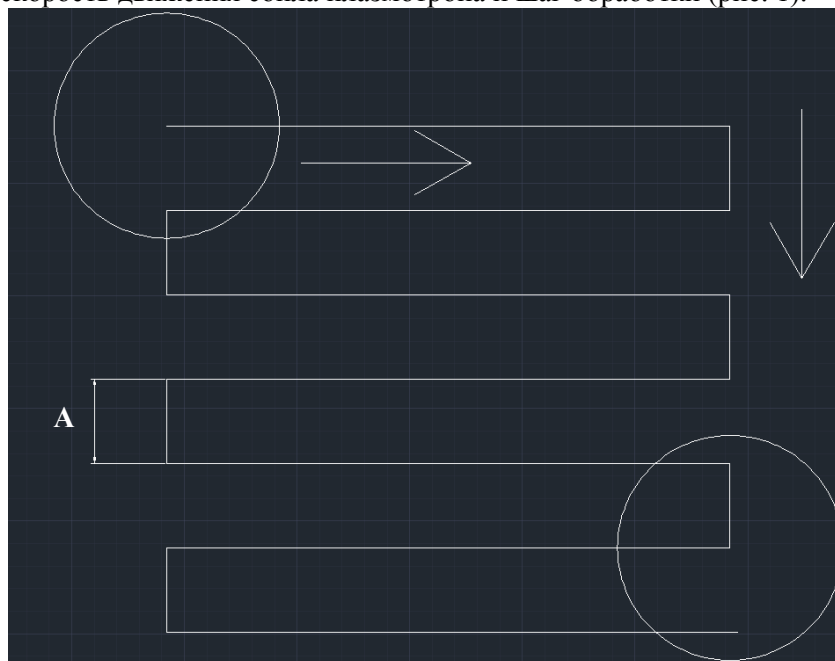


Рис. 1. Схематическое изображение матричного режима обработки (А – шаг обработки).

Целью работы является исследование углеродных и фторуглеродных покрытий, полученных при помощи НЧ плазмотрона низкотемпературной плазмы атмосферного давления в динамическом режиме нанесения.

Для проведения осаждения из газовой фазы углеродных плёнок использовался НЧ плазмотрон атмосферного давления (рис. 2). Данный аппарат уже был использован для исследования инактивации различных микроорганизмов при использовании инертных газов [11], где были установлены основные особенности процессов НЧ дугового газового разряда. Монтаж НЧ-плазмотрона на ЧПУ основу был сделан с целью обеспечения прецизионного контроля геометрических параметров осаждения из газовой фазы, а также для точного мониторинга скорости перемещения сопла плазмотрона. Управление установкой осуществлялось через персональный компьютер с установленным программным обеспечением NC-Studio.

Осаждение из газовой фазы обеспечивается подачей смеси из нескольких потоков газов согласно схеме на рис 3.

Формирование покрытий производилось при следующих технологических параметрах: используемый плазмообразующий/транспортный газ (Ar), расстояние плазмотрон-подложка (15 – 24 мм), скорость нанесения (1 – 5 мм/с). Площадь обработки составляла 750 мм² (25X30 мм). Суммарный поток газов составлял $7,1 \pm 0,1$ л/мин. Частота газового разряда была зафиксирована на значении 115 кГц. Формирование покрытий производилось на подложки из монокристаллического кремния для последующего измерения толщины на микроинтерферометре МИИ-11.

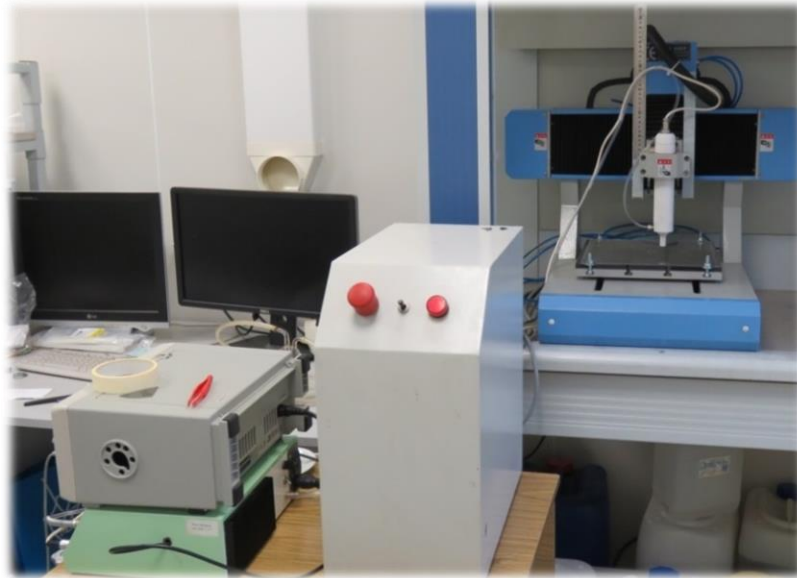


Рис. 2. НЧ-плазмотрон атмосферного давления.

