МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ» (КНИТУ-КАИ)

Институт авиации наземного транспорта и энергетики

(наименование института (факультета), филиала)

Кафедра Теплотехники и энергетического машиностроения

(наименование кафедры)

РЕФЕРАТ

по дисциплине: Материаловедение

на тему: «Смарт материалы»

Обучающийся \_\_\_\_1201\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Никошнов Т.О.

 (номер группы) (подпись, дата) (Ф.И.О.)

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_доцент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шибаев П.Б

 (должность) (Ф.И.О.)

Реферат зачтен с оценкой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (подпись, дата)

Казань 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ………………………………………………………………………3

ГЛАВА 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СМАРТ МАТЕРИАЛОВ………….5

1.1 Понятие «умный» материал…………………………………………………5

1.2 Типология смарт материалов………………………………………………..5

1.3 Виды умных материалов…………………………………………………….6

ГЛАВА 2 ТИПЫ УМНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ……………………………………………………………………………….7

2.1 Сплавы с «эффектом памяти»……………………………………………….7

2.2 Электромагнитные материалы………………………………………………8

2.3 Гидрофобные покрытия……………………………………………………...9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ………………………………………………………………….11

ЛИТЕРАТУРА…………………………………………………………………....12

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении длительного исторического периода материалы человеком скорее использовались, чем создавались. Инструменты изготавливались, а убежища строились из доступных материалов, но при этом фундаментальная природа этих материалов не изменялась.

По мере развития цивилизации возникла потребность, а затем и способность создавать материалы, которые бы удовлетворяли определенным требованиям. Так появились бронза, сталь, окрашенная ткань, керамика и т.д. Для каждого из этих материалов исходное сырье компоновалось и/или обрабатывалось таким образом, чтобы получился новый материал с особым набором необходимых свойств.

В настоящее же время можно наблюдать зарождение и развитие нового поколения материалов – «умных» материалов.

Умные материалы (термин Smart пришел из зарубежной англоязычной литературы, слово Smart имеет много значений, в том числе остроумный, находчивый) представляют собой новое поколение материалов, которые способны реагировать на атмосферное давление, температуру, изменений в химическом составе и другие параметры.

Отличительными чертами «умных» материалов являются их дополнительные функциональные возможности, которые выходят за пределы свойств, определяющихся структурой материала. Такие материалы выполняют двойную или даже тройную функцию – собственно материала с требуемыми характеристиками, датчика на внешнее воздействие и, в некоторых случаях, устройства, «запрограммированного» на определенное поведение. И всё достигается только благодаря структуре и составу этих революционных материалов.

Самое интересное, что прообразом таких материалов служат способности природных объектов, как из растительного, так и из животного мира. В качестве примера можно привести открытие-закрытие лепестков цветка в зависимости от освещённости, «эффект лотоса», листья которого не смачиваются водой, или заживление ран у людей и животных. Ясно, что если способности биологических систем развивались на протяжении тысячелетий, то они достойны изучения и, может быть, последующего копирования в инженерном контексте.

Многие материалы, которые можно отнести к «интеллектуальным», базируются на давно известных физических эффектах (например, пьезоэффект обнаружен Джоулем в 1860 г.). Также достаточно давно известны и некоторые материалы (например, термоэлектродные), широко применяющиеся в различных отраслях промышленности. Вместе с тем в ряде случаев именно интеллектуальные материалы открывают новые отрасли науки и техники, определяют принципиальную работоспособность сложнейших устройств. В частности, весьма малые перемещения зонда в сканирующем туннельном зондовом микроскопе нельзя реализовать механическими системами. Для этого используют интеллектуальные материалы, обладающие пьезоэлектрическим эффектом.

Объект исследования- смарт материалы

Предмет исследования- подробное рассмотрение конкретных видов смарт материала

Цель исследования- знакомство с понятием смарт материал, подробное изучение их видов, свойств и областей применения

ГЛАВА 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СМАРТ МАТЕРИАЛОВ

1.1 Понятие «умный» материал

«Умные"/"интеллектуальные" материалы— класс различных по химическому составу и агрегатному состоянию материалов, которые объединяет проявление одной или нескольких физических: оптических, магнитных, электрических, механических или физико-химических: реологических и др. характеристик, значительно (обратимо или необратимо) изменяющихся под влиянием внешних воздействий: давления, температуры, влажности, pH среды, электрического или магнитного поля.

Перейдем к более подробному знакомству с умными материалами и рассмотрим их типологию.

1.2 Типология смарт материалов

1. Адапторы - это материалы, которые под влиянием внешнего воздействия изменяют свои характеристики.

