Федеральное агентство по образованию

Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова

Институт строительного материаловедения

Кафедра ТДКО

Реферат

На тему: " Композиционные материалы"

Выполнил: студент гр.ХТ-41

Соколенко И. В.

Принял: аспирант

Бедина В. И.

Белгород

2010г.

Содержание

Введение

1. Классификация композиционных материалов

2. Состав, строение и свойства композиционных материалов

3. Экономическая эффективность применения композиционных материалов

Список использованной литературы

Введение

Композиционный материал - неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, и матрицу, обеспечивающую совместную работу армирующих элементов. Механическое поведение композита определяется соотношением свойств армирующих элементов и матрицы, а также прочностью связи между ними. Эффективность и работоспособность материала зависят от правильного выбора исходных компонентов и технологии их совмещения, призванной обеспечить прочную связь между компонентами при сохранении их первоначальных характеристик. В результате совмещения армирующих элементов и матрицы образуется комплекс свойств композита, не только отражающий исходные характеристики его компонентов, но и включающий свойства, которыми изолированные компоненты не обладают. В частности, наличие границ раздела между армирующими элементами и матрицей существенно повышает трещиностойкость материала, и в композитах, в отличие от металлов, повышение статической прочности приводит не к снижению, а, как правило, к повышению характеристик вязкости разрушения.

Преимущества композиционных материалов:

-высокая удельная прочность;

-высокая жёсткость (модуль упругости 130…140 ГПа);

-высокая износостойкость;

-высокая усталостная прочность;

Из КМ возможно изготовить размеростабильные конструкции, причём, разные классы композитов могут обладать одним или несколькими преимуществами.

Наиболее частые недостатки композиционных материалов:

-высокая стоимость;

-анизотропия свойств;

-повышенная наукоёмкость производства, необходимость специального дорогостоящего оборудования и сырья, а следовательно развитого промышленного производства и научной базы страны.

## 1. Классификация композиционных материалов

Композиты - многокомпонентные материалы, состоящие из полимерной, металлической., углеродной, керамической или др. основы (матрицы), армированной наполнителями из волокон, нитевидных кристаллов, тонкодиспeрсных частиц и др. Путем подбора состава и свойств наполнителя и матрицы (связующего), их соотношения, ориентации наполнителя можно получить материалы с требуемым сочетанием эксплуатационных и технологических свойств. Использование в одном материале нескольких матриц (полиматричные композиционные материалы) или наполнителей различной природы (гибридные композиционные материалы) значительно расширяет возможности регулирования свойств композиционных материалов. Армирующие наполнители воспринимают основную долю нагрузки композиционных материалов.

По структуре наполнителя композиционные материалы подразделяют на волокнистые (армированы волокнами и нитевидными кристаллами), слоистые (армированы пленками, пластинками, слоистыми наполнителями), дисперсноармированные, или дисперсно-упрочненные (с наполнителем в виде тонкодисперсных частиц). Матрица в композиционных материалах обеспечивает монолитность материала, передачу и распределение напряжения в наполнителе, определяет тепло-, влаго-, огне- и хим. стойкость.

По природе матричного материала различают полимерные, металлические, углеродные, керамические и др. композиты.

Композиционные материалы с металлической матрицей представляют собой металлический материал (чаще Al, Mg, Ni и их сплавы), упрочненный высокопрочными волокнами (волокнистые материалы) или тонкодисперсными тугоплавкими частицами, не растворяющимися в основном металле (дисперсно-упрочненные материалы). Металлическая матрица связывает волокна (дисперсные частицы) в единое целое.

Композиционные материалы с неметаллической матрицей нашли широкое применение. В качестве неметаллических матриц используют полимерные, углеродные и керамические материалы. Из полимерных матриц наибольшее распространение получили эпоксидная, фенолоформальдегидная и полиамидная. Угольные матрицы, коксованные или пироуглеродные, получают из синтетических полимеров, подвергнутых пиролизу. Матрица связывает композицию, придавая ей форму. Упрочнителями служат волокна: стеклянные, углеродные, борные, органические, на основе нитевидных кристаллов (оксидов, карбидов, боридов, нитридов и других), а также металлические (проволоки), обладающие высокой прочностью и жесткостью.

