УДК 678.686

Васильева В. С., Василевская Л. Н., Гавриленко О. О., Калашников А. С., Ксенофонтов М. А.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ С НАНОРАЗМЕРНЫМИ ДОБАВКАМИ

Научно-исследовательское учреждение “Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко” Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь

Улучшение технологических, физико-механических, эксплуатационных и других свойств эпоксидных олигомеров возможно при использовании модифицирующих добавок различной природы и их концентрации. Введение в полимерную матрицу в качестве функциональных добавок таких наполнителей позволяет существенно оказать влияние на макромолекулярную структуру полимеров и целенаправленно изменять их свойства.

Основным классом материалов, удовлетворяющих жестким, часто противоречивым друг другу требованиям, таким как обеспечение минимальной массы конструкций, максимальной прочности, жесткости, надежности, долговечности при работе в тяжелых условиях нагружения, при высоких температурах и в агрессивных средах являются полимерные композиты. Возможности наполненных полимеров чрезвычайно широки благодаря разновидности их составов, многообразию полимеров и наполнителей, способам их модификации. Способы получения полимерных композитов определяются как типом наполнителя, так и агрегатным состоянием полимера.

Неослабевающий интерес исследователей к ароматическим соединениям обусловлен не только тем, что они, будучи составной частью растительного мира, одновременно являются попутными продуктами переработки твердого топлива, но и способны с высокими скоростями вступать в реакции электрофильного и нуклеофильного замещения, что позволяет получать на их основе широкий спектр разнообразных веществ и материалов с полезными свойствами. Среди таких материалов особое место занимают газонаполненные полимеры (пенопласты), которые благодаря уникальному сочетанию небольшой объемной массы и высокой прочности с исключительно хорошими звуко- и теплоизоляционными свойствами нашли широкое применение в различных отраслях жизнедеятельности человека.

Получение газонаполненных полимеров представляет собой одностадийный процесс, в одном технологическом цикле которого происходит поликонденсация, вспенивание и отверждение высокореакционных мономерных композиций. Это оказалось возможным при использовании в реагирующих системах полифункциональных соединений, способных с высокими скоростями вступать в реакции электрофильного замещения, обладающих такой реакционной способностью, которая позволяет переводить жидкую вспененную композицию в полимеры пространственного строения при сохранении в объеме определенной концентрации газоструктурных элементов. Такой способ получения полимеров позволил исключить стадии выделения, нейтрализации, сушки продуктов, традиционно применяемых при производстве олигомеров – исходных продуктов для полимерных композитов, а также получить целый ряд эпоксидных полимеров с высокими физико-механическими свойствами.

Однако, до сих пор отсутствует достаточно ясная картина механизма протекания химических реакций и вытекающих из этого молекулярного строения полимерной матрицы, структуры газонаполненных ячеек, конформации макромолекул, что не позволяет однозначно установить взаимосвязь между строением и эксплуатационными свойствами наполненных полимеров.

При создании композиционных материалов среди широко применяемых композиций особое место занимают эпоксидные связующие, отличающиеся хорошими технологическими и эксплуатационными свойствами. Эпоксидная смола - одна из разновидностей синтетических смол, представляющая собой соединение, содержащее не менее двух эпоксидных групп в молекуле. Эпоксидная смола нашла широкое применение в промышленности благодаря

следующим свойствам: превосходная химическая стойкость, хорошая адгезия к металлам, низкая влагопроницаемость, небольшая усадка при эксплуатации изделий из эпоксиполимеров.

Улучшение технологических, физико-механических, эксплуатационных и других свойств эпоксидных олигомеров возможно при использовании модифицирующих добавок различной концентрации и природы. Введение в полимерную матрицу в качестве функциональных добавок таких наполнителей позволяет существенно влиять на макромолекулярную структуру полимеров и целенаправленно регулировать их свойства.

Физико-механические свойства полимерных композитов зависят от числа как координационных внутри- и межмолекулярных связей, так и от поперечных химических связей и их расположения. С увеличением числа поперечных химических связей твердость полимера увеличивается, повышается модуль упругости и уменьшается величина относительной деформации, т.е. свойства сетчатого (пространственного) полимера приближаются к свойствам кристалла.

В данной работе представлены методики получения эпоксидных композитов с различным содержанием наполнителя. В качестве основы брали смолу ЭД-20, а наполнителем выбран шунгит (торговая марка таурит ТС-Д).

Эпоксидная смола ЭД-20 представляет собой олигомерное соединение, основу которого составляет диглицидиловый эфир дифенилолпропана

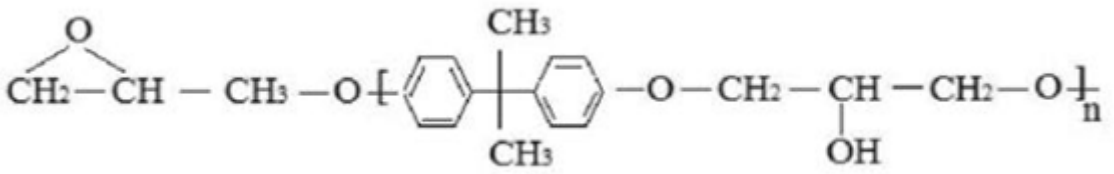

Рисунок 1 – Структурная формула эпоксидной смолы ЭД-20

Шунгит представляет собой композиционный материал с равномерным распределением высокодисперсных кристаллических частиц оксида кремния в аморфной углеродной матрице. Структура шунгита представлена на рисунке 2.

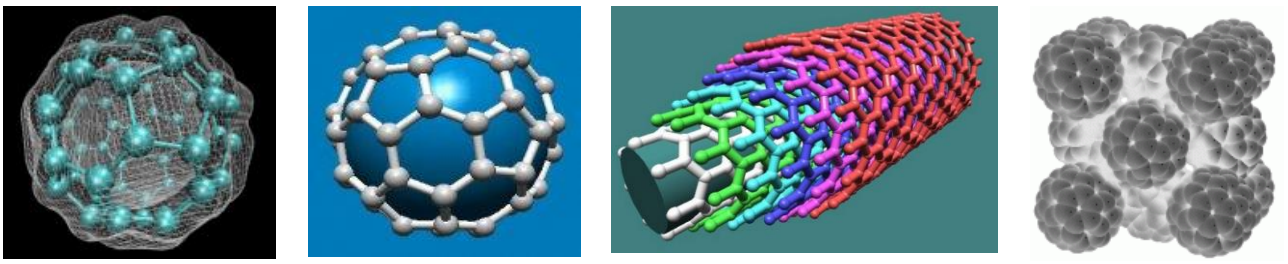

Рисунок 2 – Структура шунгита

Шунгит является аморфным микрогетерогенным композиционным материалом, включающим в себя тонкодисперсные фазы углерода в скрытокристаллической графитированной форме, диоксид кремния, микроэлементы в составе силикатов и других соединений, небольшое количество органических веществ и воду.

Установлено, что при формировании структуры эпоксидных полимерных композитов определяющими являются процесс межфазного взаимодействия, формирующий матрицу - основного компонента композита и ответственного за его физико-механические характеристики. Достигаемый комплекс механических свойств модифицированных полимеров зависит от процесса равномерного распределения добавок и состава композиции.