

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ»

***УНК Пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ***

Кафедра пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств

**Курсовая работа**

**Жаропрочные композиционные материалы**

Выполнил:

Студент СЭв-122 А.В. Савицкая

Проверил:

К.ф.-м.н., доцент кафедры В.А.Калентьев

Екатеринбург

2022

**Оглавление**

Введение 3

Глава 1. История появление и развитие 4

Глава 2. Состав и строения композита 6

Глава 3. Свойства пластмасс 9

Глава 4. Методы обработки пластмассы 11

Глава 5. Определение, строение и классификация сталей 12

Глава 6. История возникновения стали 13

Глава 7. Свойства стали 14

Глава 8. Обработка стали 16

Список используемых источников 21

**Введение**

Знакомство со свойствами многих материалов в окружающем нас мире позволяет говорить об их необычности. Если металлы со свойственной им высокой прочностью и пластичностью, или бетон с его высокой жесткостью и хрупкостью, или пластики с их низкой прочностью и податливостью являются для нас привычными материалами, то имеется значительная группа материалов, поражающая необычным сочетанием свойств разнородных материалов. Так, всем хорошо известный железобетон позволяет сооружать конструкции, выдерживающие большие изгибающие нагрузки (пролеты

мостов, балки, оболочки), которые категорически противопоказаны исходному бетону,

- он растрескивается при достаточно небольших изгибающих нагрузках. Если сравнить прочность двух стержней одинакового сечения из древесины и бамбука, то можно убедиться, что бамбук приблизительно в два раза более прочен и гибок. В течение длительного времени эти его особенности использовали при изготовлении шестов для прыжков, для изготовления корабельных мачт и т.д. Необыкновенным сочетанием

прочности, жесткости и легкости характеризуются кости животных и человека. Особенно высоки характеристики трубчатых костей птиц, имеющих минимальный вес. Изготовленные из любого из известных материалов подобные изделия имели бы несравненно большую массу. Наконец, изверженная вулканическая лава, обладая химическим составом достаточно хорошо известных горных пород, характеризуется очень низкой плотностью (даже менее единицы) в сочетании с достаточной прочностью и хорошими теплоизоляционными свойствами, предопределяющими

возможность применения, например, в строительстве. Такие материалы,

сочетающие в себе свойства, присущие порознь нескольким материалам,

называются обычно композиционными материалами (КМ)

**Глава 1. История появления и развития**

История использования человеком композиционных материалов насчитывает много веков, а представление о композиционных материалах заимствовано человеком у природы. Уже на ранних стадиях развития цивилизации человек использовал для строительства кирпич из глины, в которую замешивалась солома, придававшая повышенную прочность. Использование природных битумов позволило повысить водостойкость природных материалов и изготавливать суда из камыша, пропитанного битумом. Прослеживается определенная аналогия между мумификацией умерших с последующей обмоткой тела в виде кокона из полос ткани и современными технологиями обмотки корпусов ракет. В начале 40 - х годов появились первые высокопрочные КМ, которым и являлись армированные пластики. Приближение второй мировой войны стимулировало развитие исследований в области их производства. К началу войны были созданы КМ, механические свойства которых конкурировали со свойствами традиционных материалов, а в США уже началось промышленное производство деталей из композита, представлявшего собой хлопковое полотно, пропитанное фенольной смолой. Технологический процесс, включал в себя отверждение под низким давлением. Через несколько лет появились КМ, армированные стекловолокном. Поначалу они применялись для усиления отдельных узлов конструкций самолетов в качестве облицовочных материалов. Позднее широкое применение нашли сотовые и сэндвичевые конструкции из стекловолоконных КМ. В середине 50 - х годов XX - го века началось активное применение КМ в авиастроении. Тогда же началось исследование возможностей применения при производстве КМ высокопрочных волокон на основе углерода и бора, а также промышленное производство этих волокон. Через 20 лет применение КМ в авиастроении стало обычным явлением.

