

Влияние нанотехнологий на развитие огнезащитных материалов в строительстве

Е.А. Мартынов, Л.М. Весова

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В данной статье рассмотрено влияние нанотехнологий на развитие огнезащитных материалов в области строительства. Изложены общие положения нанотехнологии и нанокompозитов, их характеристика и классификация. Представлены примеры использования нанотехнологий для создания огнестойких материалов и их непосредственное применение в строительстве. Приведены основные проблемы нанокompозитов, решение которых позволит вывести пассивную противопожарную защиту зданий и сооружений на новый уровень.

Ключевые слова: противопожарная защита, огнестойкий материал, нанотехнология, нанокompозит, композиционный материал, композит, полимер, материал.

Противопожарная защита является деятельностью, направленной на защиту жизни, здоровья и имущества человека, а также окружающей среды от пожаров и их последствий. Предпринимаемые меры по защите относятся к областям, связанным как с предотвращением пожаров, так и с защитой людей и имущества непосредственно во время чрезвычайных ситуаций. Существует три основных принципа противопожарной защиты, включающих в себя изучение и анализ пожаров, активную противопожарную защиту и пассивную противопожарную защиту. К последней относятся вопросы, связанные с проектированием зданий и их инфраструктуры, возможностью использования различных огнестойких материалов, надлежащей противопожарной изоляцией, разделительными перегородками и дымозащитными дверями [1].

В качестве эффективных огнестойких материалов используются полимеры, которые отвечают определенным механическим, тепловым и огнестойким требованиям. Однако в некоторых случаях такие материалы имеют ряд существенных недостатков, таких, как, например, высокая плотность и недостаточная гибкость конечного продукта, а также

возникновение проблем при смешивании и экструзии [2]. Избежать подобных недостатков удастся с применением нанотехнологий.

"Нанотехнологии - это использование материи в атомном, молекулярном и супермолекулярном масштабах в промышленных целях" [3]. Материалы, созданные с помощью нанотехнологий, называются нанокompозитами и состоят из пластичной матрицы и более твердых и прочных наполнителей [4]. Важными свойствами нанокompозитов являются их повышенная термостабильность и способность замедлять горение при низком уровне содержания наполнителя, что значительно удешевляет их производство и упрощает дальнейшую переработку.

"В зависимости от материала основы, различают КМ с металлической матрицей, или металлические композиционные материалы (МКМ), с полимерной - полимерные композиционные материалы (ПКМ) и с керамической - керамические композиционные материалы (ККМ)... По типу упрочняющих наполнителей КМ подразделяют на дисперсноупрочненные, волокнистые и слоистые" [5].

Дисперсноупрочненные композиты обладают высокой жаропрочностью и выдерживают нагрев до 500 °С. Из них изготавливают детали авиационной техники. При рабочей температуре ниже 200 °С, используются полимерные волокнистые композиты, например, стеклопластики, применяемые для производства арматуры, канализационных емкостных систем, декоративных элементов архитектуры и ландшафтного дизайна (рис. 1). Для работы при более высоких температурах применяются металлические и керамические матрицы; а благодаря соединению аморфного углерода в качестве матричного материала и кристаллического углерода - в качестве армирующего - стало возможным создание композита, выдерживающего нагрев до 2500 °С.

Также повышение огнестойкости полимерных материалов может быть достигнуто путем введения в полимерную матрицу слоистых природных органических глин, монтмориллонита и наночастиц кремнезема (рис. 2) [6]. При содержании всего 3% органоглин в общей массе полимера, пиковое значение скорости тепловыделения снижается более чем на 50%, а временное значение, соответствующее этому пику, сдвигается при содержании 5% наноглины [7]. Однако образцы нанокompозитов часто не обеспечивают должного самозатухания. Для борьбы с этим недостатком было проведено исследование, показавшее, что сочетание наночастиц с традиционными антипиренами (например, вспучивающимися) или их поверхностная обработка эффективно снижают воспламеняемость материала. Полученный материал успешно применяется для производства оболочки кабелей и пластмасс с рейтингом UL94-V.



Рис. 1. – Торговый павильон в Лужниках, карниз которого выполнен из стеклопластика [8]

Помимо высокой огнестойкости, одним из важнейших преимуществ нанокompозитов является их пониженная токсичность во время горения. В сравнении с традиционными антипиренами - галогенами - горение нанокompозитных материалов образует меньше токсичного дыма, что способствует более удачному исходу эвакуации людей при пожаре [9].

