Научная статья

УДК 699.86

EDN ZZOQMX

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0635-4-197-202>

Использование аэрогеля в строительстве и иных областях

Артем Дмитриевич Цаплин¹, студент магистратуры

Владимир Сергеевич Жижерин², кандидат геолого-минералогических наук

^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

² Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения РАН

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ tsaplin.artemd@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены возможности применения аэрогеля в строительстве и космической отрасли. Проведен анализ наиболее значимых свойств аэрогеля: легкость и прочность, низкая теплопроводность и гидрофобность. Обоснованы энергетическая эффективность и универсальность аэрогеля. Выделены перспективные направления его использования.

Ключевые слова: аэрогель, строительство, космическая индустрия, энергоэффективность, легкость, прочность, изоляционные свойства, низкая теплопроводность, гидрофобность

Для цитирования: Цаплин А. Д., Жижерин В. С. Использование аэрогеля в строительстве и иных областях // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 18–19 апреля 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 197–202.

Original article

The use of aerogel in construction and other fields

Artem D. Tsaplin¹, Master's Degree Student

Vladimir S. Zhizherin², Candidate of Geological and Mineralogical Sciences

^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

² Institute of Geology and Natural Management of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ tsaplin.artemd@gmail.com

Abstract. The article discusses the possibilities of using aerogel in construction and the space industry. The analysis of the most significant properties of aerogel is

carried out: lightness and strength, low thermal conductivity and hydrophobicity. The energy efficiency and versatility of aerogel are substantiated. Promising directions of its use are highlighted.

Keywords: aerogel, construction, space industry, energy efficiency, lightness, strength, insulation properties, low thermal conductivity, hydrophobicity

For citation: Tsaplin A. D., Zhizherin V. S. The use of aerogel in construction and other fields. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 18–19 aprelya 2024 g.)* (PP. 197–202), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024 (in Russ.).

Аэрогель в истории и современности. Первые шаги в исследовании аэрогелей были сделаны более восьмидесяти лет назад, когда в 1931 г. американский ученый Стивен Кистлер доказал, что можно заменить жидкость в «геле» газом, не разрушив его структуру. С тех пор аэрогель прошел долгий путь от лабораторных экспериментов до реального применения в космосе и на Земле. Этот материал, известный своей легкостью и прочностью, поначалу вызывал скорее научный интерес, чем нашел практическое применение. Однако с развитием технологий и возрастающим вниманием к устойчивому развитию и энергоэффективности, аэрогель стал символом инноваций в строительстве и других отраслях.

В наше время аэрогель используется в самых разных сферах – от изоляции зданий и космических аппаратов до создания легкой, но прочной одежды. Этот материал не только помогает достичь значительного снижения потребления энергии, но и открывает новые возможности для дизайна и архитектуры, предлагая решения, ранее считавшиеся недостижимыми [1].

Аэрогель обладает рядом уникальных физических и химических свойств, которые делают его исключительно привлекательным для применения в строительстве. С точки зрения физики, аэрогель почти полностью состоит из воздуха, что делает его крайне легким; в тоже время его структура настолько прочна, что он может выдерживать нагрузку в сотни раз превышающую его

собственный вес. Эти свойства делают аэрогель идеальным изоляционным материалом, способным обеспечивать значительную теплоизоляцию без добавления веса или объема (табл. 1) [2].

Таблица 1 – Основные характеристики аэрогеля

Характеристика	Примечание
Прозрачен (хорошая светопроницаемость), стоек к радиации [1]	прозрачен, поскольку размер неоднородностей в нем много меньше длины волны видимого света; имеет голубоватый оттенок (данное явление, как и цвет неба, объясняется рэлеевским рассеянием света); хорошо поглощает инфракрасное излучение
Гидрофобен [3]	способен отталкивать воду и поэтому конденсат на стеклах никогда не образуется
Сверхлегкий материал с хорошей звукоизолирующей способностью [3]	на 99,8 % состоит из воздуха; кварцевым аэрогелям принадлежит текущий рекорд по самой малой плотности у твердых тел ($1,9 \text{ кг/м}^3$), в 500 раз меньше плотности воды
Относительно высокая прочность [1]	выдерживает нагрузку примерно в 2 000 раз превышающую собственный вес
Не горюч, низкая теплопроводность [3]	значение теплопроводности достигает $0,016 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$

Инновации в производстве аэрогеля. Производство аэрогеля включает в себя получение геля с последующей критической сушкой, в результате которой жидкость удаляется и остается пористая структура. Инновации в этом процессе направлены на упрощение производства и снижение затрат, что делает аэрогель более доступными для широкого спектра применений. Разработки в этой области включают усовершенствование химического состава и методов сушки, которые могут кардинально изменить экономику производства аэрогеля [3].

Аэрогель на передовой архитектуры и строительства. Аэрогель уже нашел свое применение в многочисленных строительных проектах по всему миру, демонстрируя свои превосходные изоляционные свойства. От изоляции стен до утепления крыш и полов – аэрогель делает здания более энергетически эффективными, не увеличивая их массу или компрометируя дизайн. Примеры включают его использование в реставрации исторических зданий, где традиционные методы утепления неприемлемы [3].