Композиционные материалы с волокнистым наполнителем (упрочнителем) по механизму армирующего действия делят на дискретные, в которых отношение длинны волокна к диаметру относительно невелико, и с непрерывным волокном. Дискретные волокна располагаются в матрице хаотично. Диаметр волокон от долей до сотен микрометров. Чем больше отношение длинны к диаметру волокна, тем выше степень упрочнения.

Часто композиционный материал представляет собой слоистую структуру, в которой каждый слой армирован большим числом параллельных непрерывных волокон. Каждый слой можно армировать также непрерывными волокнами, сотканными в ткань, которая представляет собой исходную форму, по ширине и длине соответствующую конечному материалу. Нередко волокна сплетают в трехмерные структуры.

Композиционные материалы отличаются от обычных сплавов более высокими значениями временного сопротивления и предела выносливости (на 50 – 10 %), модуля упругости, коэффициента жесткости и пониженной склонностью к трещинообразованию. Применение композиционных материалов повышает жесткость конструкции при одновременном снижении ее металлоемкости. Прочность композиционных (волокнистых) материалов определяется свойствами волокон; матрица в основном должна перераспределять напряжения между армирующими элементами. Поэтому прочность и модуль упругости волокон должны быть значительно больше, чем прочность и модуль упругости матрицы. Жесткие армирующие волокна воспринимают напряжения, возникающие в композиции при нагружении, придают ей прочность и жесткость в направлении ориентации волокон.

Для упрочнения алюминия, магния и их сплавов применяют борные волокна, а также волокна из тугоплавких соединений (карбидов, нитридов, боридов и оксидов), имеющих высокие прочность и модуль упругости. Для армирования титана и его сплавов применяют молибденовую проволоку, волокна сапфира, карбида кремния и борида титана. Повышение жаропрочности никелевых сплавов достигается армированием их вольфрамовой или молибденовой проволокой. Металлические волокна используют и в тех случаях, когда требуются высокие теплопроводность и электропроводимость. Перспективными упрочнителями для высокопрочных и высокомодульных волокнистых композиционных материалов являются нитевидные кристаллы из оксида и нитрида алюминия, карбида и нитрида кремния, карбида бора и др. Композиционные материалы на металлической основе обладают высокой прочностью и жаропрочностью, в то же время они малопластичны. Однако волокна в композиционных материалах уменьшают скорость распространения трещин, зарождающихся в матрице, и практически полностью исчезает внезапное хрупкое разрушение. Отличительной особенностью волокнистых одноосных композиционных материалов являются анизотропия механических свойств вдоль и поперек волокон и малая чувствительность к концентраторам напряжения. Анизотропия свойств волокнистых композиционных материалов учитывается при конструировании деталей для оптимизации свойств путем согласования поля сопротивления с полями напряжения. Необходимо учитывать, что матрица может передавать напряжения волокнам только в том случае, когда существует прочная связь на поверхности раздела армирующее волокно – матрица. Для предотвращения контакта между волокнами матрица должна полностью окружать все волокна , что достигается при содержании ее не менее 15-20 %. Матрица и волокно не должны между собой взаимодействовать (должна отсутствовать взаимная диффузия) при изготовлении и эксплуатации, так как это может привести к понижению прочности композиционного материала. Армирование алюминиевых, магниевых и титановых сплавов непрерывными тугоплавкими волокнами бора, карбида кремния, борида титана и оксида алюминия значительно повышает жаропрочность. Особенностью композиционных материалов является малая скорость разупрочнения во времени с повышением температуры.

Основным недостатком композиционных материалов с одно и двумерным армированием является низкое сопротивление межслойному сдвигу и поперечному обрыву. Этого лишены материалы с объемным армированием.

