

Редакционная колонка – личное мнение

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-2-5-5>

Об эффекте масштабного синергизма дисперсного наполнения в улучшении триботехнических характеристик полимерных композитов

Н. К. Мышкин⁺

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

Полимерные композиты (ПК) нашли широкое применение в узлах трения. Их использование позволяет снизить потери энергии, массу компонентов машин, контактные нагрузки сопрягаемых поверхностей, износ и объем вредных выбросов. Коррозионная и окислительная стойкость, самосмазывающая способность полимеров и простота введения в них добавок обеспечивают постоянное расширение сфер применения ПК.

При анализе трения ПК ключевым является понятие «третьего тела», введенное И. В. Крагельским. В. А. Белый с учениками развил теорию фрикционного переноса полимеров и образования граничного слоя, получившего в последние годы определение «трибопленки». Ее образование при трении металлополимерных пар рассматривается как результат массопереноса в условиях теплового воздействия и трибохимических реакций.

Введение в ПК наноматериалов (НМ) позволило реализовать при трении физико-химические взаимодействия на огромной площади межфазных границ в условиях градиента сдвигового сопротивления. Установлено, что малые добавки НМ способны изменять не только прочностные, но и триботехнические характеристики ПК. Сильное влияние НМ на свойства полимеров объясняется тем, что полимерная матрица переходит в граничное состояние во всем объеме даже при незначительном содержании дисперсных (10–100 нм) частиц [S. S. Pesetskii, S. P., Bogdanovich, N. K. Myshkin // *Journal of Macromolecular Science. Part B*, 2013, vol. 52, pp. 1784–1810].

В последнее время особое внимание уделяется полимер-силикатным нанокompозитам (НК), благодаря доступности и дешевизне используемых для наполнения природных глин. Показано, что триботехнические характеристики таких НК определяются структурой глинистого минерала и видом полимерной матрицы. Перспективными НМ в ПК триботехнического назначения являются различные формы углерода: углеродные волокна (УВ), фуллерены, нанотрубки, графен и др. С. С. Песецким с сотрудниками обнаружено, что гибридное наполнение полимеров наноглинами и УВ дает синергетический эффект повышения прочности ПК, недостижимый при раздельном использовании наполнителей [doi: 10.32864/polymmattech-2016-2-3-47-57]. Ги-

бридные НК отличаются износостойкостью, что можно объяснить повышением их прочности. Однако, как отмечено выше, наиболее важным для понимания трения и изнашивания ПК является анализ межфазного взаимодействия контактирующих поверхностей и фрикционного переноса полимеров с образованием граничного слоя, ответственного за целый ряд поверхностных явлений.

Недавно был обнаружен синергизм влияния на коэффициент трения совместного наполнения ПК упрочняющими и самосмазывающими дисперсными материалами с размерами порядка сотен мкм (УВ, графит, ПТФЭ) и керамическими НМ — аттапульгитом и наносиликатами, с характерными размерами до 100 нм [doi: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-539-547]. Совместное наполнение мезо- и наноразмерными материалами позволило снизить коэффициент трения в 3,5 раза, а износ более чем в 50 раз. При этом такое улучшение функциональных свойств не наблюдалась при раздельном модифицировании ПК этими материалами.

Обнаруженный эффект масштабного синергизма мезо- и нанодобавок требует сформулировать новую модель образования пленок фрикционного переноса (трибопленок), позволяющую объяснить снижение трения термопластичных ПК с добавками, различающимися размерами на два-три порядка. Эффект синергизма, по-видимому, обусловлен физикой поверхностных явлений межфазного взаимодействия мезо- и наноразмерных добавок на поверхностях раздела фаз, приводящего к образованию прочных граничных слоев с малым сопротивлением сдвига в металлополимерном контакте. Однако точное понимание происходящих при этом явлений требует более подробного теоретического и экспериментального изучения обнаруженного эффекта.



Н. К. Мышкин —
главный редактор
журнала, академик

⁺E-mail: nkmyshkin@mail.ru

Образец цитирования:

Мышкин Н. К. Об эффекте масштабного синергизма дисперсного наполнения в улучшении триботехнических характеристик полимерных композитов // Полимерные материалы и технологии. 2023. Т. 9, № 2. С. 5. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-2-5-5>

Citation sample:

Myshkin N. K. Ob effekte masshtabnogo sinergizma dispersnogo napolneniya v uluchshenii tribotekhnicheskikh kharakteristik polimernykh kompozitov [On the scale synergy effect of dispersed filling in improving the tribotechnical characteristics of polymer composites]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2023, vol. 9, no. 2, pp. 5. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-2-5-5>