

ВЛИЯНИЕ МУЛЬТИГИБРИДНЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА МЕЖФАЗНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ И ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

И. И. Злотников¹, П. А. Хило¹, В. М. Шаповалов²

¹*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

²*Государственное научное учреждение «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси», г. Гомель*

В современном полимерном материаловедении большое внимание уделяется созданию так называемых мультигибридных наполнителей, в состав которых включены частицы наполнителя большого, малого и сверхмалого (ультрадисперсного) размеров, причем эти частицы могут иметь различную природу. Особое влияние ультрадисперсных наполнителей связано с тем, что размер частиц наполнителя становится соизмеримым с радиусом действия сил межатомного взаимодействия, а материал полимерной матрицы в тонких межфазных областях переходит в особое состояние «граничных слоев» под действием энергетических полей твердой поверхности наполнителя.

Основной трудностью применения таких наполнителей при разработке полимерных композиционных материалов является проблема стабилизации ультрадисперсных частиц наполнителя в полимерной матрице из-за их повышенной склонности к агломерации и образованию крупных конгломератов. Уникальные свойства ультрадисперсных частиц при этом практически полностью теряются. Однако если ультрадисперсная фаза наполнителя имеет иную природу, чем более крупные частицы, то возникает возможность управления их межфазным взаимодействием, что приведет к равномерному распределению частиц ультрадисперсного наполнителя в объеме более крупного, а не образованию ассоциатов между собой.

Целью данного исследования является разработка мультигибридного органо-минерального наполнителя, который обладая высокой твердостью и абразивностью, свойственной минеральным наполнителям, имеет высокое физико-химическое сродство к полимерной матрице, а также изучение его влияния на некоторые физико-механические свойства полиамида.

Органо-минеральный наполнитель был получен как продукт химического взаимодействия органического и неорганического олигомеров. В качестве органического компонента в данном исследовании использовали водорастворимую фенолоформальдегидную смолу, а в качестве неорганического – водный раствор высококомодульного жидкого стекла. Полученную бинарную органно-неорганическую систему коагулировали водным раствором хлорида железа (FeCl_3). После завершения процесса золь-гель перехода полученный продукт выдерживали для созревания, а обра-

Секция 2. Современные материалы, наноматериалы в машиностроении 113

зовавшийся осадок отфильтровывали, промывали и сушили путем нагрева токами СВЧ. Физико-химический анализ полученного нерастворимого в воде продукта показал, что его можно рассматривать как органосиликатный аддукт, в котором микрокластеры аморфного SiO_2 различного размера (около 48 мас. %) интеркалированы в более крупные частицы фенолоформальдегидного олигомера RONa (всего около 45 мас. %), часть которого находится в фенолятной форме RONa , в котором в результате катионного обмена часть ионов Na^+ замещается ионами Fe^{3+} , что может приводить к образованию ионной связи между силикатной и органической фазой. Наличие химического взаимодействия между фазами наполнителя подтверждается данными ИК-спектроскопии.

Полученный наполнитель вводили в порошок полиамида 6 (ПА6); для сравнения использовали образцы ПА6, наполненные стандартным диоксидом кремния – белой сажей марки БС-30. Влияние разработанного наполнителя на свойства ПА6 в сравнении с диоксидом кремния иллюстрируют данные, приведенные в таблице.

Влияние органосиликатного наполнителя на свойства ПА6

Характеристика	ПА6	ПА6 + 5 мас. % наполнителя	ПА6 + 5 мас. % SiO_2
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	65	118	92
Водопоглощение за 48 ч, %	4,2	1,8	3,5
Температура начала плавления, °С	218	228	225
Температура начала потери массы, °С	359	378	364

Как следует из представленных данных, введение разработанного наполнителя в полимерную матрицу позволяет увеличивать механическую прочность, термостойкость и значительно снижать водопоглощение получаемого композиционного материала. Это позволяет расширять эксплуатационные возможности ПА6 и применять его для разработки деталей механизмов, работающих в условиях повышенных температур, механических нагрузок и влажности, в частности при воздействии атмосферных факторов.