

## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА ТЕРМОСТОЙКОСТЬ ПЛЕНОК ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Точный В.А.

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

Научный руководитель: Телеш Е.В. – старший преподаватель кафедры ЭТТ

**Аннотация.** Проведено исследование влияния состава газовой среды на термостойкость пленок политетрафторэтилена, полученных ионно-лучевым распылением. Установлено, что покрытия, синтезированные с использованием хладона, показали лучшую термостойкость.

**Ключевые слова:** тонкие пленки политетрафторэтилена, ионно-лучевое распыление, термостойкость

**Введение.** Фторуглеродные покрытия нашли широкое применение в микроэлектронике, микроэлектромеханических системах и других областях техники как активные, так обычные диэлектрические и защитные покрытия [1]. Фторуглеродные тонкопленочные покрытия могут также использоваться в качестве оптических покрытий с низким коэффициентом преломления, гидрофобных, антифрикционных, химически стойких покрытий [2]. Среди широкого ряда вакуумных пленочных покрытий на основе  $CF$  можно выделить фторполимерные, как наиболее перспективные, благодаря их уникальным физико-химическим свойствам. Существенным недостатком фторполимерных покрытий является их низкая (593 К) термостойкость из-за улетучивания фтора при нагреве. Для увеличения термостойкости, степени неоднородности пленок, используется легирование фторуглеродных покрытий азотом, углеродом, обработка в водородной плазме.

Данная работа посвящена изучению влияния состава рабочего газа при ионно-лучевом распылении на термостойкость тонких пленок политетрафторэтилена.

**Основная часть.** Нанесение фторуглеродных тонкопленочных слоев осуществляли путём ионно-лучевого распыления мишени из политетрафторэтилена [3]. Нанесение покрытий осуществляли на подложки из оптического стекла К8. В процессе нанесения варьировался состав рабочей газовой среды. Измерение оптического пропускания покрытий до и после термообработки осуществлялось в диапазоне 300 – 850 нм с помощью спектрофотометра PROSCAN. На рисунке 1 приведены спектральные зависимости пропускания пленок политетрафторэтилена, полученных при использовании в качестве рабочего газа паров  $CF_4$  до и после испытаний на термостойкость при нагреве в вакууме до 623 К в течение 30 мин.

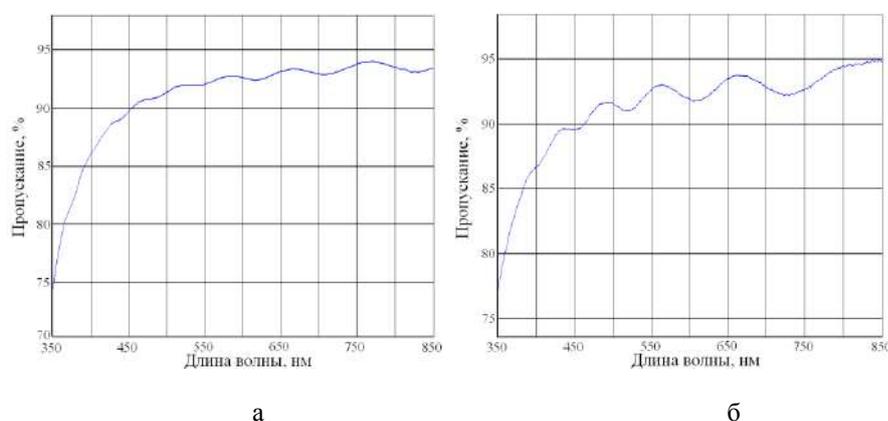
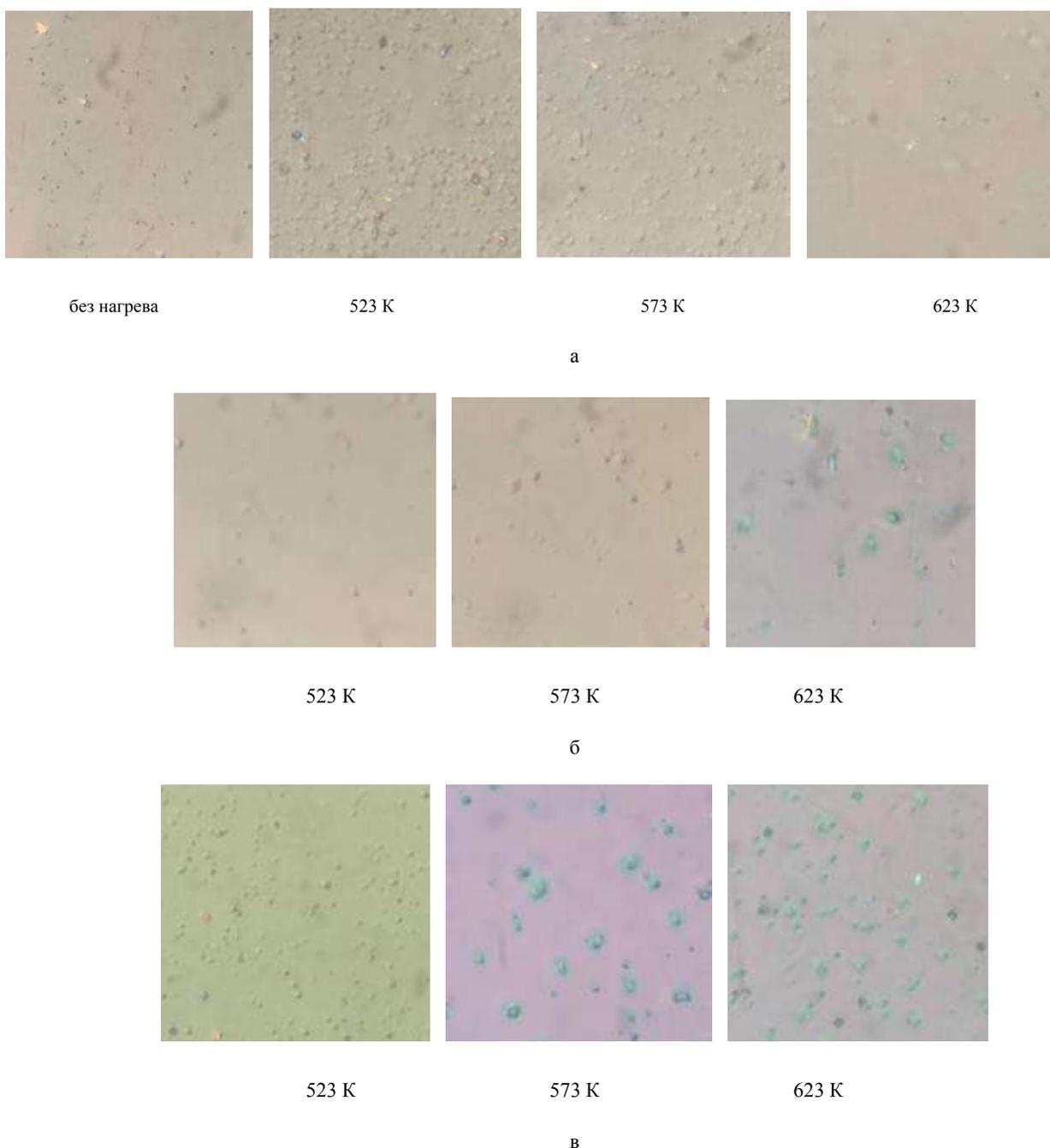


