

Редакционная колонка – личное мнение

DOI: 10.32864/polymmattech-2022-8-1-5-5

Полимерные нанокompозиты для эксплуатации в Арктике

А. А. Охлопкова⁺, С. А. Слепцова

Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, ул. Белинского, 58, 677000, г. Якутск, Россия

В настоящее время освоение природных территорий и залежей полезных ископаемых Арктики стало одной из важнейших задач, стоящих перед мировым научным сообществом. Перспективы социально-экономического развития Крайнего Севера Российской Федерации отражены в Стратегии развития арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. Успешное освоение арктической зоны невозможно без материалов, способных надежно функционировать в составе технических устройств и сооружений в экстремальных природно-климатических условиях. К наиболее перспективным типам функциональных и конструкционных материалов для эксплуатации в арктических условиях относятся полимерные нанокompозиты (ПНК).

Северо-восточный федеральный университет им. А. А. Амосова (СВФУ) имеет многолетний опыт по разработке и изучению особенностей эксплуатации ПНК, включая длительные натурные испытания при одновременном воздействии углеводородных сред и природных факторов Республики Саха (Якутия), влияющих на работоспособность материалов: экстремально низкие температуры до минус 50–70 °С, температурные перепады до 100 °С, конденсация влаги, замерзание-оттаивание влаги в микротрещинах, солнечная радиация. При этом эластичность ПНК снижается вплоть до перехода в стеклообразное состояние; интенсифицируются процессы старения. Как следствие, прочность ПНК уменьшается в 2–3,5 раза, ухудшаются механические и триботехнические свойства. Происходит примерзание уплотнений к деталям, разрушение в момент страгивания, хрупкое разрушение, деструкция композитов.

Необходимым условием для успешной борьбы с этими явлениями является понимание физико-химических механизмов формирования ПНК с учетом межфазных взаимодействий в гетерогенных системах; структурирующих процессов, таких как механизмы адаптации материала с самоорганизацией, ориентацией полимерных ламелей и перекристаллизацией полимера, формированием пленок переноса под воздействием напряжений трения и др. Бесспорно, что оценка способности материалов адаптироваться к условиям Крайнего Севера является критическим моментом для прогнозирования эксплуатационных характеристик ПНК. Предполагается, что формирование адаптивной структуры, способной к быстрой переориентации и к взаимной ко-

ординации, может быть основано на комплексообразовании в процессе трибохимических реакций, основную роль в которых играют катионы металлов наполнителей, наиболее вероятные схемы реакций установлены методами ИК-спектроскопии и РФЭС [Kirillina Iu. V., Nikiforov L. A., Okhlopko A. A., Sleptsova S. A., Cheonho Yoon, Jin-Ho Cho // Bull. Korean Chem. Soc., 2014, vol. 35, no. 12, pp. 3411.]. В условиях трения выявлены основные факторы адаптации материалов: структурные и химические. Варьирование параметров технологии и рецептуры обеспечивает оптимальный набор структурных факторов; подбор компонентов, химически активных по отношению к окисленным формам продуктов износа ПНК обеспечивает оптимальный набор химических факторов. Наложение обоих факторов адаптации структуры ПКМ к условиям трения, например, при использовании комбинированных наполнителей, приводит к синергетическому эффекту.

Полученный и обобщенный объем экспериментальных и теоретических данных по физико-механическим и триботехническим свойствам ПНК, их морозо- и агрессивностойкости обусловили появление целого ряда разработок. Созданы ПНК триботехнического и герметизирующего назначения на основе ПТФЭ, СВМПЭ, смесей термопластов с каучуками. На предприятиях Якутии «Алмазы Анабара», «АЛРОСА», «Якутская топливно-энергетическая компания» внедрены двух- и трехслойные материалы: патенты RU № 2641816, RU 2615416. В качестве наполнителей используются самые различные соединения: дисперсные, волокнистые, керамические наносоединения, минеральные наполнители в сочетании с функциональными добавками, такими как ПАВ, прекурсоры, масла и др.



Охлопкова А. А. — член редколлегии, д.т.н., проф., академик АН РС(Я)



Слепцова С. А. — к.т.н., доцент

⁺Автор, с которым вести переписку. E-mail: okhlopkova@yandex.ru

Образец цитирования:

Охлопкова А. А., Слепцова С. А. Полимерные нанокомпозиты для эксплуатации в Арктике // Полимерные материалы и технологии. 2022. Т. 8, № 1. С. 5. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2022-8-1-5-5>

Citation sample:

Okhlopkova A. A., Sleptsova S. A. Polimernye nanokompozity dlya ekspluatatsii v Arktike [Arctic polymer nanocomposites]. Polimernye materialy i tekhnologii [Polymer Materials and Technologies], 2022, vol. 8, no. 1, pp. 5. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2022-8-1-5-5>