

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»  
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XVIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS  
of the XVIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023  
Астана**

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**  
**G99**

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-337-871-8**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**

**ISBN 978-601-337-871-8**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2023**

## V. Заключение

*В заключение, древесное стекло является важным элементом современного строительства об этом говорят его достоинства:*

Механические свойства и эксплуатационные характеристики прозрачной древесины обусловлены, прежде всего, содержанием в ней целлюлозного волокна и геометрической ориентацией ячеек волокнистой трубки (радиальной и тангенциальной), что обеспечивает структурную основу для проектирования современных материалов и т.д.

Одним из аспектов механических свойств прозрачной древесины является прочность материала.

Однако, при использовании древесного стекла в строительстве следует учитывать аспект выгоды.

В целом, использование древесного стекла 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.[5]

## Список использованной литературы

1. Gibson, R.F., 2020. Principles of wood glass mechanics.
2. Hollaway, L.C., 2019. Strengthening and rehabilitation of civil infrastructures using wood glass. Woodhead Publishing.
3. Manalo, A., Aravinthan, T. and Karunasena, W., 2015. Aerogel for infrastructure applications. Elsevier.
4. Soutis, C., 2020. Wood glass in aircraft construction. Materials Science and Engineering: A, 412(1-2), pp.171-176.
5. Witten, E., 2019. Wood glass in construction. Journal of Composites Science, 3(3), p.80.

УДК691

## ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОГЕЛЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Кауц Илья Леонидович**

[makarona3kg@mail.ru](mailto:makarona3kg@mail.ru)

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 аэрогеля в строительстве, а также их преимущества и недостатки. Мы также рассмотрим различные виды аэрогеля и технологии их изготовления, а также возможные проблемы и риски при использовании аэрогеля в строительстве.

Аэрогель (иначе его еще называют замороженным или твердым дымом) можно сравнить с затвердевшей мыльной пеной. Аэрогели (от лат. aer — воздух и gelatus — замороженный) — класс материалов, представляющих собой гель, в котором жидкая фаза полностью замещена газообразной. Это материалы с большой площадью поверхности, малой плотностью, состоящие из блоков частиц, соединенных вместе и образующих высокопористую структуру. Он находит применение в таких сферах как аэрокосмическая промышленность, медицина, военные технологии, электроника, оптика, криогеника и многих других.

Особенно бурный рост применения отмечен как раз в строительстве, где уникальные свойства аэрогеля буквально задали новые стандарты теплоизоляционных систем в отрасли.[1]

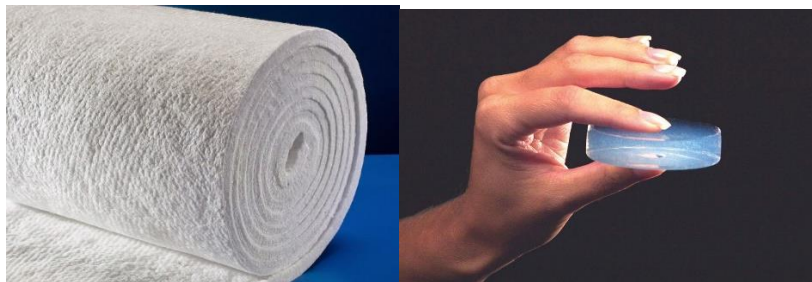


Рисунок 1. 1) Вид рулонного материала из аэрогеля.

2) Простой вид аэрогеля.

## II. Применение аэрогеля в строительстве

Аэрогель нашел широкое применение во многих областях строительства, включая жилые и коммерческие здания, туннели и коммуникации.



Рисунок 2. Утепление трубопровода с помощью аэрогеля

Аэрогель в силу своей структуры обладают своеобразными акустическими свойствами. Низкая скорость распространения звука в аэрогелях (до 100 м/с) позволяет использовать его в разных случаях: для изготовления звуконепроницаемых перегородок, линий звуковой задержки, разных акустических систем, в том числе систем с выделенным направлением распространения звука.

Остановившись подробнее на использовании данного материала в строительстве, можно выделить непосредственно части сооружения, где широко применяется аэрогель.

Наружное утепление стен здания, предотвращающее промерзание фасада и продлевающее срок службы конструкции. Наружное утепление всегда предпочтительнее внутреннего, так как, например, для многослойных конструкций, смещает плоскость образования конденсата за пределы несущей конструкции. Но бывают ситуации, когда вынужденно применяется внутренняя изоляция. В таких случаях использование аэрогеля для внутреннего утепления позволяет сохранить площадь используемого пространства за счет малой необходимой толщины теплоизоляции. То же самое наблюдается при теплоизоляции аэрогелем плавающего пола – за счёт малой толщины изоляции уменьшается высота бетонной стяжки.