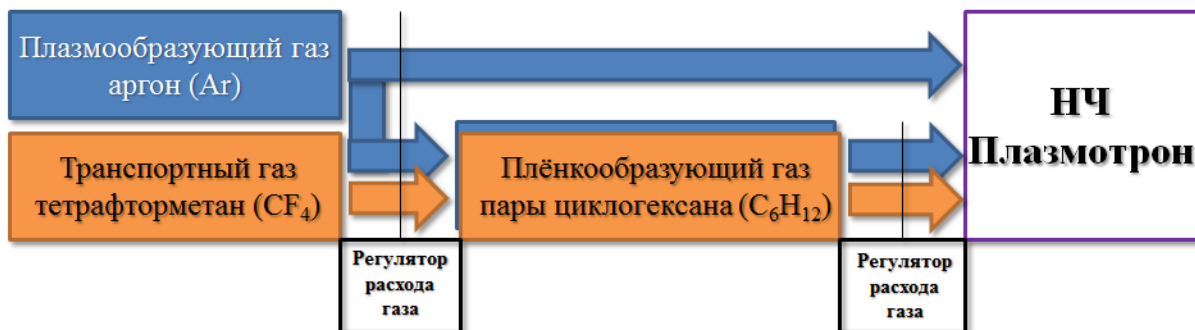


Рис. 3. Схема подключения газового блока.

Исходя из характера распространения газовой смеси, установленной во время матричного режима осаждения из газовой фазы углеродных покрытий при атмосферном делении [12], был установлен максимальный шаг нанесения, равный 5 мм.

Полученные углеродные и фторуглеродные покрытия представляли собой полупрозрачные тонкие плёнки, различные цвета которых означали различную толщину в одной конкретной точке. Следов графитизации или термодеструкции обнаружено не было.

Для исследования были выбраны центры покрытий, где наблюдалось воспроизводимое покрытие. Исследование толщины полученных покрытий показало, что скорость роста углеродных и фторуглеродных покрытий существенно зависит от расстояния плазмотрон-подложка и скорости обработки (рис. 4 и рис. 5). Это связано с увеличенным энергозатратом в газовой смеси между соплом плазмотрона и подложкой, на которую производилось нанесение. Кроме того, влияние оказывают характер распространения газовой смеси и увеличенная диффузия частиц газа из плазменной струи в окружающую среду.

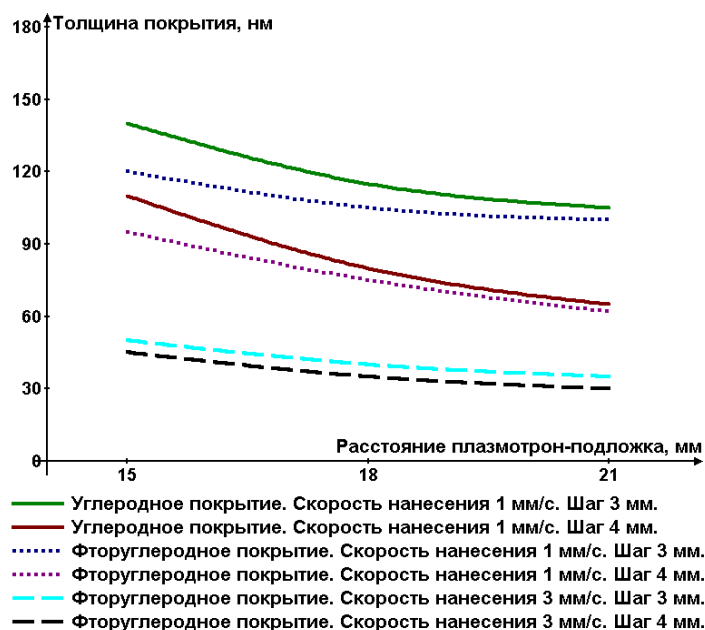


Рис. 4. Зависимость средней толщины полученных покрытий от расстояния плазматрон-подложка.

