

**Увеличение адгезионной прочности системы «связующее – наполнитель»  
в полимерных композиционных материалах**

Магистрант гр. *18-МАШ(Мг)* Кравцов П.С.  
Научный руководитель Котлярова И.А.  
Брянский государственный технический  
университет  
г.Брянск

Наполненные полимерные композиционные материалы НПКМ находят широкое применение во всех сферах строительной индустрии.

Прочность готовых изделий из НПКМ и клеевых соединений на основе НПКМ зависят от сил сцепления «связующее – наполнитель», т.е. от величины адгезии. Из литературы известно, что повысить адгезионную прочность в полимерных композиционных материалах можно: уменьшив содержание влаги в наполнителе (предварительная сушка), увеличив площадь контакта «наполнитель – связующее» за счет снижения поверхностного натяжения смолы и улучшения смачивания смолой армирующих элементов (введение в смолу аппретов), сформировав химические связи на границе «наполнитель – связующее» (химическое модифицирование наполнителей) [1,2].

Введение в смолу химически активных аппретов позволяет целенаправленно регулировать структуру связующего и целенаправленно изменять его эксплуатационные характеристики [3]: снижать вязкость, повышать механические свойства, термостойкость и т.д. При этом, действие разных аппретов по отношению к одному и тому же композиту существенно отличается, табл.1 [1].

Таблица 1 - Свойства полимерного композиционного материала на основе графита и полипропилена

Вид аппрета	Количество аппрета, %	Прочность при разрыве, МПа
Без обработки	0,0	29
Винилсилан	0,3	41
Фосфаторганотитанат	0,3	21

Модификаторы наполнителей должны обладать би – или многофункциональностью, т.е. обладать двумя или несколькими функциональными группами, способными химически взаимодействовать и с –ОН и –NH<sub>2</sub> группами эпоксидной смолой, и с поверхностными группами наполнителя. Важно, чтобы модифицирование происходило в «мягких» условиях, т.е. взаимодействие затрагивало только поверхностные слои наполнителя и не приводило к деструкции смолы [4].

В качестве модификаторов наполнителей (стеклоткань, углеродные волокна, арамидные волокна) применяются: хромовой комплекс метакриловой кислоты, винилтриэтоксисилан, хлорсилан, кремнийорганические (КОС), фосфорорганические соединения (ФОС) и др. [1]. Так, стеклопластики, модифицированные КОС и ФОС, обладают хорошей водостойкостью, устойчивостью к действию солнечной лучей, повышенной огнестойкостью.

Среди модификаторов различных материалов особый интерес представляют соединения четырехкоординированного бора, например, боразотные соединения (моноэтанолламин(N→B)тригидроксидборат, диэтанолламин(N→B)тригидроксидборат), являющиеся достаточно активными модифицирующими агентами гидроксильных подложек, проявляющие свойства эффективных антисептиков-антипиренов и снижающие водопоглощение гидрофильных материалов [5], к которым, в частности, относится и эпоксидная смола. Так, методом ИК-спектроскопии установлено, что при модифицировании моноэтанолламин(N→B)тригидроксидборатом древесных опилок происходит химическое взаимодействие модификатора с первичными гидроксильными группами целлюлозы и карбоксильными

группами лигнина, рис.1. О чем свидетельствуют снижение интенсивности пиков 1029 и 1736  $\text{см}^{-1}$  на ИК-спектре модифицированного образца относительно соседних полос поглощения.

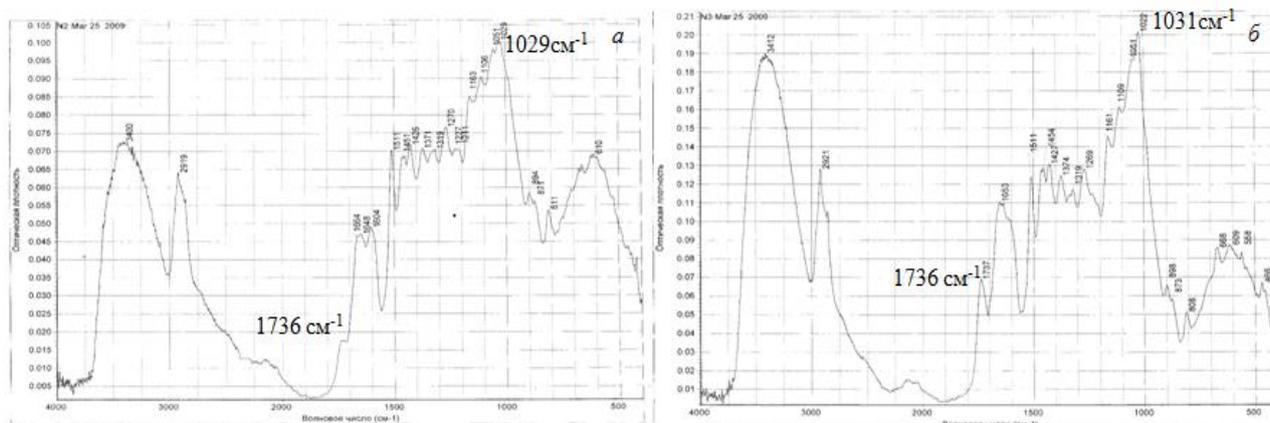


Рисунок 1 - ИК-спектры немодифицированных (а) и модифицированных моноэтаноламин(N→В)тригидроксидом древесных опилок сосны [5]

Таким образом, на основании анализа литературных и экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1. Химическое модифицирование наполнителей и введение аппретов в смолу – эффективные приемы, позволяющие повысить адгезию системы «наполнитель – связующее» в НПКМ и повысить прочность полимерных композиционных материалов;
2. Модификаторы и аппретов по-разному проявляют себя в различных композитах;
3. На современном этапе развития науки в этой области предпочтение отдается би- и многофункциональным элементоорганическим модификаторам, взаимодействующих с компонентами композита в мягких условиях;
4. Индивидуальные свойства модификаторов (водо-, огнестойкость и т.д.) могут передаваться композитам, что улучшает эксплуатационные свойства последних;
5. В качестве модификаторов гидроксильных наполнителей полимерных композиционных материалов можно использовать четырехкоординированные боразотные соединения.

[1]. Бондалетова Л.И. Полимерные композиционные материалы (часть 1). Томск. 2013. 118с.

[2]. Батаев А.А., Батаев В.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение. Новосибирск. 2002. 384с.

[3]. Горбачева С.Н., Горбунова И.Ю., Антонов С.В., Кербер М.Л. Свойства композиционных материалов на основе эпоксидной смолы, модифицированных нитридом бора // Успехи в химии и химической технологии. Том XXXI. 2017. №11.

[4]. Берлин Ал.Ал. Принципы создания композиционных полимерных материалов. М., 1990. 240с.

[5]. Сидоров В.И., Котенева И.В., Котлярова И.А. Комплексная защита древесины составами на основе боразотных соединений // Строительные материалы. 2010г. №6. С.156-160.