УДК 691-405.8

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЭРОГЕЛЕЙ**

Федотова Анастасия Олеговна1

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Ваньков Юрий Витальевич2

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

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

**Аннотация:** В статье приведены основные свойства аэрогелей и сферы их применения.

**Ключевые слова:** аэрогель, теплопроводность, криогель, пирогель.

**APPLICATION OF THERMAL INSULATING MATERIALS BASED ON AEROGELS**

Fedotova Anastasia Olegovna1

Scientific adviser prof. Vankov Yury Vitalievich2

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

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

**Abstract:** The article presents the main properties of aerogels and their areas of application.

**Key words:** airgel, thermal conductivity, cryogel, pyrogel.

В связи с постепенным исчерпанием топливных энергетических ресурсов, увеличением их стоимости, а также неутихающими спорами по поводу негативного воздействия энергетики на окружающую среду все большее внимание уделяется процессам энергосбережения. Применение перспективных теплоизоляционных материалов в строительной и энергетической отраслях позволит уменьшить объемы производимой тепловой энергии и снизить затраты на эксплуатацию объектов [1, С. 65-73].

Существуют различные теплоизоляционные материалы, отличающиеся составом, свойствами, стоимостью. Например, используют материалы на основе минеральной ваты, стекловолокна, асбеста и прочие теплоизоляционные материалы на неорганической основе, такие, как цементные, известковые и другие вяжущие и их смеси [2, С. 142-147].

Перспективным теплоизоляционным материалом являются аэрогели – материалы, в которых жидкая фаза заменена газообразной. Они имеют нанопористую структуру, внутри которой находится воздух. Большая удельная площадь поверхности и малые по размеру твердые частицы создают твердый материал, на 99% состоящий из воздуха [3, С. 39-43].

Отличительными свойствами аэрогелей являются:

1. Легкость. Обусловленная находящимся внутри пор воздухом плотность составляет, по опытным данным, от 1 до 150 кг/м3; 2) Большая удельная площадь поверхности; 3) Низкая теплопроводность. Данное свойство объясняется тем, что размер пор меньше длины свободного пробега молекул, и воздух, содержащийся в них, образует неподвижную систему, не пропускающую тепло. При 10 °C теплопроводность аэрогеля составляет приблизительно 0,016-0,019 Вт/м·K и уступает только вакуумной теплоизоляции; 4) Гидрофобность. Высокая влагоизолирующая способность вызвана открытой пористой структурой материала, способствующей немедленному испарению попадающей влаги.

Они также прочны, экологичны, относятся к классу негорючих материалов, обладающих отличными шумоизоляционными свойствами, требующими малой толщины применения. Их распространению препятствует высокая стоимость и сложность изготовления [4, С.103-104].

Аэрогели производят из кварца, кремнезема, оксидов графена и олова, углерода (аэрографены) и других веществ. В настоящее время особой популярностью пользуются аэрогели на основе стекловолокна и карбона, сказывающихся на характеристиках материалов (таблица 1).

Таблица 1

Сравнение аэрогелей на разных основах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика аэрогеля | Основа аэрогеля | | |
| стекловолокно | керамическая | карбоновая |
| Предел температуры использования | +675 ℃ | +1000 ℃ | +1000 ℃ |
| Минимальная температура использования | -250 ℃ | +12 ℃ | 0 ℃ |
| Пожароопасность | КМ1, Г1 | КМ0, НГ | КМ0, НГ |
| Коэффициент теплопроводности | 0,018-0,049 Вт/ К·м | 0,019-0,032 Вт/ К·м | 0,019-0,058 Вт/ К·м |

Существуют особые виды материалов из нанопористого аэрогеля - криогель (Cryogel) и пирогель (Pyrogel). Криогель предназначен для утепления оборудования, работающего с низкими температурами, защиты его от наледи и конденсата в пределах от -260 ℃ до +90 ℃. Пирогель применяют в трубопроводных системах, на нефтехимических и газовых предприятиях с высокими температурами, на химических производствах с химическими и ядовитыми веществами при -40 ℃ - +650 ℃ [5, С.130-132].

Ввиду особых свойств аэрогели применяют в роли изолирующего материала для трубопроводов, зданий и сооружений. Он применялся, например, на предприятии ОАО «Газпром» на компрессорной станции «Северная», ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», при проектировании трубопровода жидкого азота для компании «Австралийский Торговый Дом» и т.д.

Таким образом, перспектива применения аэрогелей в качестве теплоизоляционных материалов для объектов теплоэнергетической, нефтехимической, строительной и прочих отраслей огромна, а их применение целесообразно, несмотря на высокую стоимость.

Работа выполнялась в рамках гос. задания # 075-03-2021-175/З.

**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.