В отличие от волокнистых композиционных материалов в дисперсно- упрочненных композиционных материалах матрица является основным элементом, несущим нагрузку, а дисперсные частицы тормозят движение в ней дислокаций.

Высокая прочность достигается при размере частиц 10-500 нм при среднем расстоянии между ними 100-500нм и равномерном распределении их в матрице. Прочность и жаропрочность в зависимости от объемного содержания упрочняющих фаз не подчиняются закону аддитивности. Оптимальное содержание второй фазы для различных металлов неодинаково, но обычно не превышает 5-10 об. %. Использование в качестве упрочняющих фаз стабильных тугоплавких соединений (оксиды тория, гафния, иттрия, сложные соединения оксидов и редкоземельных металлов), не растворяющихся в матричном металле, позволяет сохранить высокую прочность материала до 0,9-0,95 Тпл. В связи с этим такие материалы чаще применяют как жаропрочные. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы могут быть получены на основе большинства применяемых в технике металлов и сплавов. Наиболее широко используют сплавы на основе алюминия – САП (спеченный алюминиевый порошок).

## 2. Состав, строение и свойства композиционных материалов

Свойства композиционных материалов зависят от состава компонентов, их сочетания, количественного соотношения и прочности связи между ними. Армирующие материалы могут быть в виде волокон, жгутов, нитей, лент, многослойных тканей. Содержание упрочнителя в ориентированных материалах составляет 60-80 об.%, в неориентированных (с дискретными волокнами и нитевидными кристаллами) 20-30 об.%. Чем выше прочность и модуль упругости волокон, тем выше прочность и жесткость композиционного материала. Свойства матрицы определяют прочность композиции при сдвиге и сжатии и сопротивление усталостному разрушению. В слоистых материалах волокна, нити, ленты, пропитанные связующим, укладываются параллельно друг другу в плоскости укладки. Плоские слои собираются в пластины. Свойства получаются анизотропными. Для работы материала в изделии важно учитывать направление действующих нагрузок. Можно создать материалы как с изотропными, так и с анизотропными свойствами. Можно укладывать волокна под разными углами, варьируя свойства композиционных материалов. От порядка укладки слоев по толщине пакета зависят изгибные и крутильные жесткости материала. Применяется укладка упрочнителей из трех, четырех и более нитей. Наибольшее применение имеет структура из трех взаимно перпендикулярных нитей. Упрочнители могут располагаться в осевом, радиальном и окружном направлениях. Трехмерные материалы могут быть любой толщины в виде блоков, цилиндров. Объемные ткани увеличивают прочность на отрыв и сопротивление сдвигу по сравнению со слоистыми. Система из четырех нитей строится путем разложения упрочнителя по диагоналям куба. Структура из четырех нитей равновесна, имеет повышенную жесткость при сдвиге в главных плоскостях. Однако создание четырехнаправленных материалов сложнее, чем трехнаправленных.

