

Исследование влияния поверхностных явлений на границе раздела фаз полимер-наполнитель на эксплуатационные свойства композиционных полимерных материалов с применением Ангренских каолинов производственных марок

Э.А. Рахматов, М.С. Ли, И.А. Хабибуллаева, Ж.У. Зиямухамедов

*Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, г. Ташкент, Узбекистан*

*Приведены результаты исследования по разработке составов композиционных полимерных материалов на основе эпоксидной смолы с применением каолинов различных производственных марок. Представлены результаты исследования эксплуатационных свойств разработанных составов покрытий на основе эпоксидного связующего, наполненного механо-химически модифицированными каолинами АКФ-78, АКС-30, АКТ-10.*

*Ключевые слова: каолин, эксплуатационные свойства, покрытия, структурный модификатор, композиционные материалы, механо-химическая активация.*

Применение различных материалов и покрытий на их основе для защиты от воздействий окружающей среды является на сегодняшний день перспективным для защиты металлов от коррозии. И наиболее эффективными являются полимерные материалы и композиты на их основе полученные модификацией компонентов композиции различными методами. В этом случае изучение физико-химических и механических явлений, наблюдаемых на поверхности раздела фаз связующее-наполнитель, и обеспечивающие гарантированные свойства композициям путём целенаправленного их регулирования является одной из задач исследований в этой области [1].

Силикатсодержащие модификаторы и частицы минералов, подвергнутые функциональному модифицированию, широко применяют в современном композиционном материаловедении. Вместе с тем необходимо проведение системных исследований физико-химических механизмов, их влияния на структуру и свойства матриц, как в процессе получения ПКМ, так и при создании изделий из них. Особый интерес представляют исследования механизмов формирования композиционных материалов по высокоэнергетической технологии формирования механической смеси компонентов. Такая технология позволяет формировать однослойные или многослойные композиционные материалы с различным сочетанием полимерных, металлических, минеральных компонентов, в т. ч. многослойные покрытия на деталях машин и механизмов. Требуют системного изучения теплофизические процессы в среде теплоносителя, которые определяют кинетику нагрева, плавления компонентов, термолиза, термоокислительной

деструкции и формирования гомогенного композиционного слоя на твердой подложке. Это позволит разработать современные высокотехнологичные составы композиционных материалов на основе различных сочетаний компонентов и ресурсосберегающие технологии их производства и переработки в изделия [2,3]. При этом, снижения внутренних напряжений в полимерных композиционных материалах, которые, вследствие разницы коэффициентов линейного расширения полимеров и металлов, концентрируются в основном на границе раздела их фаз, и повышения, таким образом, адгезионных характеристик можно использовать тонкодисперсные наполнители [1,4] и к тому же их доступность и невысокая стоимость является одним из основных критериев для промышленного производства. В связи с этим в наших исследованиях были применены механо-активированные Ангренские каолины различных производственных марок АКФ-78, АКС-30 и АКТ-10 а так же химический модификатор в качестве структурообразующего агента и исследованы свойства композиционных покрытий с их применением.

Применение в качестве структурного модификатора 10% ного раствора хлорсульфированного низкомолекулярного полиэтилена (ХСНПЭ) Шуртанского газохимического комплекса в толуоле позволит обеспечить химическую устойчивость гетерогенной системы. В целях увеличения физико-химической активности веществ на поверхности раздела фаз, а так же достижение максимальной гомогенности (однородности) смешиваемых смесей, особенно при смешении и уплотнении многокомпонентных систем для повышения интенсификации процессов с целью резкого сокращения их продолжительности смешение наполнителя и модификатора проводили на дисмембраторной установке. При этом происходит активация наполнителя то есть возбуждение молекул, атомов, приведение последних в состояние, в котором они легко образуют плотные межслойные структурные связи на границе раздела фазы наполнитель-связующий. Данный процесс позволяет охарактеризовать его как механо-химическая модификация.

