

Однако, при использовании аэрогеля в строительстве следует учитывать аспект выгоды.

В целом, использование аэрогеля в строительстве может представлять значительные преимущества, но требует тщательного анализа рисков. Современные технологии позволяют создавать все более сложные инновационные материалы, что открывает новые возможности для инженеров строителей. [3]

### **Список использованной литературы**

1. Gibson, R.F., 2012. Principles of aerogel mechanics.
2. Hollaway, L.C., 2008. Strengthening and rehabilitation of civil infrastructures using aerogel. Woodhead Publishing.
3. Manalo, A., Aravinthan, T. and Karunasena, W., 2015. Aerogel for infrastructure applications. Elsevier.
4. Soutis, C., 2005. Aerogel in aircraft construction. Materials Science and Engineering: A, 412(1-2), pp.171-176.
5. Witten, E., 2019. Aerogel in construction. Journal of Composites Science, 3(3)

УДК 691

### **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Кузнецов Кирилл Юрьевич**

[Kirya2003kirill3@gmail.com](mailto: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 этой статье мы рассмотрим примеры применения композитных материалов в строительстве, а также их преимущества и недостатки. Мы также рассмотрим различные виды композитных материалов и технологии их изготовления, а также возможные проблемы и риски при использовании композитных материалов в строительстве.

Композитные материалы — это материалы, состоящие из двух или более различных компонентов, обладающих различными свойствами и объединенных вместе с целью создания новых, более эффективных свойств. Они широко используются во многих отраслях промышленности, включая авиацию, автомобильное производство, производство спортивного оборудования и технологии информации.

Композитные материалы имеют значительный потенциал в строительстве. Их применение в строительстве может улучшить производительность, эффективность и долговечность зданий и сооружений. Кроме того, композитные материалы могут уменьшить вес зданий и сооружений, что позволяет снизить затраты на транспортировку и установку, а также уменьшить нагрузку на фундаменты и структуры. [1]

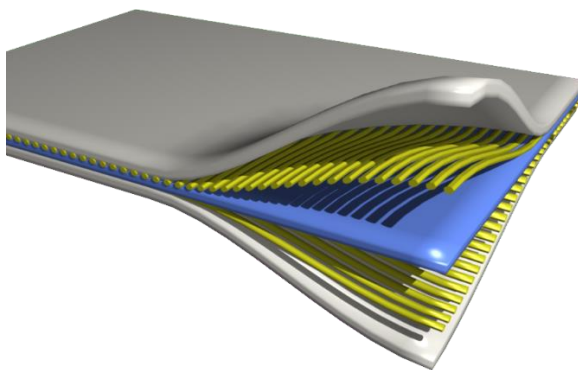


Рисунок 1.1 Простой вид композитного материала

## II. Применение композитных материалов в строительстве

Композитные материалы нашли широкое применение во многих областях строительства, включая жилые и коммерческие здания, мосты, туннели и дорожные покрытия.

### Каркасы зданий и сооружений

Композитные материалы могут использоваться для создания каркасов зданий и сооружений. Каркасы, изготовленные из композитных материалов, могут быть более легкими, прочными и долговечными, чем традиционные каркасы из металла или бетона.

### Фасады и облицовки зданий



Рисунок 2.1 Фасад из композитных материалов

### Мосты и туннели

Композитные материалы также могут использоваться для строительства мостов и туннелей. Они могут быть более легкими и прочными, чем традиционные материалы, такие как сталь или бетон, что может улучшить производительность и снизить затраты на транспортировку и установку.



Рисунок 2.2 Мост из композитных материалов

### Дорожные покрытия

Композитные материалы также могут использоваться для создания дорожных покрытий. Они могут быть более прочными и долговечными, чем традиционные дорожные покрытия из асфальта или бетона, и могут уменьшить шумовые и вибрационные эффекты.[3]



Рисунок 2.3 Дорога из композитных материалов

Среди основных преимуществ композитных материалов можно выделить:

Высокая прочность и жесткость - композитные материалы обладают высокой прочностью и жесткостью при относительно небольшой массе, что позволяет создавать более легкие и прочные конструкции.

Устойчивость к коррозии и воздействию атмосферных условий - композитные материалы обладают высокой устойчивостью к коррозии, растрескиванию и разрушению при воздействии влаги, солнечных лучей и других вредных факторов окружающей среды.

Устойчивость к химическим веществам - композитные материалы могут быть устойчивы к воздействию различных химических веществ, что позволяет использовать их в производстве химических сооружений и других агрессивных средах.

Простота обработки и монтажа - композитные материалы легко обрабатываются и монтируются, что позволяет сократить время и затраты на строительство.

Однако у композитных материалов есть и некоторые недостатки:

Высокая стоимость - композитные материалы обычно стоят дороже, чем традиционные строительные материалы, что может быть препятствием для их широкого использования.

Ограничения в применении - они имеют свои ограничения в применении, например, они могут не быть подходящими для использования в высокотемпературных условиях или при высоких механических нагрузках.

Недостаток опыта в использовании - использование композитных материалов в строительстве относительно новое направление, поэтому некоторые компании могут не иметь достаточного опыта в использовании этих материалов и возможно столкнуться с некоторыми сложностями при их использовании.

