

УДК 691.327-41

**НАНОТЕХНОЛОГИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬНЫХ НАЗНАЧЕНИЯХ,
КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Орынбасар Жаслан Еркебұланұлы

zhaslan.orynbassarov@gmail.com

Магистрант ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Ж. Шашпан

Вводная часть. В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений развития науки и технологий в промышленности являются нанотехнологии. Строительство является той отраслью, от состояния которой зависит будущее страны. Перед строительной отраслью стоит серьезная задача по укреплению своих позиций на отечественном рынке и выходу на внешние рынки. Как никогда сегодня нужны новаторские идеи по развитию строительной отрасли, новые строительные технологии и материалы будущего. Это, прежде всего, наноматериалы и нанотехнологии.

Термин «нанотехнология» впервые употребил японский ученый Норио Танигут еще в 1974 г. В научной литературе понятие «нанотехнология» имеет несколько толкований. Однако общим для всех случаев является «работа» с наночастицами. Нанотехнология — это производство материалов и структур в масштабах до 100 нанометров. Нанотехнология — это технология работ с отдельными атомами и молекулами и сборка из них чего-то нового. Говоря о нанотехнологии как таковой, подразумевается такая «тонкая» технология, которая позволяет управлять процессами получения материала на атомно-молекулярном уровне, т.е. с помощью атомно-молекулярного воздействия.

Современного специалиста в области получения и использования новых материалов невозможно представить без эрудиции в мире нанотехнологий, в особенности без знаний о наноматериалах. Не зря современную эпоху называют веком композиционных и полимер материалов.

Основная часть. Для строительного материаловедения с учетом требований отрасли, на наш взгляд, ключевым является достижение максимального положительного эффекта при минимальных затратах ресурсов (под эффектом понимается качество материала [2], под расходом ресурса управления структурообразованием материала — концентрация модификатора и/ или технологическое воздействие, приводящее к достижению требуемого и/или максимального качества материала). При этом масштабный фактор не может быть доминирующим, а являться лишь следствием эффективности разработанного технологического решения. Поэтому нанотехнология — это научно-обоснованные технологические решения, обеспечивающие достижение максимального значения отношения эффекта к расходу ресурса управления структурообразованием (отношения эффект/ресурс) и/или к появлению нового свойства материала, позволяющего расширить область его применения, посредством управления структурообразованием материала на атомно-молекулярном масштабном уровне. Применение приставки «нано» предполагает, что достижение требуемого эффекта возможно только при организации управления структурообразования на атомно-молекулярном уровне. О том, что областью применения нанотехнологии является этап агрегирования вещества материала (в сущности, реализация стратегии «снизу вверх»), хорошо продемонстрировано в серии работ профессора Е.М. Чернышова [4–5].

Расчет нано-технологических и иных свойств композитного материала представляет собой, вообще говоря, нетривиальную вычислительную задачу, часто приводящую к значительным трудностям. Очевидно, что задача нано-технологии композитного материала, в полной прямой постановке относится к так называемым многомасштабным задачам и прямому численному решению не поддается. Для случая композитного материала регулярной структуры в монографиях разработан метод двухпараметрической асимптотичной гомогенизации, но успешно применявшийся для приближенного определения теплофизических и механических свойств таких материалов. Достаточно обширный обзор применения метода двухпараметрической асимптотичной гомогенизации приведен также и в монографии. Однако, хорошо известно, что гомогенизация на макроуровне может привести к уравнениям, отличным по форме от уравнений, используемых на уровне ячейки периодичности, то есть, если внутри ячейки поле температур описывается линейными уравнениями нано-области, то полученное в результате гомогенизации уравнение может оказаться нелинейным, неоднородным и даже содержать первые производные от температуры по пространственным координатам [6]. Очевидно, что такая ситуация входит в противоречие с существующей инженерной практикой.

Основными продуктами нано-технологии в настоящее время являются нано-порошки и нано-частицы, различающиеся размерами, формой и специфическими свойствами. Они могут выполнять роль адсорбентов, катализаторов и модификаторов химических реакций, технологических и конструктивных свойств изготавливаемых с их применением материалов.

