

## Секция 1. Пучково-плазменные и электроразрядные технологии.

---

возрастает скорость закалки продуктов плазменных процессов для цилиндрического реактора постоянного размера.

### Список литературы:

1. Myshkin V.F., Khan V.A., Plekhanov V.G., Izhoikin D.A., Bespala E.V., Spin isotope separation under incomplete carbon oxidation in a low-temperature plasma in an external magnetic field // Russian Phys. J., – 2015. – 57/10. – PP.1442-1448.
2. Myshkin V.F., Izhoikin D.A., Ushakov I.A., Shvetsov V.F., Physical and Chemical Processes Research of Isotope Separation in Plasma under Magnetic Field // Adv. Mater. Res., – 2014. – №880. – PP.128-133.
3. Ладыженская О.А., Исследование уравнения Навье-Стокса в случае стационарного движения несжимаемой жидкости // Успехи математических наук. – 1959. – Т. XIV. – Вып. 3. – С. 75-97.
4. Глумов Д.Н., Стрекалов А.М., Способ расчета динамической вязкости газов в широком диапазоне давлений // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – №1. – С. 194-209.
5. Myshkin V.F., Izhoikin D.A., Bespala E.V., Ushakov I.A., Carbon and Oxygen Atoms Distribution along Low-temperature Plasma Torch in the Magnetic Field // Adv. Mater. Res. – 2015. – №1084. – PP. 93-96.

## ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА И ПОЛИЛАКТИДА В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

*О.А. Лапуть, студент гр. 4Б22*

*И.А. Курзина, д.ф.-м.н., доцент*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,*

*тел. (952)-899-25-96*

*E-mail: smile\_olesia@mail.ru*

Электронно-лучевая обработка является одним из эффективных методов модификации приповерхностных свойств материалов. В работе исследовано влияние облучения электронным пучком на структуру полимерных материалов из поливинилового спирта и полилактида. Обработку электронным пучком проводили при ускоряющем напряжении 8 кВ, давлении  $3 \cdot 10^{-2}$  Торр, токе разряда от 50 до 60 А, времени обработки от 150 до 300 мкс и количестве импульсов от 1 до 10. Исследованы элементный состав и структурное состояние поверхности полимерных материалов, подвергнутых облучению. Установлено протекание химических процессов в условиях электронного облучения и изменение физико-химических свойств.

В настоящее время все большее внимание уделяется полимерным материалам, что обусловлено их широким применением в мировом промышленном производстве от медицины до аэрокосмической отрасли. Наиболее перспективными являются полимерные материалы биомедицинского назначения. Обработка различных материалов ионными пучками, а также потоками плазмы и электронов приводит к

модификации поверхностных и объемных свойств материалов и является одним из важнейших направлений для передовых современных технологий. Привлечение различного рода радиационных методов для улучшения свойств полимеров открывает новые возможности и связано с высоким потенциалом использования методов поверхностной модификации материалов. Модификация структуры и свойств поверхности промышленно важных полимерных материалов способствует изменению физико-химических свойств. Большое значение имеет изучение механизмов химических реакций макромолекул в условиях ионного облучения и воздействия потоками электронов, изменений в надмолекулярных структурах полимеров в приповерхностном слое. Метод электронно-лучевой обработки является одним из интенсивно развивающихся и наиболее перспективных способов модифицирования поверхности полимеров [1-3], поскольку вследствие высокой молекулярной массы полимеров даже сравнительно небольшие дозы могут вызывать существенное изменение их свойств. В работе исследованы два типа полимерных материалов – поливиниловый спирт (ПВС) и полилактид (ПЛА), что обусловлено перспективой их использования в медицинских целях. Так, благодаря своим нетоксичным свойствам поливиниловый спирт широко применяется в фармацевтической промышленности и в медицине. Полилактид также находит широкое применение в медицине, так как является биоразлагаемым, биосовместимым, термопластичным, широко используется в медицине для производства хирургических нитей и штифтов. Целью настоящего исследования было изучение поверхностных физико-химических свойств поливинилового спирта и полилактида после воздействия электронным пучком.