При получении композиционных материалов, особо важным является концентрация наполнителя в композиционном материале. Малонаполненные композиционные материалы более склонны к вязкому разрушению, тогда как высоконаполненные к хрупкому [5]. Одним из основных условий обеспечения эксплуатационных свойств материала является прочная адгезионная связь на межфазной границе наполнителя и матрицы. Как отмечено в работе [6], если наполнитель не обладает адгезией к матрице, то его частицы не могут нести какой-либо нагрузки, а возникающие при деформации поры служат концентраторами напряжений, если в композиционном материале присутствует инертный наполнитель то доминирующим фактором влияния является энтропийный [7], приводящий к разрыхлению поверхностных слоев связующего. Энтропийный фактор, возникающий при геометрическом ограничении конформации цепей полимера [8], независимо от химической природы наполнителя. Энтропийный фактор ограничивает сегментальную и облегчает групповую подвижность, снижает плотность упаковки. Данный фактор проявляется при любой температуре, убывая вместе с ее ростом и

удалением от границы раздела. Учитывая данные явления нами в целях увеличения адгезии между наполнителем и связующим были исследованы свойства композиций обработанных 10% раствором хлорсульфированного низкомолекулярного полиэтилена в толуоле, при этом дисперсность наполнителя была различна (от 0,3 до 45 мкм)

Результаты исследования эксплуатационных свойств покрытий на основе разработанных составов композиционных материалов показали, что наилучшими эксплуатационными свойствами обладают покрытия, наполненные ангренским каолином марки АКТ-10, а наихудшие наблюдаются у композиционного покрытия наполненного АКФ-78, показатели зернистости наполнителя приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатель зернистости каолинов

| № | Промышленные марки Ангренских каолинов | Распределение зернистости, % |          |
|---|--|------------------------------|----------|
|   |  | менее 1 мкм                  | 5-45 мкм |
| 1 | АКФ-78                                 | 71-73                        | 25-28    |
| 2 | АКС-30                                 | 49-50                        | 47-49    |
| 3 | АКТ-10                                 | 25-32                        | 65-72    |
| 4 | АКО                                    | 21-25                        | 72-75    |

Полученные результаты можно объяснить, исходя из технологических свойств, а именно ухудшением смачиваемости частиц наполнителя, которое наблюдается с резким повышением вязкости композиции при содержаниях наполнителя 60 масс.ч. и больше.

В результате проведенного исследования эксплуатационных свойств покрытий показали, что количество каолиновых наполнителей в составе композиционных полимерных материалов влияют на физико-механические свойства материалов в зависимости от их марок связанное с их дисперсностью, чем меньше дисперсность наполнителя, тем выше эксплуатационные свойства покрытий при малых (10–20 масс.ч.) содержаниях наполнителя, а при высоких содержаниях наполнителя (30–50 масс.ч.) наблюдается ухудшение свойств покрытий при содержании размера частиц менее 1 мкм в количестве 50-73% (АКФ-78, АКС-30).

Оптимальным количеством содержания ангренских каолинов в заливочных материалах и покрытиях является 20–30 мас.ч. Причём с экономической позиции, в композициях более выгодны каолины с крупными частицами, что связано с расходом дорогостоящих эпоксидных олигомеров.

Библиографический список

1. Зиямухамедова У.А. Перспективные композиционные материалы на основе местных сырьевых и энергетических ресурсов. –Ташкент: ТашГТУ, 2011. –160 с.

2. Zerda A.S., Lesser A.I. Intercalated clay nanocomposites: morphology, mechanics and fracture behavior // J. Appl. Polym. Sci., 1995. Vol. 55. P. 42.
3. Ziyamukhamedova U.A., Djumabaev D., Shaymardanov B. Mechano-chemical modification method used in the development of new composite materials based on epoxy binder and natural minerals// Turkish journal of Chemistry. – Ankara (Turkey), 2013.vol. 37. N 1. pp. 51 – 56.
4. Moller V. B., Dam-Johansen K., Franker S. M. and Kiil S. (2017). Acid-resistant organic coatings for the chemical industry: a review. Journal of Coatings Technology and Research, 14(2), 279-306. DOI: 10.1007/s11998-016-9905-2
5. Гаврилов М.А. Особо плотные эпоксидные композиты на основе отходов производства: – Пенза: ПГУАС, 2014. С 22.
8. Дмитренко А.В. Зависимость физико-механических свойств наполненных полимерных систем от характера связи полимер – наполнитель // Высокомолек. соед. 1988. №1. С. 72–78.
7. Гуль В.Е. Структура и прочность полимеров – М.: Химия, 1978. – 328 с.
8. Манин В.Н. Физико-химическая стойкость полимерных материалов в условиях эксплуатации – Л.: Химия, 1980. – 248 с.