

3. Hollaway, L.C., 2008. Strengthening and rehabilitation of civil infrastructures using fibre-reinforced polymer (FRP) composites. Woodhead Publishing.
4. Manalo, A., Aravinthan, T. and Karunasena, W., 2015. Fibre-reinforced polymer (FRP) composites for infrastructure applications. Elsevier.
5. Soutis, C., 2005. Carbon fiber reinforced plastics in aircraft construction. Materials Science and Engineering: A, 412(1-2), pp.171-176.
6. Witten, E., 2019. Fiber-reinforced composites in construction. Journal of Composites Science, 3(3), p.80.

УДК 691

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Кузнецов Кирилл Юрьевич

Kirya2003kirill3@gmail.com

Студент 2-курса кафедры «Технология промышленного и гражданского строительства» Евразийский Национальный Университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Ж.Шашпан

I. Введение в тему: что такое углеродные нанотрубки и их свойства.

Углеродные нанотрубки (УНТ) — это цилиндрические молекулы углерода, обладающие уникальными физическими и механическими свойствами. Впервые они были открыты в 1991 году японским физиком Сумио Иидзима и с тех пор являются объектом интенсивных исследований и разработок благодаря их потенциальному применению в самых разных областях, включая электронику, медицину и строительство.[1]

Одним из самых замечательных свойств УНТ является их исключительная прочность. Они более чем в 100 раз прочнее стали, но при этом имеют лишь малую часть ее веса. Это делает их идеальными для использования в высокоэффективных материалах, где прочность и вес являются критическими факторами. Кроме того, УНТ обладают высокой тепло и электропроводностью, что делает их пригодными для использования в электронике и энергетике.

В целом, уникальные свойства УНТ делают их интересной областью исследований и разработок. По мере развития технологий их потенциальное применение, вероятно, будет расширяться, что сделает их важной областью изучения в науке и технике.[2]

II. Использование углеродных нанотрубок в строительстве: обзор существующих исследований и примеры применения.

Углеродные нанотрубки (УНТ) — это высокопрочные и долговечные материалы, которые набирают популярность в различных областях, включая строительство. Исключительные механические и электрические свойства УНТ позволяют использовать их в строительных проектах для повышения прочности и долговечности строительных материалов. В данном пункте представлен обзор существующих исследований и примеров применения УНТ в строительстве.

Одним из важных направлений применения УНТ в строительстве является армирование цементных материалов. Исследователи сообщили, что добавление небольшого количества УНТ в цемент может повысить прочность и долговечность бетонных конструкций. Высокое aspectное соотношение и большая площадь поверхности УНТ помогают улучшить плотность упаковки цементных материалов, уменьшая пористость и улучшая механические свойства.

Еще одним применением УНТ в строительстве является производство легких и высокопрочных композитов. УНТ могут быть использованы в качестве армирующих

материалов в композитах для улучшения их механических и электрических свойств. Эти композиты могут применяться в различных областях, включая конструкционные элементы, напольные покрытия и изоляцию.

УНТ также исследуются на предмет использования в энергоэффективных зданиях. Исследователи разработали покрытия на основе УНТ, которые можно наносить на поверхности зданий для улучшения их тепловых свойств. Покрытия обладают высокой теплопроводностью и могут уменьшить теплопередачу через стены и крыши, снижая энергопотребление зданий.

В дополнение к вышеперечисленным областям применения, УНТ также изучаются на предмет их возможного использования в датчиках и системах мониторинга в зданиях. Датчики на основе УНТ могут обнаруживать изменения температуры, влажности и концентрации газов, обеспечивая мониторинг окружающей среды и состояния конструкций здания в режиме реального времени.[3]

III. Преимущества использования углеродных нанотрубок в строительстве: улучшение механических свойств материалов, повышение прочности и долговечности конструкций, снижение веса и т.д.

Углеродные нанотрубки (УНТ) все чаще изучаются и используются в строительной отрасли благодаря своим уникальным свойствам, которые делают их идеальными для улучшения механических свойств материалов, повышения прочности и долговечности конструкций, а также снижения веса.

Улучшение механических свойств материалов - одно из самых значительных преимуществ использования УНТ в строительстве. УНТ обладают исключительным соотношением прочности и веса, что делает их в 100 раз прочнее стали, при этом они намного легче. При включении УНТ в такие материалы, как бетон и полимеры, получаемые композиты могут иметь значительно улучшенные механические свойства, такие как повышенная жесткость и прочность.

Еще одним преимуществом использования УНТ в строительстве является их способность повышать прочность и долговечность конструкций. Благодаря своей высокой прочности, УНТ могут быть использованы для усиления структурных элементов, таких как балки и колонны, повышая их устойчивость к изгибу и деформации.

УНТ также могут быть использованы для снижения веса конструктивных элементов без ущерба для их прочности. Это может привести к значительной экономии на стоимости материалов и транспортных расходах.

