

ИССЛЕДОВАНИЕ АКРИЛАТНЫХ КОМПОЗИТОВ С НАНОЧАСТИЦАМИ СУЛЬФИДА МЫШЬЯКА, ЗОЛОТА И АСТРАЛЕНАМИ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ТЕРМОПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Тарасов В.Е.¹, Бурункова Ю.Э.¹

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент Бурункова Ю.Э.¹

¹Университет ИТМО
vetarasov@itmo.ru

Введение

Полимерные композитные материалы находят обширное применение благодаря широкому спектру возможных составов и технологий получения. В работе [1] показана возможность получения фотоотверждаемого материала для голографической записи, обладающего рядом уникальных свойств. Примечательно, что входящий в состав исследуемых композиций фотоинициатор Irgacure 784 является титаноценовым соединением, способным катализировать реакцию координационной полимеризации. Так как наночастицы As_2S_3 способны изменять свойства при воздействии температуры или излучения [2], термоинициированная координационная полимеризация представляет собой альтернативный способ получения композитов подобного состава. Дополнительно, исследуемые составы были модифицированы углеродными структурами – астарленами [3], для расширения области применения разрабатываемого композита.

Таким образом, целью исследования является изучение влияния наночастиц As_2S_3 , золота и астраленов на процесс термически инициированной полимеризации и свойства акрилатных композитов с Irgacure 784.

Основная часть

В качестве объектов исследования использованы полиакрилатные композиты, состоящие из смеси моно- и диакрилата, титаноценового соединения с коммерческим наименованием Irgacure 784 (2% от массы мономеров), модифицированных астраленов [3] (в концентрациях 0,01; 0,05 от массы мономеров), наночастиц золота (0,01% от массы мономеров) (AuNPs no. 3014, Nanoprobes) и наночастиц As_2S_3 (3% от массы мономеров) [1]. Полимеризация смесей осуществлена с использованием прибора для дифференциальной сканирующей калориметрии (Netzsch DSC 204 F1) в следующих условиях: ток азота 100 мл/мин, скорость нагрева 3; 5; 10 К/мин, температурный интервал 25-250°C.

Полученные кривые теплового потока были обработаны в программном обеспечении "NETZSCH Thermokinetics 3.1" (Германия). С помощью безмодельного метода Фридмана [4] были рассчитаны эффективная энергия активации полимеризации и предэкспоненциальный множитель уравнения Аррениуса. Термические свойства полимерных композитов исследованы методом термогравиметрии (Netzsch TG 209 F1) при нагреве до 500°C в токе азота, тепловые эффекты исследованы методом дифференциальной сканирующей калориметрии (Netzsch DSC 204 F1).

Выводы

В ходе исследования установлено, что введение функциональных добавок приводит к повышению эффективной энергии активации и предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса более чем в два раза. Также наблюдается снижение температуры стеклования более чем на 60°C, а также значительное снижение термостабильности композитных материалов.

Литература

1. Burunkova, J.A. Photopolymerizable Composite Based on Acrylates, Arsenic Sulfide and Gold Nanoparticles for Holographic Recording / J.A. Burunkova, V.E. Tarasov, D.M. Dolgintsev, S.A. Kozyukhin, P. Petrik, D. Mukherjee, D. Lajos, S. Kokenyesi // Journal of Photopolymer Science and Technology. - 2025. - № 5 [Electronic resource]. - Access mode: <https://doi.org/10.2494/photopolymer.38.399>
2. George Alkhalil, Julia A. Burunkova, Valentine E. Tarasov, Dönczö Boglárka, Máté Szarka, Sandor Kokenyesi, Photo- thermo-induce changes in As₂S₃- and As₂S₃: Au-nanoparticles filled porous glass composite: Optics and the molecular structure simulation of the responsible chalcogenide transformations, Journal of Non-Crystalline Solids, Volume 642, 2024, 123162, ISSN 0022-3093, <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2024.123162>.
3. Tarasov, V.E. Surface modification of astralenes for obtaining optical composites based on photocurable acrylates / V.E. Tarasov, J.A. Burunkova, V.E. Sitnikova, S.A. Karpov, A.V. Ivanov // Polymer Bulletin. - 2025. - № 9 [Electronic resource]. - Access mode: <https://doi.org/10.1007/s00289-025-05684-9>
4. Franieck, E., Fleischmann, M., Hölck, O., Kutuzova, L., & Kandelbauer, A. (2021). Cure kinetics modeling of a high glass transition temperature epoxy molding compound (EMC) based on inline dielectric analysis. Polymers, 13, 1734. <https://doi.org/10.3390/polym13111734>