

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИИМИДОВ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Д. Н. Черепко

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель Э. Т. Крутько, д-р техн. наук, профессор

Для успешного развития новой техники актуальной проблемой является поиск перспективных материалов и методов создания элементной базы нанoeлектроники и наносистемной техники в космической отрасли, материалов, работающих с экстремальной нагрузкой. Перспективными полимерными материалами для этих производств являются полиимиды. На базе полиимидов изготавливают лаки и пленки электроизоляционного назначения. Их используют в качестве связующих в производстве стеклопластиков и высокомодульных композиционных материалов, прочных и устойчивых к воздействию высоких температур и излучений высоких энергий. В последние годы активно используются пленки Ленгмюра–Болджетт из полиимидных полимеров, позволяющие создавать гибридные устройства, которые применяют в различных областях микро- и нанoeлектроники, в том числе для создания высокочувствительных хемо- и биосенсоров.

Линейные полиимиды получают двухстадийным способом:

1. Первую стадию процесса проводят в растворе полярных апротонных растворителей амидного типа (диметилацетамид, диметилформамид) при температуре 10–20 °С путем добавления диангида тетракарбоновой кислоты к интенсивно перемешиваемому раствору диамина. При этом получают высокомолекулярную полиамидокислоту, которую наносят на бесконечную ленту или полированный металлический барабан поливочной машины, либо формируют волокна. Образовавшуюся пленку высушивают на подложке, а волокна – на бобинах в атмосфере азота при 100 °С.

2. На второй стадии пленку или волокна из полиамидокислоты подвергают химической или термической циклизации. При химической циклизации пленку в течение 24 ч выдерживают при комнатной температуре в смеси «пиридин – уксусный ангидрид», затем промывают в течение 2 ч в диоксане, после чего нагревают на воздухе 1 ч при 130 °С и 1 мин – при 380 °С. При термической имидизации – нагревают при постоянном подъеме температуры от 25 до 350–380 °С в токе инертного газа или в вакууме.

Применение пленок Ленгмюра–Болджетт из полиимидов, в первую очередь, связано с возможностью получения ультратонких слоев, обладающих химической стойкостью, высокой термостабильностью и механической прочностью, низкой диэлектрической проницаемостью. Основной особенностью полиимидных материалов является способность сохранять механические и электроизоляционные свойства в широком диапазоне температур (от –200 до +350 °С).

Полиимидные пленки толщиной от 8 до 150 мкм нашли широкое применение в авиации, электротехнике, электронике, машиностроении в качестве электроизоляционных материалов. В настоящее время полиимиды привлекают внимание как термостойкие полимеры для создания нового поколения композиционных материалов конструкционного назначения. Основным требованием при разработке конструкционных полиимидных материалов нового поколения продолжает оставаться требование оптимального сочетания максимально возможной для класса полиимидов термостойкости с высокой технологичностью переработки: перехода полимера при нагре-

вании в вязкотекучее состояние и образующих легко перерабатываемые низковязкие расплавы (плавкие полиимиды), которые могут быть использованы в качестве матричных смол для композиционных материалов и после структурирования в объеме композита способны обеспечить ему повышенную теплостойкостью в сочетании с высокой энергией разрушения. Нужно отметить, что к настоящему времени осуществлен синтез большого числа термопластичных и термореактивных полиимидов, которые успешно перерабатывают в армированные композиционные материалы. Однако в связи с ростом эксплуатационных требований к армированным композиционным материалам в современных условиях к полиимидным связующим выдвигаются требования повышенной теплостойкости в сочетании с высоким уровнем диссипативных (вязкоупругих) свойств, обеспечивающих волокнистым композиционным материалам высокие значения вязкости межслоевого разрушения. В связи с этим перспективны исследования в направлении создания растворимых и плавких полиимидов.

Гибкие платы встречаются в каждом электронном устройстве: если говорить о потребительской электронике – это мобильные телефоны, компьютеры, фотоаппараты и т. д., если речь идет о специализированной электронике – самолеты, спутники, ракеты, автомобили. Гибкие и гибко-жесткие печатные платы везде находят свое применение. Существует несколько причин, почему гибкие и гибко-жесткие печатные платы имеют ряд преимуществ по сравнению со стандартными конструктивами, где используются провода, коннекторы. Можно уменьшить вес и габариты изделий, упростить монтаж изделий и увеличить надежность соединений, наконец, имеется возможность изготовить платы в 3D-исполнении. Для изготовления всех этих разнообразных устройств необходимо использовать специализированные базовые материалы, которые обеспечат требуемые характеристики готового изделия. Например, основными элементами гибких и гибко-жестких печатных плат являются: гибкий фольгированный диэлектрик, состоящий из тонкой полиимидной пленки толщиной от 50 до 125 мкм, с медью – от 18 до 70 мкм, со слоем адгезива или без него.

Таким образом, полиимидные материалы являются незаменимыми современными полимерами в ряде отраслей новой техники. Цены на импортные полиимидные материалы постоянно растут. Приобретать их на мировом рынке в нужном ассортименте соответствующего качества достаточно сложно. В этой связи создание малотоннажного производства полиимидных полимеров и материалов на их основе является важной задачей в целях дальнейшего развития инновационных отраслей промышленности в Республике Беларусь.

Л и т е р а т у р а

1. Полиимиды – новый класс термостойких полимеров / Н. А. Адлова [и др.] ; под общ. ред. М. М. Котона. – Л. : Наука, 1968. – 212 с.
2. Полиимиды – класс термостойких полимеров / М. И. Бессонов [и др.] ; под общ. ред. М. И. Бессонова. – Л. : Наука, 1983. – 308 с.
3. Полиимиды. Синтез, свойства, применение / Э. Т. Крутько [и др.] ; под общ. ред. Н. Р. Прокчука. – Минск : БГТУ, 2002. – 303 с.