Еще одна востребованная область применения – это утепление наружных и внутренних углов строения. Понижение температуры поверхности стены на внутреннем углу особенно неблагоприятно с санитарно-гигиенической точки зрения, так как приводит к отсыреванию и образованию плесени. К мерам по повышению температуры на внутренней поверхности углов относятся: скругления наружных углов, установка в них стояков отопления, утепляющие пилястры на наружной поверхности угла. А также скашивание внутренних поверхностей угла вертикальной плоскостью,

которое нужно изолировать аэрогелем. Эта мера актуальнее всего в зданиях, теплотехнический режим которых оказывается неудовлетворительным.[2]

При невыполнении должного утепления оконных и дверных проёмов при низких температурах на улице происходит промерзание стены по оконным проемам, например, по четвертям, с образованием влаги или льда по периметру окна или двери внутри помещения. Это ведёт к разрушению слоёв ограждающей конструкции. За счет низкой теплопроводности и уникальной влагостойкости изоляция аэрогелем предотвращает подобного рода негативные последствия.

Широкое применение аэрогель нашёл в проектах реновации зданий культурного и исторического наследия, где сочетаются высокие требования к теплоизоляции и ограничения по толщине теплоизоляционного слоя.

Являясь гидрофобным материалом, аэрогель при этом воздухопроницаем, что позволяет использовать его для теплоизоляции крыш, фронтонов и кровельных свесов, обеспечивая проветривание подкровельного пространства.

Также аэрогель применяется в теплоизоляции цокольных этажей и фундаментов, на долю которых приходится 20 % теплопотерь здания; перекрытий неотапливаемых чердаков для уменьшения тепловых потерь и, как следствие – затрат на отопление; поэтажных бетонных поясов; мостиков холода различной геометрической сложности. Аэрогель отлично себя показал для изоляции вентканалов и дымовых труб, проходящих через неотапливаемые чердаки.[1]

### III. Виды аэрогелей

1. Кварцевые аэрогели: плотность=1,9 кг/м<sup>3</sup> (в 500 раз меньше плотности воды), пропускают солнечный свет, но сильно поглощают тепловое излучение, имеют низкую теплопроводность (0,003 Вт/(м·К)), температура плавления составляет 1200°C; [3]
- 2.



Рисунок 5. Кварцевый аэрогель

2. «Халькогели» (chalcogels), получают, заменив в составе классических аэрогелей кислород серой или селеном, что позволяет пористой структуре аэрогеля более предпочтительно связываться с токсичными металлами, в том числе и ртутью; [3]



Рисунок 6. Халькогели

3. Углеродные аэрогели: электропроводны и могут использоваться в качестве электродов в конденсаторе. Обладают большой площадью внутренней поверхности (до 800 м<sup>2</sup>/грамм); за счет этого углеродные аэрогели нашли применение в производстве суперконденсаторов ёмкостью в тысячи фарад. Отражают всего 0,3% излучения в диапазоне длин волн от 0,25 до 14,3 мкм, что делает их эффективными поглотителями солнечного света; [3]

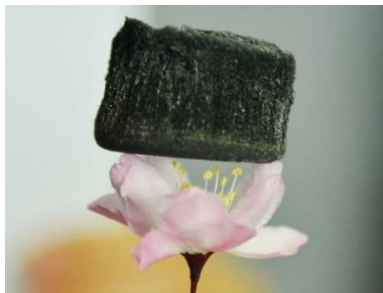


Рисунок 7. Углеродный аэрогель

#### IV. Технологии изготовления аэрогеля

Как не показалось бы странным, история аэрогеля насчитывает более 70 лет. Первый аэрогель получил американский ученый Сэмюэль Кистлер (Samuel Kistler) где-то в конце 1920-х или 1930-м году. В это время он работал в Тихоокеанском колледже в Стоктоне (Калифорния). Официальной датой рождения аэрогеля принято считать 1931 год, что точно не установлено, когда Кистлер опубликовал статью о своей работе в журнале Nature [2].

Рассказать о производстве аэрогеля легко, но на практике процесс довольно затруднителен. При удалении жидкости из геля его твердая составляющая, обычно, разрушается. Она теряет прочную структуру, меняет форму, сложные молекулярные сети рассыпаются.

