УДК 691-405.8

**ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОГЕЛЕЙ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ**

Анастасия Олеговна Федотова1 Ваньков Юрий Витальевич2

1,2ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

1nastya2505fedotova@mail.ru, 2yvankov@mail.ru

**Аннотация:** В статье представлены основные сведения об аэрогелях, показаны основные физические свойства и области применения.

**Ключевые слова:** аэрогель, композиционный материал, теплопотери, силикагель, теплоизоляция.

**PROSPECTS FOR THE USE OF AEROGELS IN HEAT SUPPLY**

Fedotova Anastasia Olegovna1 Vankov Yury Vitalievich2

1,2FGBOU VO "KSPEU", Kazan, Republic of Tatarstan

1nastya2505fedotova@mail.ru, 2yvankov@mail.ru

**Abstract:** The article presents basic information about aerogels, shows the main physical properties and applications.

**Key words:** airgel, composite material, heat loss, silica gel, thermal insulation.

Теплоизоляция предназначена для увеличения термического сопротивления и уменьшения теплопотерь [1, С. 65-73]. В настоящее время существуют разные виды теплоизоляционных материалов, отличающихся свойствами, структурой, формой, видом исходного сырья [2, С. 142-147].

Одними из перспективных материалов, применяемых в качестве теплоизоляции, являются композиционные материалы на основе аэрогелей.

Аэрогель - гель, в котором жидкая фаза заменена газообразной. Он имеет структуру, состоящую из нанопор, внутри которых находится воздух. Большая удельная площадь поверхности и малые по размеру твердые частицы создают твердый материал, на 99% состоящий из воздуха.

Процесс производства аэрогеля происходит в несколько этапов.

Для начала смешивают необходимое количество тетраметаксисилана, метанола, концентрированного аммиака и воды и перемешивают до получения однородной смеси. Возникающая при этом химическая реакция превращает смесь в гель, который заливают в формы, и со временем он застывает. Для удаления из геля загрязнений полученные селикагели помещают в подготовленный метанол и вымачивают их в нем в течение недели. Для извлечения жидкости, содержащейся в порах, силикагели подвергают термической обработке под сверхкритическим давлением. При этом сами поры не нарушаются, а жидкость испаряется и ее место занимает углекислый газ, подводимый в процессе сушки. На выходе получается твердый материал, в основном состоящий из воздуха, именуемый аэрогелем.

В настоящее время имеются различные виды аэрогелей, например, кварцевые, углеродные (аэрографиты), кремнеземные, на основе оксида хрома или оксида олова и другие [3, С. 39-43].

Обусловленный строением, аэрогель имеет следующие свойства:

1. Легкость. Исследования показали, что плотность варьируется в пределах от 1 до 150 кг/м3. При этом графеновый аэрогель, полученный на основе оксида графена, имеет наименьшую из плотностей, равную 0,16 кг/м3.
2. Большая удельная площадь поверхности.
3. Низкая теплопроводность. За счет находящегося внутри пор воздуха (98-99%), 75% из которого пребывает в статическом состоянии, передача тепла через аэрогель практически не осуществляется. Это объясняется чрезвычайно малым размером пор, меньшим, чем длина свободного пробега молекул газа. При 10 °C теплопроводность аэрогеля составляет приблизительно 0,016-0,019 Вт/м·K и уступает только вакуумной теплоизоляции, что эффективно и целесообразно для теплоснабжения ЖКХ. Экспериментально доказано, что минимальный коэффициент теплопроводности достигается в области отрицательных температур, что позволяет использовать аэрогели в криогенной технике.
4. Гидрофобность. Структура материала, состоящая из открытых ячеек, приводит к быстрому испарению попадающей влаги. Это позволяет использовать аэрогелевую теплоизоляцию в условиях повышенной влажности или атмосферных осадков, защищая при этом теплоэнергетические конструкции от коррозионного износа [4, С.103-104].
5. Негорючесть. Аэрогели относятся к классу негорючих (НГ) и сохраняющих эксплуатационные свойства при высоких температурах на протяжении всего срока службы.
6. Высокая прочность. Материалы на основе аэрогеля могут выдерживать нагрузку, в 2000 раз превышающую собственный вес.

Он также является экологически безвредным, долговечным и требует незначительной толщины, однако дорогой и не слишком упругий.

Основными материалами с применением аэрогелей являются: панели на основе кремнеземного аэрогеля, нетканый материал для термоизоляции поверхностей на основе кварцевых аэрогелей, стекло на основе аэрогеля, теплоизоляционный нетканый материал на основе углеродного волокна, огнестойкий теплоизоляционный порошок кремеземного аэрогеля и прочие.

Изначально аэрогели применялись лишь в качестве материалов для улавливания космической пыли. Сегодня же их применение расширилось. Например, углеродные аэрогели, состоящие из ковалентно-связанных между собой частиц с высокой электропроводностью, применяют для изготовления электродов в конденсаторах. Кроме этого аэрогели используются в качестве жидкостных и газовых фильтров, катализаторов в технологических процессах, а также тепловой изоляции в строительных и теплоэнергетических конструкциях [5, С.130-132].

Таким образом, перспектива применения материалов на основе аэрогелей огромна ввиду своих исключительных свойств, видов и возможных областей использования.

**Источники**

1. Д.С. Карев, В.М. Мельников, А.Б. Иванченко Расчет потерь теплоты при ее передаче по теплопроводу с применением CAD/CAE-технологий // Вестник Казанского государственного энергетического университета, №4 (36). Казань, 2017. С. 65-73.
2. Гапоненко С. О., Фазлиев Р. А., Калинина М. В. Метод повышения эффективности тепловой изоляции трубопроводов // Вестник Казанского государственного энергетического университета. Т. 13. № 2(50). Казань, 2021. С. 142-147.
3. П.П. Пастушков, С.И. Гутников, Н.В. Павленко, М.Д. Столяров Исследования теплопроводности рулонных материалов на основе аэрогеля // Строительные материалы. Москва, 2020. С. 39-43.
4. Рыбакова О.А., Лысенко А.В., Алмаметов В.Б. Прочная невесомость или аэрогель // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". Пенза, 2008. С. 103-104.
5. Шиндряев А.В., Кожевников Ю.Ю., Лебедев А.Е., Меньшутина Н.В. Исследование процесса получения теплоизоляционных материалов на основе аэрогелей // Успехи в химии и химической технологии. 2017. Т. 31. № 6 (187). С. 130–132.