Поливиниловый спирт ( $[-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})-]_n$ ) был получен обменной реакцией щелочного гидролиза. Для эксперимента ПВС растворяли в воде при  $90^\circ\text{C}$  для получения 10% раствора, затем просушкой при комнатной температуре удаляли соответствующие растворители и получали пластины толщиной  $\sim 1$  мм. Образцы ПВС подвергались обработке пучком электронов при ускоряющем напряжении 8 кВ, давлении  $3 \cdot 10^{-2}$  Торр, токе разряда от 50 и 60 А, времени обработки 150 мкс, 200 мкс и 300 мкс и количестве импульсов  $1 \div 7$  [4]. Образцы ПЛА ( $[-\text{OCH}(\text{CH}_3)-\text{CO}-]_n$ ) были получены из 5% раствора ПЛА в хлороформе, в процессе высыхания которого при комнатной температуре растворитель испарился, а полученные пластины разрезали до необходимых размеров (1x1 см). Образцы подвергались обработке пучком электронов при ускоряющем напряжении 8 кВ, давлении  $3 \cdot 10^{-2}$  Торр, токе разряда  $50 \div 80$  А, времени обработки 150 мкс и 300 мкс, количестве импульсов  $1 \div 10$ .

Исследование физико-химических свойств материалов после воздействия электронным пучком показало, что выявлены изменения в ИК-спектре образцов ПВС. Наблюдается заметное смещение полос поглощения или их интенсивности после воздействия электронным пучком. В спектре наблюдается появление полос в области  $1710 \text{ см}^{-1}$ , характерных для валентных колебаний карбонильной группы ( $-\text{C}=\text{O}$ ) и свидетельствующие об окислении поверхности ПВС [5]. Протекание реакции возможно как в результате теплового воздействия, так и вследствие присутствия избыточных электронов. Образование альдегидных групп сопровождается образованием свободного водорода, выделение которого приводит к появлению кратеров на поверхности. Уменьшение концентрации гидроксильных групп в

приповерхностном слое приводит к повышению гидрофильности материалов, что может быть очень важным для медицинского применения материалов.

Для полимерных материалов из ПЛА, подвергнутых воздействию электронного пучка, не наблюдается существенных изменений в ИК спектрах. Присутствуют основные характерные для полилактида полосы. Согласно РЭМ исследований было показано, что в исходном образце ПЛА имеются структуры с достаточно высокой степенью кристаллизации. В образце присутствуют домены различных размеров: от 7 до 65 мкм, с преобладанием 15-35 мкм. При воздействии электронным пучком наблюдаются интенсивные процессы реструктуризации в результате интенсивного энергетического воздействия. После воздействия пучком электронов распределение доменов по размерам изменяется, наблюдается преобладание доменов 95-110 мкм. Такие процессы реструктуризации приводят к повышению кристалличности материала и повышению механических свойств.

Таким образом, проведены исследования по модификации поверхности полимерных материалов электронным пучком. Установлено протекание химических реакций, улучшение физико-химических характеристик, что может быть перспективным для применения их в медицинских целях.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта РФФИ\_а 15-08-05496.*

#### **Список литературы:**

1. Григорьев Ф.И. Ионно-плазменная обработка полимерных материалов в технологии микроэлектроники: Учебное пособие. М.: Изд-во МГИЭМ, 2008. – 36 с.
2. Мякин С.В., Сычев М.М., Васильева И.В. Электронно-лучевое модифицирование функциональных материалов. – СПб: Изд-во ПГУПС, 2006. – 104 с.
3. Брацыхин Е.А., Шульгина Э.С. Технология пластических масс: Учебное пособие. – Л.: Химия, 1982. – 328 с.
4. Burdovitsin V.A., Oks E.M. Fore-vacuum plasma-cathode electron sources // Laser and particle beams. – 2008. – V.26. – I. 04. – P. 619–635.
5. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. – М.: Высш. шк., 1971. – 264 с.

#### **МЕТОДЫ НАПЫЛЕНИЯ УЛЬТРАТОНКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК**

*А.В. Тесленок, студент гр. 4НМ41*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30;*

*Институт сильноточной электроники СО РАН, Россия, 634055,*

*г.Томск, просп. Академический, 2/3,*

*E-mail: teslenokaljona@gmail.com*

Ультратонкие пленки, толщина которых не превышает 10 нм, обладают широким кругом имеющихся и потенциальных применений, такие как: электроника