Заставить микроскопическую структуру "пену" сохраниться при удалении заполняющей ее жидкости, очень трудно. Зато при выполнении поставленной задачи получится материал с удивительными свойствами: плотность современных аэрогелей от 0,35 до 0,003 граммов на кубический сантиметр (плотность воздуха — 0,0012 граммов на кубический сантиметр).

Для реализации задуманного сначала используется ряд химических реакций для образования влажного геля. Затем полученный продукт полимеризуется, порой по 2-3 суток, превращаясь в своеобразное желе. Затем из него с помощью спирта удаляется вода (ее полное удаление — обязательно). Потом в автоклаве при высоком давлении и температуре проводится так называемое "суперкритическое" высушивание с участием жидкого углекислого газа.

Первым аэрогелем, полученным в лаборатории Кистлера, стал более известный силикагель (silica gel, гель кремниевой кислоты), который нынче повсеместно используется в качестве вещества для эффективного поглощения влаги. Несколько позднее Кистлер открыл аэрогели на основе окиси алюминия, алюмохромовые и окиси олова.

Впоследствии люди научились делать аэрогели из оксидов металлов, органических веществ, и многих других исходных ингредиентов в зависимости от желаемых свойств изготавливаемого продукта.

Так для синтеза материалов на основе оксида цинка с большой площадью поверхности используется золь-гель метод. Обычно, оксид цинка «встраивают» в аморфную или частично-кристаллическую матрицу SiO<sub>2</sub>, для образования которой

используются алкоксиды кремния. При этом, маловероятно, что в литературе Мы найдем данные по образованию чистых монолитов аэрогелей на основе оксида цинка из алкоксидов, что связано с их нестабильностью. Поэтому в последнее время, для синтеза аэрогелей стал применяться новый золь-гель метод синтеза оксидов переходных металлов и металлов главных групп. Метод заключается в использовании простых неорганических солей и эпоксидов в последующей реакции полимеризации. Одним из преимуществ эпоксидного метода является использование простых солей (т.е. нитратов и галогенидов) вместо алкоксидных прекурсоров. В данной работе этот метод использовался для получения монолита аэрогеля оксида цинка. Данный метод является дешевым, воспроизводимый и требует небольшое количество стадий для получения монолита.

Таким образом, золь-гель методом с последующими сушками и отжигами образцов получены аэрогели и ксерогели оксида цинка с большой площадью удельной поверхности ( $>270 \text{ г/см}^3$ ), малой плотностью ( $\sim 0.04 \text{ г/см}^3$ ) и значительной пористостью. Полученный аэрогель состоит из слоистых частиц, образующих структуру в виде цветка. В то же время его аналог – ксерогель - состоит из гексагональных частиц, соединенных друг с другом. Отжиг полученных аэрогелей при температуре  $250^\circ\text{C}$  позволяет получить материал с хорошими фотолюминесцентными свойствами при сохранении значительной пористости.

Процесс этот довольно трудоемок: при приготовлении алкогеля предъявляются весьма жесткие требования к очистке исходных материалов, а при сушке должен строго соблюдаться график изменения температуры и давления. Даже это краткое описание процесса указывает на его нетривиальный характер. [5]

V. Проблемы и риски использования аэрогеля в строительстве

*Несмотря на свои уникальные свойства и все рассмотренные ранее достоинства, аэрогель не лишен и серьезных недостатков:*

- Дороговизну материала, связанную со сложностями технологии его изготовления.
- Недостаточную прозрачность аэрогеля, имеющего желтоватый или голубоватый оттенки.

Сегодня перед учеными всего мира стоят две серьезные задачи. Для решения первой из них потребуется по возможности увеличить степень прозрачности аэрогеля. Вторая задача – попытаться удешевить технологию производства этого материала. [5]

VI. Заключение

*В заключение, аэрогель является важным элементом современного строительства об этом говорят его достоинства:*

- Экологичность, безопасность применения и огнестойкость.
- Малую удельную плотность.
- Гидрофобность и низкий показатель теплопроводности.
- Простоту монтажа.

Отсутствие в их составе вредных примесей не несет никакой угрозы для окружающей среды, а огнестойкость материала позволяет применять его в условиях повышенных температур.

Изделия и жидкие составы, содержащие аэрогель, относятся к классу негорючих материалов, что существенно расширяет область их применения. Малая плотность этого вещества, на 98% состоящего из воздуха, позволяет снизить вес конструкций из содержащих эту добавку материалов.

Особенности структуры вещества обеспечивают быстрое испарение влаги и позволяют защищать от коррозии поверхности самого различного типа. Помимо этого, такие материалы отличаются ярко выраженными влагоотталкивающими свойствами, проявляющимися даже при высоких температурах.

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]