

# ТЕПЛОСТОЙКИЕ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИЕ ПОЛИМЕРЫ ДЛЯ СВЯЗЫВАНИЯ ПОРОШКОВ ТУГОПЛАВКИХ СОЕДИНЕНИЙ В КОМПОЗИТАХ

**Пащенко Е.А., Савченко Д.А., Лажевская О.В., Черненко А.Н., Малышев А.В.**

Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины  
04074, г. Киев, Украина, ул. Автозаводская, 2, E-mail: lab6\_1@ism.kiev.ua

Получены полимеры, в которых трехмерная молекулярная сетка, образованная отверждением эпоксидных олигомеров, содержит массивные фрагменты заместителей на основе адмантана, а также инкорпорированные неорганические структурные элементы, полученные путем введения соединений металлов. Это – своеобразный органо-неорганический гибрид. Идея введения этих двух составляющих в полимер состоит в том, что бы создать в его структуре участки с контрастными динамическими свойствами. Распространение элементарных возбуждений (фононов) в присутствии таких контрастных участков протекает совсем не так, как в обычных полимерах. В частности, эти массивные фрагменты с динамическими свойствами, отличными от основного полимера, могут быть ловушками или концентраторами энергии, вносимой в материал при внешних механических воздействиях, например, в зоне трения или резания. В свою очередь, атомы или ионы металла, входящие в эти массивные фрагменты, как ядра одноядерных или многоядерных комплексов, служат для переключения таких ловушек между их возможными состояниями. Такое переключение служит физическим механизмом диссипации в материале энергии, поступающей извне (например, энергии механических вибраций), то есть обеспечивают демпфирующее поведение материала.

Состояние металла в составе полимерной сетки	Масштаб неоднородности электронной плотности
Ион в составе одноядерного комплекса (1)	< 0,5 нм
Кластер в составе поляядерного комплекса (2)	1 – 10 нм
Ультрадисперсная частица (3)	> 10 нм

По данным ряда методов, а именно рентгеновского малоуглового рассеяния, а также спектроскопии в ИК и УФ-диапазоне, эти фрагменты могут иметь следующее строение:

В форме (1) металлы содержатся в исходных олигомерах. При полимеризации, в зависимости от технологических параметров, частично сохраняются фрагменты 1-ого типа. Однако часть комплексных фрагментов типа (1) разрушаются, утрачивая ион металла. Группируясь, эти ионы образуют либо поляядерные комплексы типа (2), с ядром, представляющим собой кластер металла с определенной упаковкой атомов, либо мелкодисперсные частицы (3), связанные с полимером уже не координационными связями, а различными адсорбционными взаимодействиями.

В реальных условиях упомянутые три типа металлосодержащих фрагментов в структуре полимера способны к обратимым взаимным переходам. Об этом свидетельствуют спектры поглощения композитов, закаленных при разных интенсивностях напряжений в схеме «давление + сдвиг» в УФ-диапазоне (рис. 1).

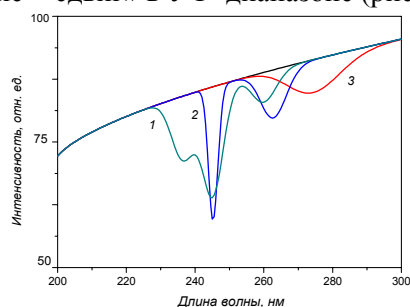


Рис. 1 УФ-спектры пропускания композитов, закаленных на разных стадиях структурных превращений. Базовая линия – полимер, не содержащий металл. 1– композит на глубокой стадии трансформации; 2 – композит на начальной стадии трансформации; 3– композит, содержащий металл в ионной форме (однойядерные комплексы)

Дополнительным свидетельством о взаимных переходах частиц металла в составе исследуемых полимеров являются ИК-спектры в дальней области, подтверждающие обратимое укрупнение – измельчение частиц под действием внешних усилий.