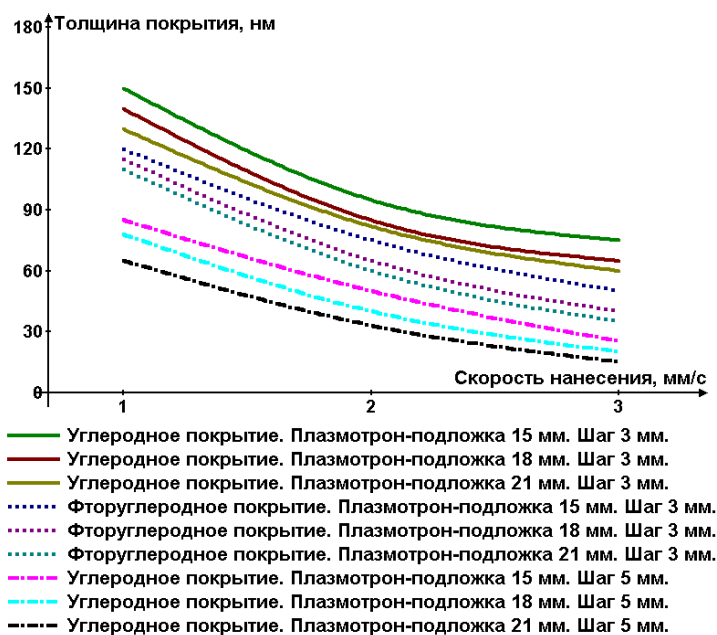


Рис. 5. Зависимость средней толщины полученных покрытий от скорости обработки.

Характер распространения ионизированной газовой смеси по поверхности подложки и распределения температуры был установлен при помощи инфракрасной камеры Fluke TiS65 (рис 6). Были получены диапазоны температур в зоне проведения осаждения из газовой фазы, которые находились в диапазоне от 30 до 45 °С. Это означает, возможность проведения обработки и формирования покрытий без существенной термодеструкции материала подложки, что особенно важно при обработке термолабильных полимеров.

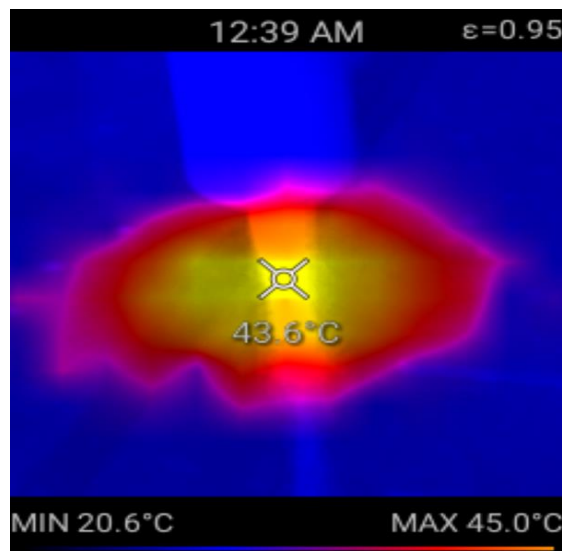


Рис. 6. Схема подключения газового блока.

В результате проделанной работы была показана возможность формирования углеродных и фторуглеродных покрытий в динамическом режиме нанесения. Было установлено влияние технологических параметров процессов нанесения на толщину полученных покрытий. В частности, было показано, что толщина углеродных покрытий значительно зависит от расстояния плазматрон-подложка, времени нанесения и шагом обработки. Оценено влияние процесса нанесения на температуру подложки и установлен характер распределения газовой смеси во время осаждения из газовой фазы.

