

УДК 621

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЯЗУЮЩЕГО, ОБЛАДАЮЩЕГО ЭФФЕКТОМ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Вероника Евгеньевна Кабанцева

Магистр 1 курса,

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научные руководители: А.И. Плохих,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение».

Традиционные полимерные композиционные материалы на данный момент обладают одним серьезнейшим недостатком: они являются реактопластами, что в свою очередь означает, что механические повреждения в композиционных материалах на их основе, такие как отслоения волокон от матрицы, микротрещины, повреждения поверхностного слоя и другие не поддаются ремонту. Поэтому в последние годы в индустрии наносистем не прекращаются попытки создания полимеров и полимерных композиционных наноматериалов, способных к самовосстановлению. Подобные материалы должны быть способны самостоятельно «залечивать» трещины и другие дефекты, возникающие в процессе производства или эксплуатации изделия.

Существует как минимум два принципиально отличающихся подхода к созданию таких материалов: «примесное» и «беспримесное» самовосстановление. Первый подход предполагает внедрение залечивающих добавок в обычный полимерный материал. Компонентами таких добавок обычно являются сферические капсулы или полые трубки, наполненные жидкими мономером или олигомерами, которые разрушаются при образовании трещины, жидкие компоненты растекаются и полимеризуются под действием отвердителя или катализатора, заранее введенных внутрь композита.

Беспримесное самовосстановление предполагает создание такого материала, который был бы способен заново образовывать химические связи между поверхностями трещины, за счет наличия внутри полимера специально подобранных функциональных групп. Для создания таких систем необходимо, чтобы мономерные компоненты материала были полностью или частично полимеризованы за счет обратимой в определенных условиях реакции. Тогда в случае повреждения материал может быть подвергнут частичной деполимеризации с высвобождением фрагментов, заполняющих трещину, с последующей обратной полимеризацией в шитое состояние. Такой подход представляется более перспективным, чем «примесный», и позволяет сделать восстановление контролируемым и многократным, однако связан с необходимостью создания сложной многокомпонентной системы.

На основе анализа литературных данных выяснено, что наиболее перспективной обратимой реакцией для создания самовосстанавливающегося материала будет 4+2 циклоприсоединение между парой фуран-малеимид. Прямая реакция Дильса-Альдера между различными фурановыми соединениями и замещенными малеимидами обычно протекает в области 20-70 °С, обратная – 90-130 °С, что позволяет рассчитывать на создание материала, отверждаемого при относительно невысоких температурах с термостойкостью, превышающей 100 °С.

На данном этапе были разработаны подходы к синтезу специальной полимерной основы с фурановым циклом в составе, которая будет способна связываться с залечивающим компонентом – бисмалеимидом. Проведены оценочные эксперименты по самовосстановлению специально разработанных связующих на основе фурана и бисмалеимида.

Продукт предназначен для повышения надежности и эксплуатационной эффективности различных видов техники, конструкций и сооружений, в которых применяются полимерные

композиционные материалы, а также лакокрасочных покрытий. Самовосстанавливающиеся материалы могут позволить увеличить срок службы изделия на 30 – 40 %, и сократить расходы на его эксплуатацию из-за снижения аварийности и снижения ремонтных мероприятий, выполняемых в осложненных условиях.

Литература

1. *Tian Q.* et al. A thermally remendable epoxy resin //Journal of material chemistry. – 2009. – Т. 19. – №. 9. – С. 1289-1296.
2. *Ying Yanga, Marek W.* Urban Self-healing polymeric materials // Chemical Society Reviews. 2013. №17.
3. *D.G.Bekas, K.Tsirka, D.Baltzis, A.S.Paipetis* Self-healing materials: A review of advances in materials, evaluation, characterization and monitoring techniques // Composites Part B: Engineering. 2016. №87. С. 92-118.
4. *Dong Yang Wu, SamMeure, DavidSolomon* Self-healing polymeric materials: A review of recent developments // Progress in Polymer Science. 2008. №33. С. 479-522.