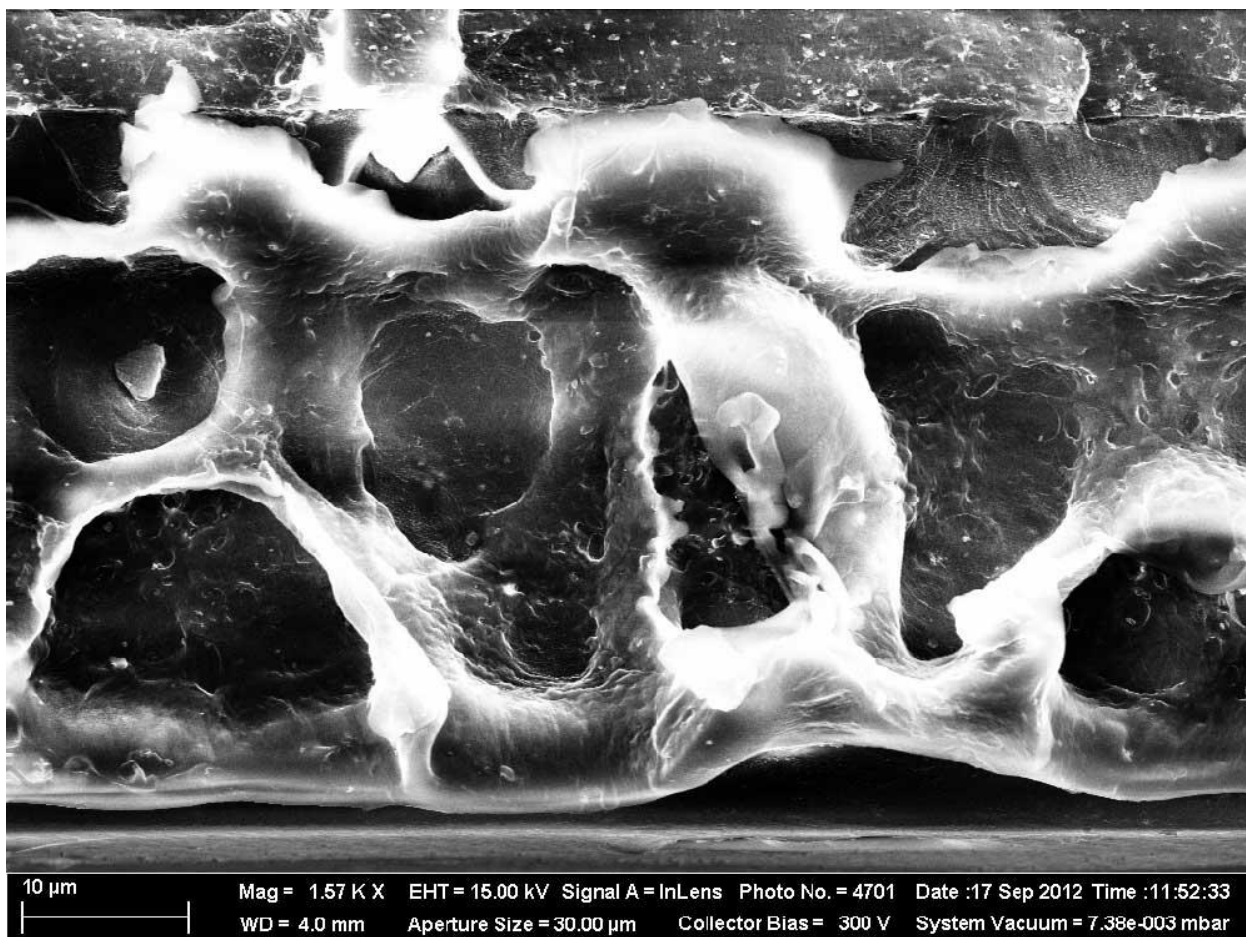


Рис. 2. – Полимерный материал, модифицированный путем введения наночастиц, под микроскопом [10].

С экономической точки зрения нанокompозиты также превосходят традиционные материалы. Некоторые наночастицы, используемые в синтезе нанокompозитов, являются более дешевыми, чем антипирен, который они частично замещают [11]. Таким образом экономия затрат может быть достигнута с помощью состава огнезащитного нанокompозита, поскольку

полимерные композиционные материалы чаще всего заменяют обычные антипирены в соотношении 1:1.

Учитывая приведенные выше показатели, становится очевидным тот факт, что практически все нанокompозитные материалы могут использоваться в направлении пассивной противопожарной защиты. Но несмотря на многочисленные достоинства применения нанотехнологий в развитии огнезащитных материалов, существуют и нежелательные побочные эффекты, которые еще требуют совершенствования и доработки в будущем. К таким недостаткам относятся уменьшение срока службы материалов, которое оценивается в ходе испытаний на ускоренное старение, а также повышенное влагопоглощение нанокompозитов [12]. В связи с этим необходимо провести дополнительные исследования по устранению имеющихся несовершенств.