Литература

1. Цыганов И.К., Колючкин В.В., Талалаев В.Е., Пирютин Н.В., Чебурканов В.Д., «Высокопроизводительный оптико-электронный сканер для оперативного контроля подлинности защитных голограмм на документах» // Тезисы докладов XV международной конференции по голографии и прикладным оптическим технологиям, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018, с97–101.
2. Павлов П.В., Вольф И.Э., Малов А.Н., «Оптико-электронный комплекс неразрушающего контроля авиационных деталей» // «Credeexperto: Транспорт, общество, образование, язык», Московский государственный технический университет гражданской авиации (Москва) ISSN: 2312-1327, 2017, с 60–70.
3. Смирнова О.М., Левищева Д.Ю., «Расчёт эффективности применения солнечных батарей в условиях климата Краснодарского края» // Сборник статей II Международной научно-практической конференции «Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации», 2018, Издательство: МЦНС «Наука и Просвещение», с. 126–128.
4. Хворостовский А., «Обзор методов защиты печатных плат на основе продукции ведущего производителя ELECTROLUBE» // Технологии в электронной промышленности, ООО "Медиа КиТ" (Санкт-Петербург) ISSN: 2079-9454, с 48–50.
5. И.П. Суздальев. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов // М.: КомКнига, 2006, 592 с.
6. В. И. Севастьянов, В. Н. Василец, 2008, Рос.хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), т. LII, № 3, 72–80.
7. Jana Kredl, Juergen F. Kolb, Uta Schnabel, Martin Polak, Klaus-DieterWeltmann, «Deposition of Antimicrobial Copper-Rich Coatings on Polymers by Atmospheric Pressure Jet Plasmas» // Materials 2016, 9, 274; doi:10.3390/ma9040274.

8. P. Rehn, A. Wolkenhauer, M. Bente, S. Forster, W. Viol, «Wood surface modification in dielectric barrier discharges at atmospheric pressure» // Surface and Coatings Technology, Volumes 174–175, September–October 2003, Pages 515–518.
9. А. М. Кутепов, А. Г. Захаров, А. И. Максимов, В. А. Титов, «Плазменное модифицирование текстильных материалов: перспективы и проблемы» // Рос.хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2002, т. XLVI, № 1, с 103.
10. P. Vinogradov, A. Dinkelmann, A. Fateev and A. Lunk, «Deposition of fluorocarbon polymer films in a dielectric barrier discharge (DBD)» // Surface and Coatings Technology, Volumes 174–175, September–October 2003, P. 509–514. DOI: 10.1016/S0257-8972(03)00615.
11. В.М. Елинсон, В.А. Петров, В.И. Смирнов, Т.С. Кузнецова, В.П. Холоденков «Использование холодной плазмы атмосферного давления для инактивации вегетативных и споровых форм микроорганизмов» // Материалы XVIII Международная научно-техническая конференция «Высокие технологии в промышленности России. Материалы и устройства функциональной электроники и микрофотоники», М. 2012, с. 351–355.
12. В.М. Елинсон, А.В. Шведов, Ю.Г. Богданова, Исследование процесса формирования углеродных покрытий, с использованием низкочастотного плазмотрона атмосферного давления в матричном режиме нанесения // Материалы XV-й конференции «Быстрозакалённые материалы и покрытия», М, МАИ, с 217–221.

Разработка биотехнической системы помощи хирургу

*Е.А. Бычков, А.В. Щербачев, И.А. Кудашов, С.И. Шукин, *С.Б. Симакин,
Е.А. Митрофанов

Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, ул. 2-я Бауманская, д. 5, bmt2.bmstu@yandex.ru

**Москва, НИИВТ им. С.А. Векинского, Нагорный пр., 7, plasma@iontecs.ru*

В статье описаны проблемы оперативной локализации глубоких кровеносных сосудов во время проведения операций для военно-полевой хирургии, а также рассматривается актуальность применения электроимпедансного метода для отслеживания положения скальпеля в процессе движения. Приведены результаты исследований прототипа многослойного металлизированного скальпеля.

Development of a biotechnical system of assistance to the surgeon. E.A.Bychkov, A.V.Shcherbachev, I.A.Kudashov, S.I.Shchukin, S.B.Simakin, E.A.Mitrofanov. The article describes the problems of the operative localization of deep blood vessels during operations for military field surgery and considers the relevance of using an electrical impedance method to track the position of the scalpel during movement. The results of studies of a multi-layer metallized scalpel prototype are given.

Введение

Военно-полевая хирургия - составная часть военной медицины и раздел хирургии, изучающий организацию оказания хирургической помощи раненым на войне, современную боевую патологию и особенности лечения раненых в зависимости от характера боевых действий.

Предмет военно-полевой хирургии - изучение вопросов лечения раненых на войне. Ранение - травма, возникающая в результате воздействия на организм ранящих агентов. Человек, получивший боевую хирургическую травму, называется раненым. К боевой хирургической травме относятся огнестрельные и неогнестрельные ранения, взрывные, механические, термические травмы, комбинированные поражения. Основная цель лечебных мероприятий - сохранение жизни и скорейшее восстановление бое- и трудоспособности у