

## ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛИЗАЦИИ СЕРЕБРОМ, ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ И НАГРЕВАНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИИМИДНЫХ ПЛЕНОК

Пернетай А.Р.

г. Алматы, № 136 школа-гимназия имени М. Дулатова, 9 «Б» класс

Научный руководитель: Даутова К.Н., г. Алматы, учитель физики,  
№ 136 школа-гимназия имени М. Дулатова

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте II Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/2017/11/27718>.

**Актуальность темы.** Одной из разновидностей конденсированного состояния вещества являются полимерные материалы, которые в настоящее время достаточно хорошо изучены и представляют собой огромный научный и практический интерес, поскольку обладают рядом преимуществ по сравнению с другими конструкционными материалами. Исследование процессов, происходящих в полимерах под воздействием различных факторов, приводящих к существенным изменениям структуры и свойств и вызывающих изменения физико-химических характеристик материала, позволяет прогнозировать их поведение в полях интенсивных нагрузок. Физико-механические свойства материала в значительной степени определяются количеством содержащихся в нем дефектов и вероятностью протекания различных перестроек с их участием. Прежде всего, это изменение прочности, твердости, пластичности, разрушения, радиационной стойкости материала и других характеристик. Необходимо иметь в виду, что до настоящего времени еще не создана общая теория, описывающая закономерности и механизмы происходящих процессов в полимерах под действием ионизирующего излучения.

Одним из направлений таких исследований является изучение изменения физико-механических характеристик полимеров при воздействии высокоэнергетических частиц, вызывающих существенные преобразования в структуре. Механизм воздействия высокоэнергетических частиц на высокомолекулярные соединения в конденсированном состоянии характеризуется наличием различных как физических (возбуждение, ионизация, термализация, стабилизация

и рекомбинация избыточных зарядов), так и химических (сшивание, деструкция и окисление) стадий.

В настоящее время имеется большое количество теоретических и экспериментальных исследований, описывающие различные стадии радиационно-физических процессов, протекающих в полимерных материалах в различных условиях. Становится возможным решение не только вопросов прогнозирования поведения конструкционных полимеров в полях ионизирующего излучения, но и целенаправленное создание материалов с заранее заданными свойствами.

В последние годы особое значение приобрели работы по исследованию радиационно-физических процессов при комплексном воздействии различных факторов на полимерные материалы.

Среди них особое место занимают работы по влиянию комплексного воздействия радиационного излучения, температуры и статической нагрузки на полимеры.

**Целью настоящей работы** является установление закономерностей изменения физико-механических свойств металлизированных полиимидных пленок при комплексном воздействии электронного облучения, температуры и внешней механической статической нагрузки.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие **задачи исследования:**

- экспериментально исследовать процессы комплексного влияния механической нагрузки и температуры на деформацию полимерных материалов;

- исследовать влияние механической нагрузки и температуры на деформацию материалов после облучения различными дозами высокоэнергетических электронов;

- произвести корреляцию дозовых зависимостей с изменением механических свойств полимерных материалов под действием ионизирующих излучений и температуры;

**Объект исследования:** полиимидные металлизированные серебром пленки.

**Предмет исследования.** Изменение физико-механических свойств, при комплекс-

ном воздействии температуры, статической механической нагрузки и облучения высокоэнергетическими электронами на полиимидные пленки.

Методы исследования. В работе, для исследования деформационно-прочностных характеристик материалов, применялись методы механических испытаний на одноосное растяжение на универсальной разрывной машине типа «Instron 5982».

**Практическая значимость работы** обусловлена тем, что проведенные экспериментальные исследования физико-механических свойств полимерных материалов, позволяют оценить возможности их эксплуатации при комплексном воздействии на материал электронного излучения, температуры и статической нагрузки в приборах различного назначения, ускорителях частиц, атомных электростанциях, термоядерных установках и в космическом материаловедении.

**Объем и структура работы.** Работа состоит из введения, двух разделов, заключения, списка использованных источников из 15 наименований и содержит 33 страниц, включая 11 рисунка.

#### Постановка задачи

Приведенный литературный обзор показывает, что экспериментальные данные по влиянию термического нагружения и механической нагрузки на облученные полимерные композиты на основе полиимида немногочисленны. В тоже время знание поведения данных материалов в процессе и после облучения при действии этих физических факторов имеет практическую важность для детального описания структурных изменений и надежного предсказания их радиационной стойкости.

Исследование процессов воздействия механической нагрузки на полимеры, облученные высокоэнергетическими электронами представляет особый интерес. Измерение напряжения растяжения вплоть до предела прочности материалов в зависимости от их относительного удлинения обладает большой информативностью ввиду высокой чувствительности этой характеристики к структурным переходам в полимерах как облученных, так и необлученных. Это позволяет проследить эволюцию структуры материала, последовательно изучая действие различных доз облучения на полимерные композиты.

Целью настоящей работы является исследование физико-механических свойств

полиимидных металлизированной серебром пленок в условиях механических, термических и радиационных воздействий и выявление особенностей этих изменений в зависимости от температуры, дозы электронного облучения и статической механической нагрузки.

На основании актуальности вышеописанных проблем в настоящей работе поставлена задача: исследование комплексного воздействия механической нагрузки, температуры и облучения высокоэнергетическими электронами на физико-механические свойства металлизированных серебром полиимидных материалов.

#### Заключения

1. Установлено, что металлизация полиимидной пленки увеличивает разрывное относительное удлинение до 120%, так и разрывное напряжение до ~ 175 МПа. По сравнению с неметаллизированной пленкой относительное удлинение у металлизированной пленки возрастает на ~90%, а предел прочности – на ~ 135 МПа. Это связано с методом получения этих пленок – метод химического травления металла, в нашем случае серебра.

2. С увеличением дозы электронного облучения относительное разрывное удлинение уменьшается и уменьшается прочность материала. Так, при облучении дозой 10 МГр разрывное относительное удлинение составляло ~ 95%, предел прочности ~ 170 МПа, а при облучении дозой 40 МГр –  $\epsilon = 15\%$  и  $\sigma = 80$  МПа. Это связано с тем, что электронное облучение и одноосное механическое растяжение металлизированной полиимидной пленки нарушает упорядоченную структуру материала, в виде разрыва звеньев макромолекул и образованием новых фаз.

3. Комплексное воздействие температуры, статической нагрузки и электронного облучения показывает ухудшение механических свойств. С ростом температуры и дозы облучения разрывное относительное удлинение уменьшается на 60%, температура разрыва понижается на 105 °С и время разрыва уменьшается в 3 раза, по сравнению с необлученной металлизированной пленкой.

В целом вышеизложенное позволяет характеризовать полиимидную пленку, металлизированную методом гетерогенной химической модификации как слой диэлектрика, покрытый с двух сторон металлическим покрытием.