В завершение, рассмотрев и проанализировав преимущества и недостатки нанокompозитов, можно сделать вывод, что данный вид строительных материалов довольно успешно применяется в области противопожарной защиты, а влияние нанотехнологий на развитие огнезащитных материалов крайне велико.

Литература

1. Зарубина Л. П. Защита зданий, сооружений и конструкций от огня и шума. Материалы, технологии, инструменты и оборудование. - М.: «Инфра-Инженерия», 2016 - 336 с.
2. Alexandre, M. and Dubois, P. Polymer-Layered Silicate Nanocomposites: Preparation, Properties and Uses of a New Class of Materials. Materials Science and Engineering, 2000, №28, Pp. 1-63.
3. Drexler, K. Eric. Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology. Doubleday. 1986. 299 p.

4. Кудрявцев П. Г., Фиговский О. Л. Нанокompозитные органоминеральные гибридные материалы // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2476.

5. Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Вологжанина С. А., Петкова А. П. Нанотехнологии и специальные материалы; Москва, Химиздат, 2009. 336 с.

6. Микитаев А. К., Каладжян А. А., Леднев О. Б., Микитаев М. А., Давыдов Э. М. Нанокompозитные полимерные материалы на основе органоглин с повышенной огнестойкостью // Исследовано в России. 2004. №7. URL: cyberleninka.ru/article/n/nanokompозитnye-polimernye-materialy-na-osnove-organoglin-s-povyshennoy-ognestoykostyu.

7. Beyer, G. Nanocomposites as Flame Retardant System. Wire & Cable Technology International. 2013. №5. Pp. 60-63.

8. Ресторан с видом на поле и сервисные центры: что откроют в «Лужниках» к ЧМ-2018. URL: mos.ru/news/item/24526073/

9. Фиговский О. Л., Кудрявцев П. Г. Жидкое стекло и водные растворы силикатов, как перспективная основа технологических процессов получения новых нанокompозиционных материалов // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2448.

10. Нанокompозиты как огнезащитная система, 2013.
URL: mobile.ruscable.ru/article/1287/

11. Beyer, G. Flame Retardancy of Nanocomposites - From Research to Technical Products. Journal of Fire Sciences, 2005, №23, Pp. 75-87.

12. Айгубова А. Ч., Козлов Г. В., Магомедов Г. М., Заиков Г. Е. Структурный анализ водопоглощения для нанокompозитов поливинилхлорид/углеродные нанотрубки // NBI-technologies. 2015. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/strukturnyy-analiz-vodopogloscheniya-dlya-nanokompозитov-polivinilhlорid-uglerodnye-nanotrubki.

References

1. Zarubina L. P. Zashhita zdaniy, sooruzhenij i konstrukcij ot ognya i shuma. Materialy, texnologii, instrumenty i oborudovanie [Protection of buildings, structures and structures from fire and noise. Materials, technologies, tools and equipment]. M.: «Infra-Inzheneriya», 2016, 336 p.
2. Alexandre, M. and Dubois, P. Materials Science and Engineering, 2000, №28, Pp. 1-63.
3. Drexler, K. Eric. Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology. Doubleday. 1986. 299 p.
4. Kudryavcev P. G., Figovskij O. L. Inzhenernyj vestnik Dona, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2476.
5. Solncev Yu. P., Pryaxin E. I., Vologzhanina S. A., Petkova A. P. Nanotexnologii i special'ny'e materialy [Nanotechnologies and special materials]; Moskva, Ximizdat, 2009. 336 p.
6. Mikitaev A. K., Kaladzhyan A. A., Lednev O. B., Mikitaev M. A., Davy`dov E. M. Issledovano v Rossii. 2004. №7. URL: cyberleninka.ru/article/n/nanokompozitnye-polimernye-materialy-na-osnove-organoglin-s-povyshennoy-ognestoykostyu.
7. Beyer, G. Wire & Cable Technology International. 2013. №5. Pp. 60-63.
8. A restaurant with a view of the field and service centers: what will be opened in Luzhniki for the 2018 World Cup. URL: mos.ru/news/item/24526073/
9. Figovskij O. L., Kudryavcev P. G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2448.
10. Nanocomposites as a fire protection system, 2013. URL: mobile.ruscable.ru/article/1287/
11. Beyer, G. Journal of Fire Sciences, 2005, №23, Pp. 75-87.



12. Ajgubova A. Ch., Kozlov G. V., Magomedov G. M., Zaikov G. E. NBI-technologies. 2015. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/strukturnyy-analiz-vodopogloscheniya-dlya-nanokompozitov-polivinilhlorid-uglerodnye-nanotrubki.