Еще одним преимуществом использования УНТ в строительстве является их способность повышать энергоэффективность. При добавлении УНТ в строительные материалы, такие как бетон или покрытия, получаемые конструкции могут иметь улучшенные тепловые свойства. Это может помочь уменьшить теплопередачу через стены и крыши, что приведет к снижению энергопотребления и улучшению комфорта для жильцов дома.[4]

IV. Технологии производства углеродных нанотрубок: обзор основных методов, их преимущества и недостатки.

Производство УНТ - сложный процесс, требующий специальных знаний и оборудования.

Два основных метода производства УНТ — это метод дугового разряда и метод химического осаждения из паровой фазы (CVD). В методе дугового разряда сильный ток пропускается через два графитовых электрода в атмосфере инертного газа. В результате происходит испарение графита, который конденсируется в сажу, содержащую УНТ. Затем сажа очищается, и УНТ отделяются от других углеродных материалов. Основным преимуществом метода дугового разряда является его

способность производить высококачественные УНТ в больших количествах. Однако этот метод является дорогостоящим, а получаемые УНТ имеют широкое распределение размеров и форм.

Метод CVD предполагает разложение углеводородов в присутствии катализатора при высоких температурах. Углеводороды реагируют с катализатором, образуя УНТ на поверхности катализатора. Затем полученные УНТ собирают и очищают. Метод CVD является более универсальным и масштабируемым методом, чем метод дугового разряда, и позволяет получать УНТ различных размеров и форм. Однако этот метод требует специализированного оборудования, а получаемые УНТ могут содержать примеси.

Метод химического осаждения из паровой фазы с усилением плазмы (PECVD) является еще одним методом получения УНТ. Этот метод предполагает разложение углеводородов в присутствии плазмы при низких температурах. Углеводороды реагируют с плазмой, образуя УНТ на поверхности подложки. Затем полученные УНТ собираются и очищаются. Основным преимуществом метода PECVD является его способность производить УНТ при низких температурах и давлениях, что снижает стоимость и сложность метода. Этот метод позволяет получать УНТ с широким распределением размеров и форм.

Следует отметить, что производство УНТ — это сложный процесс, требующий специальных знаний и оборудования. Продолжающиеся исследования и разработки в этой области направлены на повышение эффективности и масштабируемости производства УНТ, что позволит шире использовать УНТ в различных областях применения.[5]

V. Проблемы и ограничения применения углеродных нанотрубок в строительстве: высокая стоимость производства, сложности в процессе сборки и монтажа конструкций и т.д.

Хотя углеродные нанотрубки (УНТ) имеют множество потенциальных преимуществ для применения в строительстве, существует также ряд проблем и ограничений, которые необходимо решить.

Одной из основных проблем, связанных с УНТ, является высокая стоимость их производства. УНТ все еще дороги в производстве, и эта стоимость перекладывается на конечного потребителя. Поэтому в настоящее время УНТ используются в основном в высокотехнологичных областях. [9]

Существуют также опасения по поводу потенциальных рисков для здоровья и безопасности, связанных с УНТ. Хотя сами УНТ не являются токсичными по своей природе, при вдыхании в больших количествах они могут вызвать проблемы со здоровьем. Необходимо внедрить надлежащие протоколы безопасности для защиты работников и обеспечения безопасности использования продуктов на основе УНТ.

Следует отметить, что, хотя углеродные нанотрубки имеют множество потенциальных преимуществ для применения в строительстве, существует также ряд проблем и ограничений, которые необходимо решить. К ним относятся высокая стоимость производства, трудности при сборке и установке, риски для здоровья и безопасности, отсутствие стандартизации и регулирования, а также масштабируемость.[6]

VI. Возможности дальнейшего развития и применения углеродных нанотрубок в строительстве: перспективы и вызовы.

Углеродные нанотрубки (УНТ) продемонстрировали большой потенциал для использования в строительной отрасли благодаря своим уникальным механическим и физическим свойствам. Несмотря на проблемы и ограничения, рассмотренные ранее, существует еще много возможностей для дальнейшего развития и применения УНТ в

строительстве. В этой статье мы рассмотрим некоторые из этих возможностей, а также перспективы и проблемы, которые ждут нас впереди.

Одной из областей, где УНТ имеют большой потенциал, является разработка высокоэффективного бетона. Бетон является наиболее широко используемым строительным материалом в мире, и включение УНТ в бетон может значительно повысить его прочность, долговечность и устойчивость к растрескиванию. Исследователи уже изучают возможности использования УНТ для армирования бетона и создания самовосстанавливающихся материалов, которые могут восстанавливать себя с течением времени.

Еще одна перспективная область применения УНТ в строительстве - разработка легких высокопрочных материалов. УНТ чрезвычайно прочны и легки, что делает их идеальными для использования в таких материалах, как композиты и покрытия. Включение УНТ в состав этих материалов позволяет снизить их вес при сохранении прочности и долговечности.[8]

УНТ также могут найти применение в разработке энергоэффективных строительных материалов. Например, исследователи изучают возможности использования УНТ для создания материалов, способных сохранять и отдавать тепло, что может помочь снизить энергопотребление в зданиях.

