

ВЛИЯНИЕ ФОРУМА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОЛИМЕР-СИЛИКАТНЫХ КОМПОЗИТОВ

Кириллина Д.Ю., Лазарева Н.Н.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Слепцова С. А.
(ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова»,
г. Якутск)

Аннотация. В работе приведены исследования физико-механических, триботехнических, термодинамических характеристик и структуры поверхности трения полимер-силикатных композитов на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) и вермикулита при дополнительном введении ФОРУМА[®]. Установлено, что совместное влияние используемых наполнителей приводит к улучшению эксплуатационных свойств разработанных композитов.

Введение. Одной из главных задач материаловедения является разработка материалов, применяемых в ответственных узлах трения техники и оборудования. Это объясняется тем, что наиболее подверженными и зависимыми деталями от климатических условий и рабочей среды являются уплотнительные детали и узлы трения, которые определяют работоспособность и долговечность техники. ПТФЭ является уникальным полимером, базовые свойства которого отвечают требованиям, предъявляемым для деталей узлов трения, работающих в экстремальных условиях эксплуатации. Но ПТФЭ обладает рядом недостатков, которые можно улучшить путем введения различных наполнителей. В настоящее время наиболее часто в качестве наполнителей применяются наноразмерные соединения. В качестве альтернативы нанонаполнителям могут выступать слоистые силикаты, благодаря высокой диспергируемости в материале, повышенным барьерным свойствам, термостойкости, и т.д. Из ранее проведенных работ известно, что введение слоистых силикатов приводит к некоторому повышению коэффициента трения композитов. Эта проблема может быть решена дополнительным введением ФОРУМА[®] в качестве функциональной добавки.

Объекты и методы исследований. В качестве наполнителей использовали природный вермикулит из семейства слоистых силикатов Инаглинского месторождения (Республика Саха (Якутия), Россия), а также ФОРУМ[®] (ТУ 2213-001-15259672-2016, ООО «Владфорум», Россия) в качестве функциональной добавки. В качестве полимерной матрицы использовали ПТФЭ марки ПН-90 (АО «Галополимер», Россия).

Композиты получали при сухом смешении компонентов с предварительной механоактивацией вспученного вермикулита в планетарной мельнице «Активатор 2S» (ООО «Активатор», Россия) в течение 2 мин с последующим холодным формованием под давлением 50 МПа и спеканием при температуре 375 °С.

Деформационно-прочностные свойства композитов определяли с помощью универсальной испытательной машины «Autograph AGS-J» (Shimadzu, Япония). Триботехнические свойства полимер-силикатных композитов определяли с помощью высокотемпературного универсального трибометра «UMT – 3» (CETR, США) по схеме трения «палец-диск», под нагрузкой 160 Н, со скоростью скольжения 0,2 м/с в течение 4 ч с предварительной приработкой в течение 1,5 ч. Термодинамические параметры, такие как температура и энтальпия плавления, степень кристалличности определяли на дифференциальном сканирующем калориметре (ДСК) «DSC 204 F1 Phoenix» (NETZSCH, Германия). Структуру поверхностей трения ПКМ исследовали на сканирующем электронном микроскопе «JSM-7800F» (JEOL, Япония).

Основная часть. Введение наполнителей в ПТФЭ в целом приводит к некоторому улучшению физико-механических свойств композитов. Показано, что использование слоистых силикатов в качестве наполнителей ПТФЭ способствует значительному повышению износостойкости композитов. Так, установлено закономерное снижение скорости массового изнашивания композитов при повышении содержания слоистого силиката в полимерном композите до 865 раз по сравнению с исходным ПТФЭ. Зарегистрировано, что дополнительное введение ФОРУМА® способствует снижению коэффициента трения в ПКМ.

Методом ДСК выявлено, что при введении в ПТФЭ вермикулита и ФОРУМА® происходит смещение температуры плавления в область более высоких температур, что обусловлено изменением структуры композитов и появлением высокоплавких кристаллитов. Более высокие значения энтальпии плавления, зафиксированные в процессе формирования композитов, очевидно, обусловлены уровнем поверхностной энергии и содержанием наполнителя, и, соответственно, вкладом энтальпии межфазного взаимодействия и энтальпии структурных изменений.

Сравнение поверхностей трения композитов, содержащих вермикулит в качестве наполнителя в зависимости от содержания ФОРУМА® выявило существенную разницу. У композитов при содержании 1 мас. % ФОРУМА® можно проследить направление фрикционного взаимодействия по направлению сдвиговых деформаций, а поверхность композитов, содержащих 2 мас. % ФОРУМА® более гладкая и ровная.

Выводы. Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что введение ФОРУМА® в качестве функциональной добавки приводит к снижению показателей коэффициента трения полимер-силикатных композитов, тем самым дает основание полагать о перспективности использования разработанных композитов в качестве уплотнительных и герметизирующих материалов в узлах трения техники.

Кириллина Д.Ю (автор)

Слепцова С.А. (научный руководитель)