Наибольшее применение в строительстве и технике получили композиционные материалы, армированные высокопрочными и высокомодульными непрерывными волокнами. К ним относят: полимерные композиционные материалы на основе термореактивных (эпоксидных, полиэфирных, феноло-формальдегидных, полиамидных и др.) и термопластичных связующих, армированных стеклянными (стеклопластики), углеродными (углепластики), органическими (органопластики), борными (боропластики) и др. волокнами; металлические композиционные материалы на основе сплавов Al, Mg, Cu, Ti, Ni, Сг, армированных борными, углеродными или карбидкремниевыми волокнами, а также стальной, молибденовой или вольфрамовой проволокой; композиционные материалы на основе углерода, армированного углеродными волокнами (углерод-углеродные материалы); композиционные материалы на основе керамики, армированной углеродными, карбидокремниевыми и др. жаростойкими волокнами и SiC. При использовании углеродных, стеклянных, амидных и борных волокон, содержащихся в материале в кол-ве 50-70%, созданы композиции с удельной прочностью и модулем упругости в 2-5 раз большими, чем у обычных конструкционных материалов и сплавов. Кроме того, волокнистые композиционные материалы превосходят металлы и сплавы по усталостной прочности, термостойкости, виброустойчивости, шумопоглощению, ударной вязкости и др. свойствам. Так, армирование сплавов Аl волокнами бора значительно улучшает их механические характеристики и позволяет повысить температуру эксплуатации сплава с 250-300 до 450-500 °С. Армирование проволокой (из W и Мо) и волокнами тугоплавких соединений используют при создании жаропрочных композиционных материалов на основе Ni, Cr, Co, Ti и их сплавов. Так, жаропрочные сплавы Ni, армированные волокнами, могут работать при 1300-1350°С. При изготовлении металлических волокнистых композиционных материалов нанесение металлической матрицы на наполнитель осуществляют в основном из расплава материала матрицы, электрохимическим осаждением или напылением. Формование изделий проводят гл. обр. методом пропитки каркаса из армирующих волокон расплавом металла под давлением до 10 МПа или соединением фольги (матричного материала) с армирующими волокнами с применением прокатки, прессования, экструзии при нагреве до температуры плавления материала матрицы.

Один из общих технологических методов изготовления полимерных и металлических волокнистых и слоистых композиционных материалов - выращивание кристаллов наполнителя в матрице непосредственно в процессе изготовления деталей. Такой метод применяют, напр., при создании эвтектических жаропрочных сплавов на основе Ni и Со. Легирование расплавов карбидными и интерметаллическими соединениями, образующими при охлаждении в контролируемых условиях волокнистые или пластинчатые кристаллы, приводит к упрочнению сплавов и позволяет повысить температуру их эксплуатации на 60-80oС. Композиционные материалы на основе углерода сочетают низкую плотность с высокой теплопроводностью, хим. стойкостью, постоянством размеров при резких перепадах температур, а также с возрастанием прочности и модуля упругости при нагреве до 2000 °С в инертной среде. Высокопрочные композиционные материалы на основе керамики получают при армировании волокнистыми наполнителями, а также металлическими и керамическими дисперсными частицами. Армирование непрерывными волокнами SiC позволяет получать композиционные материалы, характеризующиеся повышенной вязкостью, прочностью на изгиб и высокой стойкостью к окислению при высоких температурах. Однако армирование керамики волокнами не всегда приводит к значительному повышению ее прочностных свойств из-за отсутствия эластичного состояния материала при высоком значении его модуля упругости. Армирование дисперсными металлическими частицами позволяет создать керамико-металлические материалы (керметы), обладающие повышенной прочностью, теплопроводностью, стойкостью к тепловым ударам. При изготовлении керамических композиционных материалов обычно применяют горячее прессование, прессование с последующим спеканием, шликерное литье. Армирование материалов дисперсными металлическими частицами приводит к резкому повышению прочности вследствие создания барьеров на пути движения дислокаций. Такое армирование гл. обр. применяют при создании жаропрочных хромоникелевых сплавов. Материалы получают введением тонкодисперсных частиц в расплавленный металл с последующей обычной переработкой слитков в изделия. Введение, напр., ТhO2 или ZrO2 в сплав позволяет получать дисперсноупрочненные жаропрочные сплавы, длительно работающие под нагрузкой при 1100-1200°С (предел работоспособности обычных жаропрочных сплавов в тех же условиях 1000-1050°С). Перспективное направление создания высокопрочных композиционных материалов - армирование материалов нитевидными кристаллами ("усами"), которые вследствие малого диаметра практически лишены дефектов, имеющихся в более крупных кристаллах, и обладают высокой прочностью. Наиболее практический интерес представляют кристаллы Аl2О3, BeO, SiC, B4C, Si3N4, AlN и графита диаметром 1-30 мкм и длиной 0,3-15 мм. Используют такие наполнители в виде ориентированной пряжи или изотропных слоистых материалов наподобие бумаги, картона, войлока. Введение в композицию нитевидных кристаллов может придавать ей необычные сочетания электрических и магнитных свойств. Выбор и назначение композиционных материалов во многом определяются условиями нагружения и температурой эксплуатации деталей или конструкций, технол. возможностями. Наиболее доступны и освоены полимерные композиционные материалы. Большая номенклатура матриц в виде термореактивных и термопластичных полимеров обеспечивает широкий выбор композиционные материалы для работы в диапазоне от отрицательных температур до 100-200°С - для органопластиков, до 300-400 °С - для стекло-, угле - и боропластиков. Полимерные композиционные материалы с полиэфирной и эпоксидной матрицей работают до 120-200°, с феноло-формальдегидной - до 200-300 °С, полиимидной и кремнийорганической - до 250-400°С. Металлические композиционные материалы на основе Аl, Mg и их сплавов, армированные волокнами из В, С, SiC, применяют до 400-500°С; композиционные материалы на основе сплавов Ni и Со работают при температуре до 1100-1200 °С, на основе тугоплавких металлов и соединений - до 1500-1700°С, на основе углерода и керамики - до 1700-2000 °С. Использование композитов в качестве конструкционных, теплозащитных, антифрикционных, радио - и электротехнических и др. материалов позволяет снизить массу конструкции, повысить ресурсы и мощности машин и агрегатов, создать принципиально новые узлы, детали и конструкции. Все виды композиционные материалы применяют в химической, текстильной, горнорудной, металлургической промышленности, машиностроении, на транспорте, для изготовления спортивного снаряжения и др.