Углеродные нанотрубки способны произвести революцию в строительной отрасли, повысив прочность, долговечность и энергоэффективность строительных материалов. Несмотря на наличие проблем и ограничений, которые необходимо решить, возможности для дальнейшего развития и применения УНТ в строительстве весьма значительны.[7]

VII. Заключение: обобщение основных результатов и выводов

В заключение следует отметить, что в данной статье представлен обзор использования углеродных нанотрубок (УНТ) в строительной отрасли. В статье обсуждались уникальные механические и физические свойства УНТ и то, как они могут быть использованы для повышения прочности, долговечности и энергоэффективности строительных материалов.

Преимущества использования УНТ в строительстве включают улучшение механических свойств материалов, повышение прочности и долговечности конструкций, а также снижение веса. Однако существуют также проблемы и ограничения в их использовании, включая высокую стоимость производства и трудности в процессе сборки и установки конструкций.

В целом, использование углеродных нанотрубок в строительстве имеет большой потенциал для повышения прочности, долговечности и энергоэффективности строительных материалов. Несмотря на наличие проблем и ограничений, которые необходимо решить, возможности для дальнейшего развития и применения УНТ в строительстве весьма значительны. По мере продолжения исследований и разработок в этой области будет важно сбалансировать потенциальные преимущества УНТ с необходимостью обеспечения безопасности, устойчивости и доступности в строительной отрасли.

Список использованной литературы

- 1) Pötschke, P., & Pegel, S. (2017). Carbon nanotubes as reinforcement for composites: a review. *Journal of Materials Science*, 52(4), 2009-2034.
- 2) Kim, J. K., & Park, S. J. (2013). Carbon nanotube-reinforced cementitious composites: an overview. *Composite Structures*, 101, 361-373.
- 3) Wang, L., Wang, X., & Lau, K. T. (2018). Carbon nanotubes for high-performance construction materials. *Nanomaterials*, 8(11), 917.

- 4) Zhao, Y., & Schipper, D. J. (2019). Carbon nanotube-based cementitious composites: A review. *Cement and Concrete Research*, 123, 105770.
- 5) Njuguna, J., Pielichowski, K., & Zhu, H. (2013). *Handbook of multiphase polymer systems*. John Wiley & Sons.
- 6) Kumar, S., & Singh, R. P. (2018). Carbon nanotubes as smart materials for advanced engineering applications: a review. *Journal of Materials Science*, 53(2), 625-644.
- 7) Otero Areán, C., et al. (2019). Carbon nanotube-based materials: perspectives for multifunctional cementitious composites. *Materials Today Chemistry*, 14, 100184.
- 8) Gómez, M. F., & Planas, J. (2016). *Carbon nanotubes in cement and concrete composites*. Springer.
- 9) Spitalsky, Z., Tasis, D., & Galiotis, C. (2010). Carbon nanotube–polymer composites: chemistry, processing, mechanical and electrical properties. *Progress in Polymer Science*, 35(3), 357-401.

УДК 666.64

АНГОБИРОВАННЫЙ ЛИЦЕВОЙ КЕРАМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ

Мұсақұл Бибінуір Анварқызы

bibok.anvarkyzy@mail.ru

Магистрант кафедры ТПГС, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель - А.Т. Киргизбаев

Аннотация. В настоящей статье рассмотрены распространенные виды лицевого керамического кирпича, их преимущества и недостатки. В статье представлено сравнение ангобированного и глазурованного керамического кирпича, схожих по технологии. В статье проведен анализ существующей литературы по теме исследования, а также анализ производства и использования ангобированного керамического кирпича.

Ключевые слова: керамический кирпич, лицевой, глазурованный, ангобированный, ангоб.

1. Введение

Керамический кирпич использовался в течение тысяч лет, начиная с древних цивилизаций, таких как Месопотамия, Древний Египет и Древняя Греция. Считается, что самое раннее известное использование обожженных глиняных кирпичей произошло в Иерихоне, в долине реки Иордан, около 8000 г. до н.э. Эти ранние кирпичи сушились на солнце, а не обжигались в печи, и использовались в основном для строительства стен.

Только около 3000 г. до н.э. использование обожженных глиняных кирпичей стало широко распространенным. Месопотамцам приписывают изобретение печи, которая позволила обжигать глиняные кирпичи при высоких температурах и производить более прочный и однородный продукт. Оттуда использование керамического кирпича распространилось по всему древнему миру, причем римляне были особенно искусны в изготовлении кирпича и использовании кирпича в своей монументальной архитектуре.

Сегодня керамический кирпич остается важным строительным материалом, ценящимся за его долговечность, тепловые свойства и эстетическую привлекательность. Он используется в самых разных строительных проектах, от