Аэрогель и устойчивое развитие. Аэрогель не просто выделяется своими изоляционными свойствами, он также способствует достижению устойчивого развития. Его производство и использование направлены на минимизацию воздействия на окружающую среду через снижение энергопотребления зданий. Так, например, использование аэрогеля для теплоизоляции может значительно сократить потребность в ископаемом топливе для отопления и охлаждения помещений. Кроме того, развитие методов производства аэрогеля из переработанных материалов открывает путь к его более широкому применению в целях устойчивости [4].

Экономические выгоды и вызовы. Хотя первоначальная стоимость аэрогеля выше, чем обычной изоляции, долгосрочные экономические преимущества аэрогеля нельзя недооценивать. Первоначальные инвестиции могут быстро окупиться за счет снижения эксплуатационных расходов на отопление и охлаждение зданий. Ключевой проблемой остается необходимость инвестировать в исследования и разработки, чтобы снизить стоимость производства аэрогелей и сделать их более доступными для широкого спектра применения [5].

Инновационное будущее аэрогеля. Перспективы аэрогеля выходят далеко за пределы строительной индустрии. Научные исследования направлены на улучшение его свойств и снижение стоимости, открывая новые области применения – от эффективных батарей и суперконденсаторов до решений для очистки воды и воздуха. Возможности использования аэрогеля в медицине, например, в качестве носителей для доставки лекарств, также исследуются. Вдобавок, аэрогель может играть ключевую роль в разработке одежды будущего, обеспечивая не только теплоизоляцию, но и водонепроницаемость и дышащие свойства [6].

Таким образом, аэрогель – это не просто материал с уникальными свойствами; это символ того, как наука и инновации могут изменить наш подход к строительству, энергетике и устойчивому развитию. Он предлагает не

только технологические прорывы, но и путь к более зеленому и эффективному будущему. По мере того как мы продолжаем исследовать и расширять возможности аэрогеля, его влияние будет только углубляться, открывая новые горизонты для индустрии и за ее пределами.

Список источников

1. Что такое аэрогель? // Венторус. URL: <https://венторус.рф/articles/что-такое-aerogel/> (дата обращения: 28.02.2024).
2. Меньшутина Н. В., Колноченко А. В., Катаевич А. М. Исследование и моделирование структур неорганических аэрогелей // Теоретические основы химической технологии. 2014. Т. 48. № 3. С. 344.
3. Перспективы применения аэрогелей в строительстве // Alfa Build. URL: https://alfabuild.spbstu.ru/userfiles/files/AlfaBuild/AlfaBuild_2018_6/12_6.pdf (дата обращения: 28.02.2024).
4. Аэрогели // Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/c/aerogeli-3058e8> (дата обращения: 01.03.2024).
5. Манохин П. Е., Горланов В. Е., Григорьев В. Ю. Комбинированное применение строительных материалов на основе аэрогеля и графена // Киберленинка. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kombinirovannoe-primenenie-stroitelnyh-materialov-na-osnove-aerogelya-i-grafena> (дата обращения: 01.03.2024).
6. Реготов Г. А. Аэрогель и опыт его применения в мировой ракетно-космической отрасли // Молодой ученый. 2019. № 29 (267).

References

1. What is aerogel? *Венторус.рф* Retrieved from <https://венторус.рф/articles/что-такое-aerogel/> (Accessed 28 February 2024) (in Russ.).
2. Menshutina N. V., Kolnochenko A. V., Katalevich A. M. Research and modeling of structures of inorganic aerogels. *Teoreticheskie osnovy khimicheskoi tekhnologii*, 2014;48;3:344 (in Russ.).
3. Prospects for the use of aerogels in construction. *Alfabuild.spbstu.ru* Retrieved from https://alfabuild.spbstu.ru/userfiles/files/AlfaBuild/AlfaBuild_2018_6/12_6.pdf

(Accessed 28 February 2024) (in Russ.).

4. Aerogels. *Bigenc.ru* Retrieved from <https://bigenc.ru/c/aerogeli-3058e8> (Accessed 01 March 2024) (in Russ.).

5. Manokhin P. E., Gorlanov V. E., Grigoriev V. Yu. Combined use of aerogel and graphene-based building materials. *Cyberleninka.ru* Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/kombinirovannoe-primenenie-stroitelnyh-materialov-na-osnove-aerogelya-i-grafena> (Accessed 01 March 2024) (in Russ.).

6. Regotov G. A. Aerogel and its application experience in the global rocket and space industry. *Molodoi uchenyi*, 2019;29(267) (in Russ.).

© Цаплин А. Д., Жижерин В. С., 2024

Статья поступила в редакцию 27.03.2024; одобрена после рецензирования 15.04.2024; принята к публикации 07.06.2024.

The article was submitted 27.03.2024; approved after reviewing 15.04.2024; accepted for publication 07.06.2024.