

ЛИТЕРАТУРА

1. Nataraj, S.K. Polyacrylonitrile-based nanofibers – A state-of-the-art review / S.K. Nataraj, K.S. Yang, T.M. Aminabhavi // Progress in Polymer Science. – 2012. – Vol. 37. – № 3. – P. 487–513.
2. Огородников, В. А. Ионообменные свойства материалов на основе волокнообразующих сополимеров акрилонитрила с различными кислотными сомономерами / В.А. Огородников, Л.А. Щербина, В.М. Чикунская // Полимерные материалы и технологии. – 2018. – Т. 4. – № 1. – С. 47–56.
3. Аширов, А. Ионообменная очистка сточных вод, растворов и газов // А. Аширов. – Л.: Химия, 1983. – 295 с.
4. Сафиуллина, И.И. Синтез и строение комплексов на основе акрилонитрила и его сополимеров: автореф. дис. канд. хим. наук: 02.00.13. Уфа: УГНТУ, 2015. – 19 с.

УДК 678.046.3

Касперович О.М., Петрушеня А.Ф.,
Чернявский А.В.

(Белорусский государственный технологический университет)

УСТОЙЧИВОСТЬ КОМПОЗИЦИЙ С ШУНГИТОМ К ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Шунгит – природный минеральный сорбент, промежуточный продукт между аморфным углеродом и графитом, содержащий углерода – 30, кварца – 45, силикатной слюды – около 20 мас. %.

Шунгитовые породы по содержанию в них углерода, которое варьирует от долей до 98 %(масс.).

По структуре шунгит представляет собой аллотропную форму углерода. В его состав кроме углерода входят SiO_2 – 57,0 мас.%; TiO_2 – 0,2 мас.%; Al_2O_3 – 4,0 мас.%; FeO – 6 мас.%; Fe_2O_3 – 1,49 мас.%; MgO – 1,2 мас.%; MnO – 0,15 мас.%; K_2O – 1,5 мас.%; S – 1,2 мас.%. Плотность шунгита составляет 2,1–2,4 г/см³; пористость – до 5%; прочность на сжатие – 100–120 МПа; коэффициенты электро- и теплопроводности – 1500 См/м и 3,8 Вт/мК, соответственно; адсорбционная емкость до 20 м²/г [1].

Присутствие фуллерен-подобных структур обуславливает большую концентрацию парамагнитных центров (1019 спин/г) в минерале. Значительная концентрация парамагнитных центров характеризует повышенную активность шунгита в окислительно-восстановительных реакциях, что делает перспективным его применение в полимерных материалах с целью повышения их стойкости к окислению, тепло- и термостойкости. Одно из основных достоинств шунгита заключается в том, что данный минерал полностью состоит из биполярных высокодисперсных частиц. Такое уникальное свойство минерала позволяет хорошо внедрять шунгит в качестве наполнителя в разнообразные полимерные материалы.

Без определения термостабильности полимерного композита невозможно установить правильный интервал его переработки, который находится между температурами текучести и деструкции, а также грамотно оценить его эксплуатационные свойства. Химические превращения, при которых масса образца снижается, обуславливаются термической и термоокислительной деструкцией, за счет снижения молекулярной массы из-за разрыва химических связей в макромолекулах, выделения летучих продуктов деструкции, а также изменением окраски, уменьшением прочности ПКМ.

Дифференциальный термический анализ образцов ПЭНД с шунгитом в работе [2] показал, что с увеличением содержания шунгита происходит смещение температуры деструкции в сторону высоких температур. Стоит отметить, что температура деструкции полиэтилена низкого давления равна 320,0 °С, при введении 3 % шунгита она достигает 438,7 °С, а при введении 26 % шунгита равна 441,6 °С. Фотодеструкция образцов в ультрафиолете (300–400 нм) в течение 3 циклов по 8 часов, показала отсутствие дефектов, что свидетельствует о высокой стойкости материала к солнечному свету. Также фотостарение отсутствует у образцов, которые выдерживались в экстремальном ультрафиолете (120–10 нм) в течении 24 часов.

Термический анализ образцов ПВХ с шунгитом и TiO_2 [3] показал максимальный пик на кривых теплового потока: 428,3 °С – для ПВХ + TiO_2 1 масс. % и 436,7 °С – для ПВХ + шунгит 1 масс. %. Для покрытия ПВХ + TiO_2 1 масс. % + шунгит 1 масс. % максимальный пик на кривых теплового потока составил 447,3 °С, присутствует синергический эффект наполнителей, увеличивающий термостойкость полимерного покрытия.

Биполярная природа высокодисперсных частиц шунгита обеспечивает их хорошую совместимость и внедрение в различные полимерные матрицы. Повышение температурного порога деструкции расширяет окно переработки материала – интервал между температурой текучести и началом разрушения, что позволяет увеличить производительность

экструзии. В сочетании с повышенной эксплуатационной стойкостью это позволяет создавать полимерные композиты с увеличенным сроком службы для применения в агрессивных средах: под постоянным воздействием солнечного света и высоких температур. Шунгит является высокоэффективным и перспективным наполнителем для полимерных материалов, комплексно повышающим их термо- и светостабильность. Это позволяет создавать более долговечные и надежные полимерные композиты для применения в условиях повышенных температур и интенсивного УФ-излучения. По результатам проведенного литературного обзора пришли к выводу, что недостаточно представлено информации о влиянии наполнения шунгитом полимерных композиций на основе полиамида. В связи с этим перспективным направлением является получение и изучение свойств композиционного материала на основе полиамида с шунгитом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мосин О. В., Игнатов И. И. Состав и структурные свойства природного фуллеренсодержащего минерала шунгита // Техносферная безопасность. – 2013. – № 2. – С. 29–33.
2. Влияние шунгита на эксплуатационные свойства полимерного композиционного материала / Ключникова Н.В., Пискарева А.О., Урванов К.А., Гордеев С.А., Генов И. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2020. – № 2. – С. 96–105.
3. Кузьмина Н. Н. Проблемные вопросы придания текстильным материалам специальных защитных свойств / Сырбу С. А., Циркина О. Г., Салихова А. Х., Спиридонова В. Г., Фролова Т. В., Кузьмина Н. Н. // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 2. – С. 133–140.

УДК 677.494.7

Пчелова Н.В., Щербина Л.А., Будкуте И.А.

(Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий)

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ С ИОНОГЕННЫМИ ГРУППИРОВКАМИ

Важной частью промышленности Республики Беларусь, во многом определяющей научно-технический уровень ее отраслей, является производство химических волокон, существенное значение среди которых