Первым предприятием «Росатома», где для ремонта и реконструкции были применены КМ, на основе углеродного волокна, стал Ковровский Механический завод. Предприятие занимается производством газовых центрифуг, для обогащения урана, который необходим для обеспечения работы ядерных реакторов атомных электростанций.

# **Глава 2. Состав и строение композита**

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.

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-формальд., полиамидных и др.) и термопластичных связующих, армированных стеклянными (стеклопластики), углеродными (углепластики), орг. (органопластики), борными (боропластики) и др. волокнами; металлич. 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, арамидных и борных волокон, содержащихся в материале в кол-ве 50-70%, созданы композиции (см. табл) с уд. 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 т-ру 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 нагр. до т-ры плавления материала матрицы.

**Глава 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 электро – радио промышленности, авиационной технике и т. д.

**Глава 4. 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.

**Глава 5. 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.

# **Глава 6. Требования к композитным материалам**

Проблема поиска идеального пломбировочного материала до настоящего времени полностью не решена, что подтверждается большим количеством новых разработок в материаловедении. На создание нового материала и выход его на стоматологический рынок уходит в среднем 4–6 лет. На доклиническом этапе тщательно изучаются физические, химические, биологические свойства научно-обоснованных требований к классу «Композиционные материалы»:

1.Универсальность, удобство и легкость в применении. 2.Устойчивостькнагрузке.

3.Биосовместимость отсутствие раздражения. 4.Физическиеиоптическиесвойстваподобныетвердымтканямзуба. 5.Нерастворимостьвротовойжидкости.

6.Длительныйсрокхранения. 7.Отсутствиесенсибилизирующегодействиянапациентаиврача. 8.Доступность.

# **Глава 7. Принципы классификации композиционных материалов**

# Систематизация композиционных материалов является сложной задачей, так как ассортимент их очень широкий, постоянно обновляется. Основные классификационные принципы изложены ниже

# **7.1** **По химическому составу**

1.Традиционные композиционные материалы.

2.Ормокеры (органически модифицированная керамика).

# **7.2** **По консистенции**

1.Композиционные материалы низкой плотности (жидкие, текучие).

2.Композиционные материалы средней плотности.

3.Композиционные материалы высокой плотности (пакуемые).

# **7.3 По виду наполнителя**

1.Макрофильныекомпозиционныематериалы.

2.Микрофильныекомпозиционныематериалы. 3.Гибридныекомпозиционныематериалы.

4.Нанокомпозиционныематериалы.

5.Гиомеры.

6.Керомеры.

# **7.4 По показаниям к применению**

1.Универсальные композиционные материалы.

2.Композиционные материалы для реставрации передних зубов. 3.Композиционные материалы для реставрации боковых зубов.

**7.5 По форме выпуска**

1.Паста-паставотдельныхбаночках (химиокомпозиты).

2.Пастаилигельвшприцах.

3.Пастаилигельвкапсулах.

**Глава 8. Волокнистые композиционные материалы**

Композиционные материалы с волокнистым наполнителем (упрочнителем) по механизму армирующего действия делят на дискретные, в которых отношение длины волокна к диаметру l/d ≈ 10÷103, и с непрерывным волокном, в которых l/d = ∞. Дискретные волокна располагаются в матрице хаотично. Диаметр волокон от долей до сотен микрометров. Чем больше отношение длины 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 50–100 %), модуля упругости, коэффициента жесткости (Е/γ) и пониженной склонностью к трещинообразованию. Применение композиционных материалов повышает жесткость конструкции при одновременном снижении ее металлоемкости.

