

Редакционная колонка – личное мнение

DOI: 10.32864/polymmattech-2019-5-3-5-5

Локализация наночастиц в смесях несовместимых полимеров

С. С. Песецкий[†]

Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси, ул. Кирова, 32а, 246050, Гомель, Беларусь

В последнее десятилетие повышенное внимание академических и промышленных исследовательских групп привлекают смеси несовместимых полимеров, содержащие наноразмерные наполнители. Добавление наночастиц в полимерную смесь представляет собой инновационный подход для управления микроструктурой и макроскопическими свойствами материалов (<https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2014.04.002>). Считают, что вследствие большой удельной площади поверхности наночастиц закрепление полимерных компонентов на них термодинамически стабилизирует морфологию полимерной смеси и улучшает совместимость (<https://doi.10.3144/expresspolymlett.2015.22>).

Равномерность распределения наночастиц в полимерной матрице сильно влияет на уровень показателей свойств смесей. Поэтому значительное количество исследований посвящено контролю локализации наночастиц в полимерных смесях. Потенциально возможно образование трех основных структур, когда нанонаполнитель концентрируется преимущественно в одной из полимерных фаз, в обеих фазах и на межфазной границе (<https://doi.10.1016/j.polymer.2005.11.031>). При этом наблюдаются, по крайней мере, три различных типа морфологии: 1 – снижение размера доменов дисперсной фазы, то есть наночастицы действуют как компатибилизатор; 2 – изменение от длинноволокнистой до со-непрерывной морфологии; 3 – фазовая инверсия, т. е. переход от длинноволокнистой до со-непрерывной и возврат к длинноволокнистой морфологии при высоких сдвиговых воздействиях на расплав смеси (<https://doi.10.1016/j.eurpolymj.2011.11.013>). Локализация наночастиц может определяться термодинамическими параметрами (основным из которых является параметр смачивания ω_{AB}) или кинетическими факторами. Из-за большой вязкости системы равновесие, диктуемое уровнем ω_{AB} , никогда не достигается. С учетом важнейшей роли кинетических факторов, конечная локализация наполнителей в полимерной смеси определяется последовательностью смешивания компонентов, соотношением вязкостей расплавов, составом, температурой, скоростью сдвига и временем смешения. При перемещении частиц на границу раздела двух полимеров межфазное натяжение может уменьшаться. В этом случае наночастицы играют роль совместителя.

Конечные свойства материала в значительной степени зависят от локализации наночастиц в смесях. Так, селективное распределение наноструктурного техниче-

ского углерода в одной непрерывной фазе многофазной смеси может приводить к образованию проводящего материала при низком содержании наполнителя (Feng J., Chan Q.C.M. Polym. Eng. Sci., 1998, vol. 38, pp. 1649–57). Чрезвычайно малый порог перколяции достигается, когда углеродные нанотрубки (УНТ) избирательно локализованы на границе со-непрерывной смеси ПЭ/ПС (<https://doi.10.3144/expresspolymlett.2014.3>). Предварительное смешение УНТ с фазой ПЭВП в системе ПА12/ПЭВП/УНТ обеспечивает максимальный эффект усиления вместе с самым низким электросопротивлением для относительно малого содержания УНТ (0,5–2,0 мас.%). Селективное размещение проводящих наполнителей в любой из фаз или на межфазной границе со-непрерывной, бинарной полимерной смеси — это концептуальный подход для получения электро- и теплопроводящих смесей, в которых используется очень низкая концентрация проводящих нанонаполнителей (<https://doi.10.1016/j.compscitech.2008.10.024>).

Полимерные материалы с со-непрерывными структурами субмикронных размеров интересны для многих применений, например, панели солнечных батарей, каталитические мембраны (<https://doi.10.1016/j.polymer.2012.01.007>). Селективное наполнение проводящими нанонаполнителями в бинарных несмешиваемых системах может использоваться в антистатических приборах, экранирующих материалах и т. п. Учитывая ограниченность информации о локализации наночастиц для конкретных структур, ее влияния на вязкоупругие, механические, тепло- и электрофизические свойства, исследования в данном направлении представляются весьма важными для разнообразных смесей и таких перспективных нанонаполнителей, как графены и галлолиты, металлосодержащие наночастицы и т. п.



С. С. Песецкий —
главный редактор,
член-корр. НАН Беларуси,
д.т.н., профессор

[†]E-mail: otde15mpri@tut.by