Основные направления развития нано-технологий приводят к: улучшению материально-технической основы модернизации всей строительной сферы; повышению

качества производства; решению проблемы энергосбережения; повышению экономической эффективности в строительстве.

Наибольшее применение в технологии производства бетонов и растворов с целью повышения прочности и других эксплуатационных свойств находят оксиды кремнезема, глинозема в сочетании с пластификаторами и суперпластификаторами, особенно на основе модифицированных поликарбоксилатов, обладающих большим разжижающим эффектом. Дополнительное снижение В/Ц бетонных смесей в совокупности с микро- и нано-кремнеземом, базальтовой и углеродной фиброй позволяет получать особо прочные бетоны, непроницаемые для жидкостей и газов, практически неограниченной морозостойкости. Однако о масштабном применении особо прочных бетонов говорить преждевременно.

В настоящее время в строительном материаловедении реализация приемов нанотехнологии осуществляется посредством введения первичных нано-материалов. Предполагается, что нано-частицы выполняют функцию центров кристаллизации. Это соответствующим образом влияет на кинетику процесса твердения и параметры структуры материала. При этом необходимо отметить, что нано-частицы в достаточно высокой концентрации представлены в окружающей среде. Так, например, в 1 м³ атмосферного воздуха находится порядка $10^{10} \dots 10^{14}$ нано-частиц; в высокочистой воде — $10^6 \dots 10^7$ м⁻³. Оценка концентрации углеродных нано-трубок (УНТ), введенных в бетон с расходом портландцемента 350...450 кг/м³, в концентрации $(1-5) \cdot 10^{-3}$ % от массы портландцемента и диспергированных до характерных размеров агрегатов УНТ 0,5 мкм дает значения $S_{УНТ} = (1-9) \cdot 10^{13}$ м⁻³, а при полном диспергировании нано-трубок — $S_{УНТ} = (0,3-2) \cdot 10^{14}$ м⁻³, т.е. значения $S_{УНТ}$ сопоставимы с концентрацией нано-частиц в атмосферном воздухе [7].

Заключительная часть. Полимерные композиционные материалы уже нашли применение в промышленности для изготовления специальных покрытий в практически любой отрасли хозяйства. Таким образом, представленные сведения можно использовать как при разработке нового технологического решения, в частности, основанного на применении первичных наноматериалов и обеспечивающего повышение качества материала, так и при анализе экспериментальных зависимостей, выявлении новых эффектов и знаний, а также закономерностей, на основе которых могут быть усовершенствованы традиционные или новые технологии.

Список использованных источников

1. Королев Е.В. Нанотехнология в строительном материаловедении // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 7 (106). С. 711–717. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.7.711-717
2. Королев Е.В. Техничко-экономическая эффективность новых технологических решений. Анализ и совершенствование // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 85–89.
3. Кузнецов С.В., Предпринимательская деятельность в области нанотехнологий в строительстве
4. Артамонова О.В., Чернышов Е.М. Концепции и основания технологий наномодифицирования структур строительных композитов. Ч. 1: Общие проблемы фундаментальности, основные направления исследований и разработок // Строительные материалы. 2013. № 9. С. 82–95.
5. Чернышов Е.М., Артамонова О.В., Славчева Г.С. Концепции и основания технологий наномодифицирования структур строительных композитов. Ч. 2: К проблеме концептуальных моделей наномодифицирования структуры // Строительные материалы. 2014. № 4. С. 73–83.
6. Брыков А. С., Данилов В. В., Ларичков А. В. Особенности гидратации портландцемента в присутствии силикатов натрия // ЖПХ. – 2006. – Т. 79, № 4, С. 521-524
7. Королев Е.В., Гришина А.Н., Пустовгар А.П. Поверхностное натяжение в структурообразовании материалов. значение, расчет и применение // Строительные материалы. 2017. № 1–2. С. 104–109.