2. Трансформаторы - материалы, которые преобразуют энергию внешнего воздействия в выходное действие- сигнал "отклика", изменяя при этом вид энергии или ее интенсивность:

2.1 актуаторы - преобразуют энергию различных видов полей в механическое перемещение

2.2 индикаторы (сигнализаторы тревоги)- это материалы, преобразующие энергию различных видов воздействий (поля или вещества) и ресурсы среды в сигнал отклика, который воспринимается человеком без использования дополнительных устройств.

3. Нейтрализаторы (аналоги "мудрых" материалов) - это такие вещества, которые не только обнаруживают вредное воздействие, но и сами устраняют причины его возникновения.

1.3 Виды умных материалов

1. Полимерные гели - способны в сотни раз изменять свой объем при небольшом изменении внешних условий: температуры, состава растворителя, водородного показателя среды — pH.

2. Материалы, обладающие эффектом памяти формы– изменяются под воздействием нагревания, охлаждения.

Примером данного материала является нитинол.

3. Термо- и фоточувствительные материалы – изменяются под воздействием температуры и света.

Напримеры: стекло, которое может становиться то прозрачным, то матовым или электролюминесцентная ткань, которая делается ярче или темнее в зависимости от уровня освещения.

4. Магнито- (электро) -стрикционные материалы – изменяются под воздействием магнитного или электрического плоя

5. Пьезоматериалы – изменяются при приложении силы.

При прочтении данной главы, становится понятно насколько разнообразны и уникальны умные материалы, а также насколько вышеперечисленные материалы существенны и необходимы для разрешения как серьезных, так и простых, бытовых проблем.

ГЛАВА 2 ТИПЫ УМНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Как мы уже говорили ранее, внешними воздействиями, меняющими свойства «умных» материалов, могут быть: механические нагрузки, электрическое или магнитное поля, температура, свет, влажность, химические свойства среды и др. Изменение свойств «умного» материала является обратимым и может повторяться много раз. Существует много типов «умных» материалов, основные и самые интересные следует рассмотреть подробнее.

2.1 Сплавы с «эффектом памяти»

Сплавы с «эффектом памяти» («памятью формы») после деформации восстанавливают свою первоначальную форму при нагреве. Сплав с «эффектом памяти» фиксируют в исходной форме, которую он и «запоминает», затем подвергают отжигу при 500 0С. В процессе отжига образуется неупругая твердая высокотемпературная фаза сплава – аустенит. При последующем охлаждении образца формируется упругая, легко деформируемая низкотемпературная фаза – мартенсит. При последующей деформации и нагреве сплава атомы образуют аустенитную решетку, и форма образца восстанавливается.

Наиболее известным сплавом с эффектом памяти является никелево-титановый сплав нитинол. Свое название материал получил по первым буквам: «ни» — никель, «ти» — титан, «нол» — это лаборатория морской артиллерии США, где и был разработан и запатентован этот сплав.

Существуют также и полимеры с «памятью формы», которые возвращаются к исходной форме после воздействия света, электричества, магнитного поля и растворителей.

Сплавы с «эффектом памяти» нашли множество применений. Например, в медицине, в устройствах автоматического включения/выключения, регуляторах. Например, пружинная шайба из такого сплава для болтовых соединений не дает увеличиваться переходному сопротивлению при эксплуатации электрического контакта.

2.2 Электромагнитные материалы

Электрохромные материалы меняют оптические свойства при электрических воздействиях.

Некоторые неорганические соединения, особенно оксиды многовалентных металлов, демонстрируют изменение цвета, что зависит от степени окисления их катионов. Это свойство приводит к электрохромизму, который является обратимым. Такие окислительновосстановительные реакции индуцируются низким электрическим напряжением (около ±1 В постоянного тока).

Электрохромными свойствами обладают и некоторые полимеры, например, содержащие карбазол. Композитные плёнки из полианилина и полиакриловой кислоты меняют цвет от жёлтого до пурпурного. Электрохромное устройство представляет собой многослойную конструкцию, в которой один из слоев обладает электрохромными свойствами. Это устройство работает по принципу гальванического элемента. Самый известный электрохромный материал – триоксид вольфрама (WO3), который образует щёлочь глубокого синего цвета при восстановлении. Реакцию можно представить в следующем виде:

WO3 6+ + xM+ + xe’ = MxWO3 = MxWx 5+ W1-x 6+ O3

(Прозрачный) (Синий)

где М представляет собой водород или щелочь и 0 < x < 1

Как правило, низковольтные электрохромные устройства с изменяющим цвет катодом окрашиваются в заряженном состоянии и обесцвечиваются при разряде.

