

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

**ПРИБОРОСТРОЕНИЕ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

VII Национальная научно-практическая конференция
(Казань, 9-10 декабря 2021 г.)

Материалы конференции

Казань
2022

Шарипова А.Р., Воркунов О.В., Платонова А.А., Суханова С.П. Волоконно-оптический трансформатор тока.....	624
--	-----

Секция 9. КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Абдуллин Т.Р., Кондратьев А.Е. Диагностика трубопроводов виброакустическим методом неразрушающего контроля.....	627
Басенко В.Р., Низамиев М.Ф., Ившин И.В. Определение информативного частотного диапазона механических колебаний силового трансформатора с помощью метода конечных элементов.....	630
Местников Н.П., Ахмад Мухаммед-Насер Альзаккар, Васильев П.Ф. Исследование влияния различных видов облачности на функционирование фотоэлектрических солнечных установок.....	633
Сулейманова А.Р., Вилданов Р.Р. Изучение старения и нахождение оптимального углеводородного состава трансформаторного масла.....	636
Фаизов Н.Н. Эффективность внедрения автоматизированных технологий в сфере электроэнергетики.....	639
Черепенькин И.В. Расчет делителя напряжения на резисторах для установки микроконтроллерных устройств анализа напряжения сети работы электроподвижного состава, построенных на базе ARDUINO.....	642
Шакиров М.А. Современные цифровые устройства учёта электроэнергии.....	645

Секция 10. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ В ЖКХ

Власова М.А. Определение экономически выгодных вариантов конструкций трубопроводов тепловой сети с различными теплоизоляционными материалами...	648
Гаирбекова А.Р., Кондратьев А.Е. Геотермальное отопление дома с применением теплового насоса.....	651
Гаирбекова А.Р., Кондратьев А.Е. Особенности использования тепловых насосов в системе геотермального отопления.....	654
Гапоненко С.О. Использование энтропийной параметризации вибродиагностических сигналов для контроля технического состояния трубопроводов.....	657
Гараева В.Р., Ахметов Э.А. Особенности применения источника тепловой энергии на базе солнечного коллектора.....	660
Гареев Н.Ф. Исследование нестационарного теплообмена в начальном участке трубопровода.....	663
Гарнышова Е.В., Измайлова Е.В., Ваньков Ю.В. Контроль поверхностей теплообмена и трубопроводных систем неразрушающим способом.....	666

<i>Ульябаева Г.Ш., Гапоненко С.О.</i> Повышение эффективности работы теплообменного оборудования.....	732
<i>Фаздалова А.Р., Ваньков Ю.В.</i> Актуальность исследования свойств теплоизоляционного материала при отрицательных температурах.....	735
<i>Федотова А.О., Ваньков Ю.В.</i> Перспектива применения аэрогелей в теплоснабжении.....	738
<i>Хайруллина Н.Т., Зиганшин Ш.Г.</i> Использование нетрадиционных источников энергии для теплоснабжения здания.....	741
<i>Хасанов Н.А., Загретдинов А.Р.</i> Методы анализа виброакустических сигналов.....	744
<i>Хисамутдинов А.Н., Зиганшин Ш.Г.</i> Разработка энергосберегающих мероприятий для источников теплоснабжения г. Казани.....	747
<i>Чанчина В.Е., Кондратьев А.Е.</i> Об изменении низкочастотных вибрационно-диагностических колебаний в стенках стального трубопровода от внешнего воздействия грунтов разного типа.....	750
<i>Шакурова Р.З., Кондратьев А.Е., Гапоненко С.О.</i> Энтропийные методы анализа вибродиагностических сигналов для оценки технического состояния трубопроводов.....	753
<i>Якупова И.Д., Кондратьев А.Е.</i> Система теплоснабжения обитаемой лунной базы	757
<i>Якупова И.Д., Кондратьев А.Е.</i> Организация теплоснабжения с применением теплового насоса.....	760

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОГЕЛЕЙ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ

Федотова Анастасия Олеговна¹, Ваньков Юрий Витальевич²

^{1,2}ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань, Россия

¹nastyas2505fedotova@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 Yuri Vitalievich²

^{1,2}SBEI HE «Kazan State Power Engineering University», Kazan, Russia

¹nastyas2505fedotova@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 силикагели 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/м^3 . При этом графеновый аэрогель, полученный на основе оксида графена, имеет наименьшую из плотностей, равную $0,16 \text{ кг/м}^3$.

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 $0,016\text{-}0,019 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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. Карев Д.С., Мельников В.М., Иванченко А.Б. 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. Пастушков П.П., Гутников С.И., Павленко Н.В., Столяров М.Д. 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., Меньшуткина Н.В. Исследование процесса получения теплоизоляционных материалов на основе аэрогелей // Успехи в химии и химической технологии. 2017. Т. 31. № 6 (187). С. 130–132.