Ограниченность размеров - при производстве композитных материалов с большими размерами могут возникнуть технические трудности, связанные с обработкой и транспортировкой этих материалов.

Экологические риски - производство некоторых композитных материалов может привести к экологическим рискам, таким как выбросы токсичных веществ, что может негативно сказаться на окружающей среде.[2]

### **III. Виды композитных материалов**

Виды композитных материалов

Существует множество видов композитных материалов, каждый из которых имеет свои уникальные свойства и применение. Некоторые из наиболее распространенных видов композитных материалов, используемых в строительстве, включают в себя:

Стеклопластик (фиберглас) - композитный материал, состоящий из стекловолокна и связующего полимера, обычно эпоксидной смолы. Он легкий, прочен и устойчив к коррозии и воздействию окружающей среды. Стеклопластик используется для производства труб, резервуаров, каркасов зданий, бассейнов, крыш и других конструкций.

Карбоновые композиты - состоят из углеродных волокон и связующего полимера. Они обладают высокой прочностью и жесткостью, а также легкостью веса. Карбоновые композиты используются в авиации, производстве автомобилей, ветроэнергетике и других отраслях, где важны высокие требования к механическим свойствам материала. Существует множество комбинаций и модификаций материалов, которые могут быть разработаны для достижения определенных свойств и характеристик.[4]

### **IV. Технологии изготовления композитных материалов**

Существует несколько технологий, позволяющих создавать композиты различной структуры и свойств.

Одной из основных технологий является метод направленного формирования (DLP), который используется для создания 3D-напечатанных композитов. Для этого используются смолы, которые подвергаются действию света определенной длины волны, что приводит к их полимеризации и образованию жесткой структуры.

Еще одним распространенным методом является пропитка волокон. При этом волокна укладываются в желаемую форму, после чего на них наносится полимер, который затвердевает и связывает волокна вместе. При этом можно использовать различные полимеры, такие как эпоксидные смолы, полиэфирные смолы или акрилатные смолы.

Также существуют методы, основанные на комбинировании волокон с матрицей. Например, при использовании метода мокрого настила (Wet Lay-Up) волокна укладываются в желаемую форму, после чего на них наносится жидкая смола, которая затвердевает и связывает волокна вместе. При этом также можно использовать различные материалы для матрицы, включая эпоксидные смолы, полиэфирные смолы и фенольные смолы.

Кроме того, существуют методы, основанные на использовании вакуума. Например, при использовании метода вакуумного инфузирования (Vacuum Infusion) волокна укладываются в форму, которая затем заполняется жидкой смолой при помощи вакуума. При этом вакуум удаляет воздух из материала, что позволяет смоле проникать во все уголки и обеспечивает равномерное распределение материала.

Каждая из этих технологий имеет свои преимущества и недостатки и может быть использована в зависимости от требуемых свойств композитного материала и условий его применения в конкретных строительных конструкциях.[6]

## **V. Проблемы и риски использования композитных материалов в строительстве**

Хотя композитные материалы имеют много преимуществ перед традиционными строительными материалами, они также сопряжены с некоторыми рисками и проблемами. Одна из основных проблем, связанных с использованием композитов в строительстве, заключается в том, что они могут быть чувствительны к различным условиям эксплуатации.

Например, композитные материалы могут показать плохую стойкость к воздействию высоких температур, что может привести к их деформации или даже разрушению. Они также могут быть чувствительны к ультрафиолетовому излучению, которое может привести к появлению трещин или изменению цвета материала.

Другой проблемой, связанной с использованием композитных материалов, является их длительность эксплуатации. Некоторые типы композитных материалов могут быстро стареть и терять свои свойства со временем. Это может привести к необходимости замены или ремонта конструкций, выполненных из таких материалов, что может стать достаточно дорогостоящим.

Кроме того, необходимо учитывать возможность возникновения дефектов во время производства композитов. Например, неправильное соотношение компонентов может привести к появлению микротрещин, что может существенно снизить прочность материала.

Наконец, стоит учитывать и экологические проблемы, связанные с использованием композитных материалов. Некоторые из них могут содержать токсичные вещества, которые могут нанести вред окружающей среде при их производстве или утилизации.[5]

## **VI. Заключение**

В заключение, композитные материалы являются важным элементом современного строительства, которые позволяют создавать конструкции с улучшенными характеристиками прочности, жесткости, термостойкости и другими. Использование композитных материалов может привести к экономии материалов, уменьшению веса конструкций и увеличению их срока эксплуатации.

Однако, при использовании композитных материалов в строительстве следует учитывать несколько рисков и проблем.

В целом, использование композитных материалов в строительстве может представлять значительные преимущества, но требует тщательного анализа рисков и грамотного подхода к проектированию и изготовлению конструкций. Современные технологии и материалы позволяют создавать все более сложные и прочные конструкции, что открывает новые возможности для инженеров и архитекторов.

## **Список использованной литературы**

1. Bažant, Z.P. and Cedolin, L., 2003. Stability of structures: elastic, inelastic, fracture and damage theories. World Scientific.
2. Gibson, R.F., 2012. Principles of composite material mechanics. CRC press.

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](mailto: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