## 3. Экономическая эффективность применения композиционных материалов

Области применения композиционных материалов не ограничены. Они применяются в авиации для высоконагруженных деталей (обшивки, лонжеронов, нервюр, панелей, лопаток компрессора и турбины и т. д.), в космической технике для узлов силовых конструкций аппаратов, для элементов жесткости, панелей, в автомобилестроении для облегчения кузовов, рессор, рам, панелей кузовов, бамперов и т. д., в горной промышленности (буровой инструмент, детали комбайнов и т. д.), в гражданском строительстве (пролеты мостов, элементы сборных конструкций высотных сооружений и т. д.) и в других областях народного хозяйства.

Применение композиционных материалов обеспечивает новый качественный скачек в увеличении мощности двигателей, энергетических и транспортных установок, уменьшении массы машин и приборов. Композиционные материалы с неметаллической матрицей, а именно полимерные карбоволокниты используют в судо- и автомобилестроении (кузова гоночных машин, шасси, гребные винты); из них изготовляют подшипники, панели отопления, спортивный инвентарь, части ЭВМ. Высокомодульные карбоволокниты применяют для изготовления деталей авиационной техники, аппаратуры для химической промышленности, в рентгеновском оборудовании и другом. Карбоволокниты с углеродной матрицей заменяют различные типы графитов. Они применяются для тепловой защиты, дисков авиационных тормозов, химически стойкой аппаратуры. Изделия из бороволокнитов применяют в авиационной и космической технике (профили, панели, роторы и лопатки компрессоров, лопасти винтов, трансмиссионные валы вертолетов и т. д.). Органоволокниты применяют в качестве изоляционного и конструкционного материала в электрорадиопромышленности, авиационной технике и т. д.

Список использованной литературы

1. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы/ Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов. - М.: Стройиздат, 1986.
2. Строительные материалы / Под ред.В.Г. Микульского. - М.: АСВ, 2000.
3. Общий курс строительных материалов / Под ред. И.А. Рыбьева. - М.: Высшая школа, 1987.
4. Строительные материалы / Под ред.Г.И. Горчакова. - М: Высшая школа, 1982.
5. Эвальд В.В. Строительные материалы, их изготовление, свойства и испытания/ В.В. Эвальд. - С-Пб.: Л-М, 14-ое изд.,1933.