ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/179

ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ ПРИ СОЗДАНИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И СЛОИСТЫХ СИЛИКАТОВ

^{1,2}Федосеева В. И., ¹Слепцова С. А., ³Кременецкая И. П.

¹Северо-восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, Якутск, Россия

²Институт мерзлотоведения имени П. И. Мельникова СО РАН, Якутск, Россия

³Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН, Апатиты, Россия

Нанокompозитные материалы используются для изготовления деталей уплотнительного назначения в узлах трения различных машин в разных климатических зонах. Физико-механические и триботехнические свойства материалов на основе политетрафторэтилена отвечают самым высоким требованиям, предъявляемым к ним при эксплуатации техники в условиях Севера. Известно, что основное влияние на свойства полимерной матрицы осуществляется на границе ее раздела с частицами наномодификатора, в качестве которого нередко используются природные силикаты. При дополнительном введении шпинели магния, названной исследователями «функциональной добавкой», эксплуатационные свойства материалов становятся еще лучше.

Для получения частиц с большей удельной поверхностью и повышения энергии на их поверхности перед добавлением к порошку полимера модификатор подвергается механической активации. При измельчении силиката происходит частичное разрушение кристаллической решетки, главным образом за счет октаэдрического слоя, из которого в среду могут выделяться ионы алюминия и магния. Известно, что они способны к электростатическому или донорно-акцепторному взаимодействию с другими компонентами системы, если такое возможно. Предполагаемое увеличение количества ионов алюминия и магния вследствие активации добавки может быть одной из основных причин заметного улучшения свойств наномодифицированных композитных материалов.

Изучение свойств поверхности частиц наномодификатора было проведено на примере бентонита и вермикулита. Методом адсорбции из водных растворов метиленовой сини изучены бентонит, бентонит, активированный при измельчении в мельнице или действием соляной кислоты ($\text{pH} = 3$), а также вермикулит (ВРМ), вермикулит, термообработанный при температуре 900 °С (ВРМ_т) и оба после механоактивации (ВРМ_{акт}, ВРМ_{т акт}).

Адсорбционная константа, значение которой можно получить из адсорбционных исследований, характеризует степень сродства адсорбируемого вещества к поверхности частиц данного адсорбента, таким образом, позволяет провести относительную оценку его поверхностной энергии. Значение адсорбционной константы для бентонита (790 л/моль) после его активирования возрастает практически в два раза (1600 и 1700 л/моль для бентонита, активированного кислотой и механически, соответственно). Анализ методом капиллярного электрофореза водных вытяжек из образцов, позволяющий определять содержание магния, показал, что количество подвижных ионов после активации обоими способами существенно возрастает. Учитывая способность ионов магния к образованию донорно-акцепторной связи, например, с молекулами воды, можно считать, что адсорбция метиленовой сини на бентоните происходит, в том числе, за счет донорно-акцепторного взаимодействия ионов магния с ее обширной сопряженной системой электронов. Соответственно, рост адсорбционной константы при адсорбции метиленовой сини на активированных образцах может быть обусловлен ростом количества подвижных ионов магния в бентоните после его активации.

Адсорбционная константа для вермикулита 620 л/моль возрастает после механоактивации до 842 л/моль. После термообработки вермикулита при 900 °С значение константы становится равным 1660 л/моль, которое, в свою очередь, возрастает после механоактивации до 2220 л/моль. Для вермикулита практически выявилась определенная корреляция между значением адсорбционной константы и количеством подвижных ионов

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

магния во всех образцах (рис. 1). Из этого ряда выпадает значение константы для активированного вермикулита, что может быть обусловлено разным кристаллохимическим строением и свойствами образцов (BPM и BPM_T), что влияет на результат процесса активации. Для объяснения этого факта необходимо проведение подобных исследований для других слоистых силикатов с учетом их минералогических особенностей.

Рис.1. Зависимость адсорбционной константы исследованных образцов вермикулита по отношению к метиленовой сини от концентрации ионов Mg^{2+} в водной вытяжке из этих образцов

Таким образом, активация силикатов, используемых в качестве модификаторов свойств политетрафторэтилена, может приводить к усилению взаимодействия полимера с частицами нанодобавки не только за счет увеличения площади межфазных границ при измельчении силикатов, но и за счет донорно-акцепторного взаимодействия ионов магния на поверхности частиц силиката и атомов фтора полимерной цепи, имеющих неподеленные пары электронов. Влияние характера взаимодействия между матрицей и наполнителем на границе раздела весьма существенно. Так, доля донорно-акцепторного взаимодействия в энергии адсорбции даже хлороформа на оксиде магния составляет 46,7 % [1]. По-видимому, такой же характер взаимодействия лежит в основе регулирования процесса разложения отходов политетрафторэтилена в присутствии оксидов и гидроксидов щелочноземельных металлов [2]. Уточнение высказанного предположения может быть получено только при изучении адсорбции на исследованных силикатах и их активированных формах фторсодержащих углеводородов из их растворов в индифферентном органическом растворителе.

Литература

1. Ланин С. Н., Ковалева Н. В., Фам Тиен Зунг, Ланина К. С. Адсорбционные свойства и химия поверхности MgO // Вестник Московского государственного университета. Сер. 2. Химия. 2008. Т.49. № 5. С. 300-305.
2. Внутских Ж. А. Взаимодействие политетрафторэтилена с оксидами и гидроксидами щелочноземельных металлов. Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. - Пермь, 2000. - (Институт технической химии УрО РАН).