В настоящее время основное применение электрохромных устройств – это «умные окна», т.е. окна с электронным управлением, которые могут становиться прозрачными или затемненными и приспосабливаться к количеству солнечного света в зависимости от времени дня и сезона. «Умные окна» позволяют уменьшить энергопотребление в зданиях и создать комфортную атмосферу внутри.

2.3 Гидрофобные покрытия

Цветок лотоса обладает необычными физико-химическими свойствами. Благодаря особому строению и очень высокой гидрофобности его листьев и лепестков цветы лотоса остаются чистыми.

Эффект лотоса был открыт в семидесятых годах 20 века немецким ботаником, профессором Вильгельмом Бартлоттом. При помощи электронной микроскопии было обнаружено, что поверхность листа имеет особый рельеф в виде «шипов», образованных гидрофобными веществами. Капля воды на такой поверхности имеет малую площадь соприкосновения, не может удерживаться на ней и скатывается, унося с собой пыль, сажу, споры грибов и другие загрязнения поверхности, что и приводит к эффекту самоочищения.

Под эффектом лотоса в настоящее время в науке понимают эффект практически полной несмачиваемости поверхности твердого тела жидкостью, возникающий из-за особенностей рельефа данной поверхности на микро- и наноуровне, приводящих к снижению площади контакта жидкости с поверхностью данного тела.

Есть множество примеров, демонстрирующих широкое применение технологий на основе «эффекта лотоса», но большинство из них относятся к созданию специальных покрытий для автомобилей – для корпуса, окон, пропитки тентов и пр. Нанотехнологии на основе этого явления помогли увеличить срок эксплуатации автомобильных покрытий, защитить внешний вид автомобиля от постоянных угроз внешней среды.

Также к «умным» материалам относятся:

1. Магнитострикционные и электрострикционные материалы, которые меняют форму в магнитном или электрическом поле, соответственно

2. Пьезоэлектрики вырабатывают электричество при приложении механической нагрузки

3. Фотомеханические материалы изменяют форму под воздействием света

4. Пироэлектрики вырабатывают электричество при изменении температуры

Таким образом, в данной статье мы подробно рассмотрели основные виды современных «умных» материалов и области их применения. Каждый тип этих материалов настолько уникален, что говорить об их свойствах и возможностях можно бесконечно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в настоящее время мы являемся свидетелями перехода от использования материалов свойства которых определяются только их структурой к высшему классу «умных» многофункциональных материалов со свойствами, реагирующими на внешние факторы, которые смогут усовершенствовать многие виды товаров и способствовать появлению новых.

Как и у любого материала, используемого не так давно, у смарт материалов есть ряд преимуществ и недостатков, о которых стоит упомянуть.

Преимущества умных материалов:

1. Возможность задавать определенные свойства материала и использовать их в зависимости от задачи;

2. Расширение возможностей уже существующих материалов путём интеграции с ними;

3. Комбинирование свойств различных типов умных материалов, путём их совместного использования в одной структуре.

Недостатки умных материалов:

1. На данный момент существуют проблемы с производством многих материалов данной группы в промышленных масштабах, поэтому их серийное использование ограничено.

2. Высокая стоимость производства.

Со временем умные материалы, которые широко распространятся и будут использоваться в машиностроении, авиастроении, бытовой жизни и тд. будут избавляться от своих недостатков, так как начнется серийное производство.

ИСТОЧНИКИ

1. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях / Струк В.А., Пинчук Л.С., Мышкин Н.К., Гольдаде В.А., Витязь П.А. - М.: Интеллект, 2010. – 536 с.

2. Материаловедение: учебное пособие / Л.А. Мальцева, М.А. Гервасьев, А.Б. Кутьин – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. 339 с.

3. Материаловедение и технология металлов; под. ред. Г.П. Фетисова, М.Г. Карпмана, В.М. Матюнина [и др.] – М. : Высшая школа, 2002. 638 с.

4. Методы исследования материалов / Л.И. Тушинский, А.В. Плохов, А.О. Токарев, В.И. Синдеев – М. : Мир, 2004. 384 с.

5. Моделирование и оптимизация динамических характеристик smart-структур с пьезоматериалами / Матвеенко В.П., Клигман Е.П., Юрлов М.А., Юрлова Н.А. -Физическая мезомеханика, 2012. – Т. 15, № 1. – С. 75-85.

6. Пироэлектрические преобразователи / Новик В.К., Гаврилова Н.Д. и др. - М.: Сов. радио, 1979.

7. Специальные материалы в машиностроении: учебник для вузов / Солнцев, Пряхин, Пиирайнен - Лань, 2019 г. 664 с.

8. Физическое металловедение: учебник для вузов / С.В. Грачев, В.Р. Бараз, А.А. Богатов, В.П. Швейкин – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2001. 534 с.