

*Квартальнов С.В.,
студент 6-го курса,
факультета «Промышленное и гражданское строительство»
Академия Строительства и Архитектуры
Самарского Государственного Технического университета
Россия, г. Самара*

АЭРОГЕЛЬ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация:** На данный момент во всём мире очень интенсивно развиваются нанотехнологии и нередко достижения в этой области успешно применяются в строительной сфере. В данной статье рассмотрим происхождение, характеристики и области применения инновационного материала под названием аэрогель. Так же оценены перспективы аэрогеля как строительного наноматериала.*

***Ключевые слова:** Нанотехнологии, аэрогель, теплоизоляционные материалы, наноматериалы, светопрозрачные конструкции.*

***Annotation:** At the moment, nanotechnologies are developing very intensively all over the world, and often achievements in this field are successfully applied in the construction industry. In this article, we consider the origin, characteristics and applications of an innovative material called airgel. The prospects of airgel as a building nanomaterial were also evaluated.*

***Key words:** Nanotechnology, airgel, thermal insulation materials, nanomaterials, translucent structures.*

Аэрогель представляет собой материал, который обладает уникальными свойствами. Исследования показали необычные качества продукта в механике, акустике, оптике.

Аэрогель поистине считается уникальным инновационным материалом, потому что он: прозрачен (хорошая светопроницаемость); стоек к радиации, хорошо поглощает инфракрасное излучение [1,2]; гидрофобен - способен отталкивать воду и поэтому конденсат на стеклах никогда не образуется [2]; сверхлегкий материал с хорошей звукоизолирующей способностью – аэрогель на 99,8 % состоит из воздуха, [3] а также кварцевым аэрогелям принадлежит текущий рекорд по самой малой плотности у твердых тел — $1,9 \text{ кг/м}^3$, в 500 раз меньше плотности воды [4]; высокопрочный материал – выдерживает нагрузку, в ~ 2000 раз превышающую собственный вес [1]; не горюч, низкая теплопроводность – значение теплопроводности достигает $0,015 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{К}$ [3]; не содержит опасных веществ и вдыхаемых волокон – является экологичным материалом.

Уникальные свойства аэрогеля обусловлены его не менее уникальной внутренней структурой. Материал имеет нанопоры, которые существенно влияют на его вес. Аэрогели относятся к классу мезопористых материалов, в которых полости занимают не менее 50 % объема, и представляют собой трехмерный кластер с размером элементов около 4 нм и характерным размером поры 10 нм [5]. Нанопоры имеют такой диаметр, который не позволяет молекулам воздуха свободно двигаться. Они застывают в одном положении, защищая помещение от холодных или горячих воздушных потоков. Таким образом, статическое положение молекул предупреждает развитие конвекции, т.е. быстрое выветривание тепла. Качество аэрогелевой изоляции во многом зависит от числа стенок пор. Чем их больше, тем утеплитель будет лучше удерживать тепло. Отмечается возможность материала задерживать его в самом себе.

Применяют аэрогели в достаточно широком спектре областей, продукт внедряется в военную, медицинскую аэрокосмическую сферы. Сегодня особенно активно аэрогель используется в строительной области. В строительстве аэрогели нашли применение в качестве теплоизолирующих и

теплоудерживающих материалов для теплоизоляции стальных трубопроводов и зданий, также применяются как наполнитель для стеклопакетов и используются для изготовления стеклянных стен [5].

Сегодня существует несколько разновидностей аэрогелевых материалов, которые широко используются в разных областях и для различных целей.

Наиболее распространены кварцевые аэрогели. Они обладают чрезвычайно низкой плотностью, лишь немногим уступая в этом вопросе абсолютным рекордсменам – аэрографитам и аэрографенам. Их минимальная плотность равна 1 кг/м^3 (вакуумированная версия), что в 1000 раз меньше плотности воды и даже в 1,5 раза меньше плотности воздуха. Кварцевые аэрогели пропускают свет в мягком ультрафиолете, видимой области и инфракрасном диапазоне, однако в инфракрасной области присутствуют типичные для кварца, получаемого обезвоживанием силикагелей, полосы гидроксила при 3500 см^{-1} и 1600 см^{-1} . Благодаря чрезвычайно низкой теплопроводности, они применяются в строительстве в качестве теплоизолирующих и теплоудерживающих материалов. Температура плавления кварцевого аэрогеля составляет $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ [6].

Углеродные аэрогели, состоящие из наночастиц, которые ковалентно связаны между собой, отличаются своей электропроводностью. Поэтому их, помимо термоизоляционных функций, часто применяют в качестве электродов в конденсаторах – за счет огромной площади внутренней поверхности можно достигать и огромных показателей электрической емкости. Кроме того, подобные материалы способны отражать всего лишь порядка 0,3% попадающего на них излучения, поэтому их широко применяют в качестве поглотителей солнечного света.

Кремнезёмные аэрогели чаще всего применяются в качестве катализаторов в ответственных технологических процессах.

В настоящее время технология изготовления аэрогелей остается дорогостоящей и одним из основных направлений в области исследования

аэрогелей, в частности в строительной отрасли, является уменьшение себестоимости продукции за счет снижения затрат на изготовление;

Хотя применение аэрогелей в качестве теплоизоляции для большинства объектов является экономически нецелесообразным, для строительства конструкций повышенной ответственности использование теплоизоляционных материалов на основе аэрогеля обусловлено их уникальными физическими и теплотехническими характеристиками, сроком службы, экологичностью и легкостью монтажа, таким образом полностью компенсируя затраты качеством;

На российском строительном рынке представлены материалы на основе аэрогеля производителей различных стран, в небольшом ассортименте. По сравнению с опытом использования подобных материалов за рубежом, российская строительная индустрия только начинает применение данной продукции. Однако имеющийся опыт позволяет сделать вывод об эффективности применения теплоизоляции на основе аэрогелей [5].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при снижении себестоимости продукции, теплоизоляционные материалы и стеклопакеты с применением аэрогелей займут одну из лидирующих позиций на строительном рынке. В частности, в российской строительной отрасли, возможно налажка производства собственной продукции с использованием аэрогелей, что значительно снизит стоимость продукции за счет уменьшения затрат на транспортные перевозки.

Использованные источники

1. Иванов Н.Н., Иванов А.Н. Теплоизоляционный аэрогель и пьезоактивная пленка PVDF – современные перспективные материалы для космической техники и космического приборостроения // Вестник «НПО им. С.А. Лавочкина». 2011. № 2.
2. Комарова Н.Д., Есипова А.А., Комарова К.С. Нанотехнологии в строительной отрасли // Университетская наука. 2016. № 1.

3. Плотников В.В., Ботаговский М.В. Инновационные ограждающие конструкции и материалы для реализации ресурсоэнергоэффективного строительства // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2015. № 4 (12).
4. Рыбакова О.А., Лысенко А.В., Алмаметов В.Б. Прочная невесомость или аэрогель // Труды международного симпозиума «Надежность и Качество». 2008. Том 2.
5. Бушманова А.В., Виденков Н.В., Доброгорская Л.В., Семенов К.В., Федотов В.В. Инновационные материалы на основе аэрогеля в строительстве // AlfaBuild. – 2017. – №1 (1). – С. 89-98.
6. Общедоступная многоязычная универсальная интернет-энциклопедия: Википедия. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Аэрогель> (дата обращения: 02.11.2019).