Рисунок 1 – Спектральные зависимости пропускания пленок политетрафторэтилена до (а) и после термообработки (б)

Анализ зависимостей показал, что даже при температуре нагрева, превышающей температуру плавления политетрафторэтилена (600 К) пленки практически не изменили свои оптические параметры.

Термостойкость покрытий также определялась путем изучения морфологии поверхности образцов после нагрева в вакууме  $\sim 50\text{--}100$  Па при температуре 523, 573 и 623 К. Морфология исследовалась с применением оптического микроскопа *Micro-200* с увеличением 1250 крат. На рисунке 2 приведены изображения поверхности фторуглеродных покрытий, полученных в атмосфере паров мишени ( $CF_4$ ), аргона с добавками хладона-218 ( $C_3F_8$ ) и аргона с добавками метана ( $CH_4$ ) до и после термической обработки.



а – пары  $CF_4$ ; б – добавка хладона; в – добавка  $CH_4$

Рисунок 2 – Изображения поверхности фторуглеродных покрытий до и после термической обработки

Установлено, что при 523–573 К происходит формирование бугорков различного диаметра. Их появление можно связать с увеличением объема газовых включений в структуру покрытия при нагреве в условиях вакуума. Термообработка при 623 К привела к сглаживанию

бугорков для образцов, полученных в среде паров мишени, что можно объяснить плавлением пленки. Фторуглеродные покрытия, синтезированные с использованием хладона, показали лучшую термостойкость.

**Заклучение.** Проведенные исследования показали, что при температуре нагрева, превышающей температуру плавления политетрафторэтилена (600 К), пленки практически не изменили свои оптические параметры. Исследование поверхности пленок после термообработки в вакууме при 623 К показало, что морфология поверхности улучшалась, пленка становилась более равномерной и гладкой. Пленки, синтезированные с добавкой хладона-218, показали лучшую термостойкость.

### **Список литературы**

1. Лучников, А.П. Микроструктура и электрофизические свойства фторполимерных пленок для МЭМС и наноэлектроники / А.П. Лучников, П.А. Лучников, А.С. Сизов// *Нано- и микросистемная техника.*–2007.–№12(89).– С. 34–40.
2. Drabik, M. Super-hydrophobic coatings prepared by RF magnetron sputtering of PTFE/M. Drabik et al.//*Plasma Processes Polym.* – 2010.– V.7. – P. 544–551.
3. Телеш, Е.В. Ионно-лучевое распыление мишени из политетрафторэтилена / Е.В. Телеш, В.А. Точеный// *Приборостроение – 2021: материалы 14-й Междун. научно-технической конференции (Минск, 18–20 ноября 2021 г.) / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2021 – С. 355–356.*

UDC 621. 793.18

## **INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF A GAS MEDIUM ON THE THERMAL STABILITY OF POLYTETRAFLUOROETHYLENE FILMS**

*Tocheny V.A.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Telesh E.V. – senior lecturer of the Department of ETT*

**Annotation.** A study was made of the influence of the composition of the gaseous medium on the thermal stability of polytetrafluoroethylene films obtained by ion-beam sputtering. It has been established that the coatings synthesized using freon showed the best thermal stability.

**Keywords:** thin films of polytetrafluoroethylene, ion-beam sputtering, heat resistance