

3) Б.Н. Серафин - Преобразование солнечной энергии. Вопросы физики твердого тела. —М.:Издательство: «Энергоиздат», 1982

4) Солнечные жалюзи – днем затеняют, ночью освещают.

Сайт: <http://facepla.net/index.php/the-news/electronics-news-mnu/110-solar-blinds>

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Касаткин Д.Д., Кудрявцева В.Л., Леденгский Н.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

kasatka42@rambler.ru

Научный руководитель: аспирант, инженер кафедры теоретической и экспериментальной физики Физико-технического института Национального исследовательского Томского политехнического университета Волокитина Т. Л.

В наше время стремительно развивается медицина, и одним из многих направлений современной науки является разработка, исследование и улучшение различных изделий биомедицинского назначения, предназначенных для контакта со средой живого организма. В реконструктивной и регенеративной медицине для этих целей широко применяются специальные полимеры.

Современная медицина на практике использует полимолочную кислоту (полилактат) (PLA), поли-L-молочную кислоту (поли-L-лактат) (PLLA), полигликолевую кислоту (PGA), сополимер поли L-лактида-ко-гликолида (PLGA). Эти соединения входят в современный класс биodeградируемых материалов, используются в сосудистой и тканевой хирургии в качестве шовного и фиксирующего материалов, применяются для изготовления различных имплантатов. Один из наиболее используемых биополимеров – поли-L-молочная кислота (PLLA, ПЛА).

ПЛА является термопластичным сложным полиэфиром, представляет собой кристаллический полимер со степенью кристалличности около 37%, причем степень кристалличности зависит от молекулярного веса полимера и параметров его переработки.

Вследствие того, что ПЛА является химически инертным биосовместимым полимером, оказывающим минимальное раздражающее действие на контактирующие с полимером ткани, а также биodeградирует на нетоксичные мономеры, данный материал разрешен для медицинского применения. Кроме того, ПЛА обладает достаточно хорошими механическими свойствами – имеет высокий модуль упругости (4,8 ГПа) и прочность, что позволяет использовать этот материал даже для изготовления ортопедических фиксирующих имплантатов.

Преимуществами данного полимера являются широкое распространение, изготовление из возобновляемых ресурсов. Также достоинством является то, что ПЛА по сравнению с другими биополимерами более технологична и благодаря этому на сегодняшний день разработано множество способов ее переработки: литье под давлением, электроспиннинг, экструзия, аэродинамическое формирование и т.д. Кроме того, ПЛА может использоваться в качестве составляющего композитных материалов.

Однако остается ряд нерешенных проблем, которые не дают использовать весь потенциал ПЛА. Во-первых, ПЛА является относительно гидрофобным материалом, с углом смачивания около 80°, в результате чего, существует опасность воспалительной реакции тканей. Это, в сочетании с высокой молекулярной массой, влияет на скорость деградации, поэтому изделия из ПЛА считаются достаточно медленно деградируемыми (2-5,6 лет *in vivo*) [1]. Во-вторых, при изготовлении имплантата из полимера существует опасность возникновения «кислотного взрыва», когда в результате гидролиза объемная деградация изделия происходит быстрее поверхностной. Вследствие этого, нарушается механическая целостность и накопление кислых продуктов разложения внутри, которые могут вызывать воспаление окружающих тканей [2].

Для решения данных проблем, существуют способы объемного и поверхностного модифицирования полимеров такие, как сополимеризация, обработка плазмой, воздействие излучениями различного типа: гамма-излучение, излучение потоков электронов и ионов и т.д.

Эти методы играют большую роль в получении заданных свойств покрытий медицинского назначения.

Модифицированные полимерные материалы необходимы для трехмерных пористых структур в качестве каркасов для тканевой инженерии, имплантатов сосудов к области кардиологии, а также в разработках терапевтических устройств, таких как временные протезы [3].

Одним из методов объемного модифицирования является радиационная обработка, основанная на воздействии импульсного электронного пучка. Данный метод позволяет получить необходимые требуемые свойства полимерных материалов, воздействуя на молекулярную структуру вещества, вызывая возбуждение и ионизацию молекул. В результате процессов радиолиза образуются ионы и радикалы, обладающие повышенной химической активностью, которые способны вступать в химические реакции друг с другом, с молекулами и атомами облучаемой системы. Так, при обработке изделия из полимера электронным пучком можно добиться как сшивки, так и деструкции материала. Более того, открывается возможность химически соединять несовместимые другими методами вещества, создавать прочные многослойные и композиционные материалы, а полное исключение химических инициаторов и катализаторов позволяет создавать материалы высокой степени чистоты. Помимо этого данный процесс сопровождается стерилизацией изделий.

Данный проект направлен на изучение воздействия электронного пучка на поверхностные и объемные свойства полимерных материалов на основе полимолочной кислоты с целью улучшения свойств искусственных сосудов для кардиологии. Модифицирование полимерных материалов предполагается также другими радиационными способами: под действием альфа и гамма излучения. Тщательное изучение основ модифицирования полимерных материалов радиационными методами в дальнейшем позволит внедрить их в производство на стадии создания различных имплантатов. В будущем протезные материалы из стабильных материалов заменятся биоразлагаемыми, которые способствуют восстановлению собственных поврежденных тканей организма [4].

Исследовательские работы по изучению процесса модифицирования полимерных материалов воздействием электронных пучков проводятся на ускорителе ТЭУ 500 в Национальном исследовательском Томском политехническом университете. Как уже было сказано ранее, метод позволяет проводить за один технологический процесс и модифицирование материала, и его стерилизацию.

Перспективы развития радиационных технологий актуальны на сегодняшний день, что подтверждается широким спектром их применения для получения требуемых свойств металлических, полимерных и других типов материалов, а также в ходе разработок новых технологий модифицирования структуры материалов. Однако, важным аспектом является и разъяснение населению безопасности данных технологий.

Список литературы

1. Poncin-Epaillard F., Shavdina O., Debarnot D. Elaboration and surface modification of structured poly(L-lactic acid) thin film on various substrates // Mater. Sci. Eng.: C. – 2013. – V. 33. – pp. 2526-2533.
2. Cairns M.-L. et al. Through-thickness control of polymer bioresorption via electron beam irradiation // Acta Biomaterialia. – 2011. – V. 7. – pp. 548-557.
3. Nair L.S., Laurencin C.T. Biodegradable polymers as biomaterials // Polym. Sci. – 2007. – V. 32. – pp. 762-779.
4. Tian H., Tang Z., Zhuang X., Chen X., Jing X. Biodegradable synthetic polymers: Preparation, functionalization and biomedical application // Progress in Polymer Science. – 2012. – V. 37. – pp. 237-280.