

Стерилизация сжатого воздуха является одним из самых важных процессов в пищевой и фармацевтической промышленности ввиду того, что, зачастую, не удается избежать контакта сжатого воздуха с самим продуктом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. PI 009-3 «Ide-Memoire inspection of utilities» [Электронный ресурс]. – Азотная ловушка. – Режим доступа: <https://picscheme.org/en/publications> – Дата доступа: 16.10.2019.
2. Сжатый воздух. Загрязнения и классы чистоты. Общие требования и классификация: ГОСТ Р ИСО 8573-1-2016. – Минск: Стандартинформ, 2008. – 12 с.
3. Виестур, У.Э. Культивирование микроорганизмов / У. Э. Виестур, М. Ж. Кристапсонс, Е. С. Былинкина. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 232 с.

УДК 621.793.14

Мацкевич Э. П.

### **НАНЕСЕНИЕ АМОРФНОГО АЛМАЗОПОДОБНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЛЕЗВИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ СКАЛЬПЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРА**

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

В настоящее время большой интерес в сфере науки и медицины представляют собой алмазоподобные пленки углерода. Они обладают уникальными свойствами, такими как: биосовместимость с человеческим телом, низкий коэффициент трения и высокая твердость. Благодаря этим свойствам аморфный алмазоподобный углерод идеален для применения в медицине в том числе, как покрытие на лезвия хирургических скальпелей (см. рисунок 1).



Рисунок 1 – Хирургический скальпель

На данный момент хирургические скальпели имеют значимый недостаток связанный с заточкой лезвия. После заточки скальпеля кромка лезвия остается шероховатой, имеет множество неровностей и зазубрин. Эти изъяны возможно рассмотреть только под микроскопом. Во время операции такой скальпель просто “рвёт” мягкие ткани, и после нее оставляет грубые шрамы на теле человека. Необходимость получения аккуратных рубцов на теле человека определяет актуальность данной работы. Улучшить качественные и эксплуатационные характеристики поверхности хирургического скальпеля, а также его режущие свойства возможно нанесением функциональных покрытий следующими методами: газопламенный, электродуговой, плазменный и лазерная вакуумная абляция. Газопламенный является самым дешевым, но при этом сформированное покрытие получается с достаточно высокой шероховатостью, что неприемлемо для рабочей поверхности хирургического скальпеля. Электродуговой метод формирования покрытий позволяет получать покрытия с высокой адгезией, микротвердостью и низкой шероховатостью. Но в тоже время у данного метода имеется такой недостаток как возможность перегрева материала основы, что недопустимо для материалов из которых изготавливают хирургические скальпели (У7А, У9А). Плазменный метод позволяет наносить как легкоплавкие, так и тугоплавкие покрытия. Недостатками метода является невысокая производительность и высокая пористость. В настоящее время наиболее оптимальным методом улучшения качественных и эксплуатационных характеристик хирургического скальпеля является вакуумная лазерная абляция, которая позволяет получить высокую адгезию на тонких слоях (до 500 нм). Так, например, в одном из патентов [1] описывается вакуумная установка реализующая данный метод (см. рисунок 2). Способ включает в себя вакуумную лазерную абляцию (разрушение материала) в камере с испарением мишени с помощью лазера и осаждением покрытия в виде пленки на лезвие хирургического скальпеля.

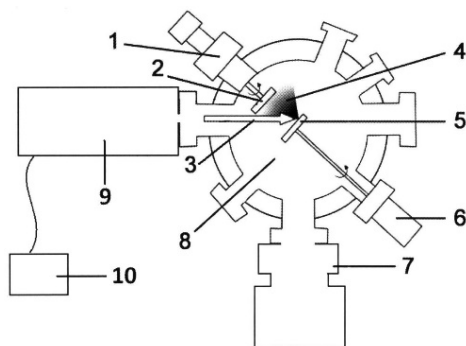


Рисунок 2 – Схема установки для нанесения аморфного алмаз подобного покрытия

Внутри вакуумной камеры (8) на вращающемся держателе (6) устанавливается мишень (5), которая располагается под углом  $15^{\circ}$ – $45^{\circ}$  к лазерному лучу (3). Вращение мишени необходимо для равномерного распыления и образования плазмы (4). В стороне от линии прохождения лазерного луча закрепляют подложку (2) (скальпель из высокоуглеродистой или нержавеющей стали) на подложкодержателе (1). Вакуум достигается с помощью вакуумной системы (7), до рабочего давления  $6 \times 10^{-4}$  Па. Перед напылением все образцы подвергаются очистке для обезжиривания, устранения пыли и окислов. После установки скальпеля (2) и мишени производят прицеливание лазера (9). Для этого лазер переводится в режим свободной генерации, и увеличивается энергия накачки до 15–25 Дж. Затем задается программа сканирования мишени в специализированном программном обеспечении с помощью ПК (10). Частота следования импульсов 50 Гц, длительность одного импульса  $15 \cdot 10^{-9}$  с. После завершения синтеза скальпель упаковывается в специализированную стерильную упаковку, где хранится до начала дальнейших исследований.

Однако, описанный авторами патента [1] способ формирования покрытия на лезвия скальпеля имеет существенный недостаток - он позволяет формировать покрытия только на одном инструменте за один цикл технологического процесса. В связи с чем в дальнейшем планируется разработать технологическую оснастку, которая позволит одновременно обрабатывать несколько инструментов, что в свою очередь повысит производительность процесса формирования покрытия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Покрытие вакуумным испарением металлов и ионным внедрением материала. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.freepatent.ru/patents/2527113/](http://www.freepatent.ru/patents/2527113/).

2. Никитин М. М. Технология и оборудование вакуумного напыления. / М.: Metallurgia, 1992. – 301 с.

УДК 621.512

Мелешкевич И. И.

### ВОЗДУШНАЯ И ВОДЯНАЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ КОМПРЕССОРОВ

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Научный руководитель: ст. преподаватель Бабук В. В.*

По причине конструктивных особенностей и предназначения, воздушная система охлаждения традиционно встречается на поршневых компрессорах. Дело в том, что эти модели рассчитаны на краткосрочные включения, что не допускает значительного повышения температуры. Следовательно, нет смысла использовать сложные и дорогостоящие виды охлаждения компрессоров, к которым относятся жидкостные системы.

**Воздушное охлаждение** – простейшая система, в состав которой входит вентилятор и защитная решетка (рисунок 1).

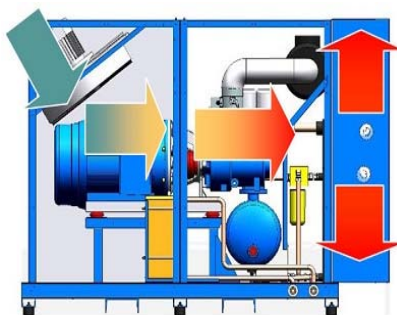


Рисунок 1 – Воздушная система охлаждения