Таблица1. Механические свойства композиционных материалов на металлической основе

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал | σВ | σ-1 | Е, ГПа | σВ/γ | Е/γ |
| МПа | |
| Бор–алюминий (ВКА–1А) | 1300 | 600 | 220 | 500 | 84,6 |
| Бор–магний (ВКМ–1) | 1300 | 500 | 220 | 590 | 100 |
| Алюминий–углерод (ВКУ–1) | 900 | 300 | 220 | 450 | 100 |
| Алюминий–сталь (КАС–1А) | 1700 | 350 | 110 | 370 | 24,40 |
| Никель–вольфрам (ВКН–1) | 700 | 150 | – | – | – |

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 (σВ = 2500÷3500 МПа, Е = 38÷420 ГПа) и углеродные (σВ = 1400÷3500 МПа, Е = 160÷450 ГПа) волокна, а также волокна из тугоплавких соединений (карбидов, нитридов, боридов и оксидов), имеющих высокие прочность и модуль упругости. Так, волокна карбида кремния диаметром 100 мкм имеют σВ = 2500÷3500 МПа, Е = 450 ГПа. Нередко используют в качестве волокон проволоку из высокопрочных сталей.

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., имеющие σВ = 15000÷28000 МПа и Е = 400÷600 ГПа.

В табл.1 приведены свойства некоторых волокнистых композиционных материалов.

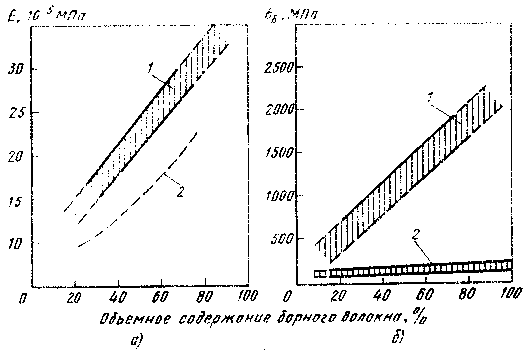


Рис.5. Зависимость модуля упругости Е (а) и временного сопротивления σВ (б) бороалюминиевого композиционного материала вдоль (1) и поперек (2) оси армирования от объемного содержания борного волокна

Композиционные материалы на металлической основе обладают высокой прочностью (σВ, σ-1) и жаропрочностью, в то же время они малопластичны. Однако волокна в композиционных материалах уменьшают скорость распространения трещин, зарождающихся в матрице, и практически полностью исключают внезапное хрупкое разрушение. Отличительной особенностью одноосных волокнистых композиционных материалов являются анизотропия механических свойств вдоль к поперек волокон и малая чувствительность к концентраторам напряжения,

На рис.5 приведена зависимость σВ и Е бороалюминиевого композиционного материала от содержания борного волокна вдоль (1) и поперек (2) оси армирования. Чем больше объемное содержание волокон, тем выше σВ, σ-1 и Е вдоль оси армирования. Однако 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 %.

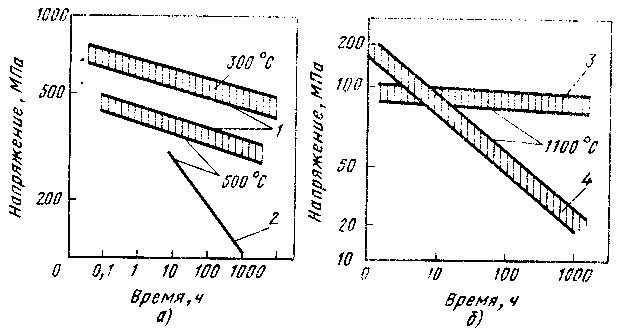


Рис.6. Длительная прочность бороалюминиевого композиционного материала, содержащего 50% борного волокна, в сравнении с прочностью титановых сплавов (а) и длительная прочность никелевого композиционного материала в сравнении с прочностью дисперсионно-твердеющих сплавов (б)

Матрица и волокно не должны между собой взаимодействовать (должна отсутствовать взаимная диффузия) при изготовлении или эксплуатации, так как это может привести к понижению прочности композиционного материала.

Анизотропия свойств волокнистых композиционных материалов учитывается при конструировании деталей для оптимизации свойств путем согласования поля сопротивления с полями напряжения.

Армирование алюминиевых, магниевых и титановых сплавов непрерывными тугоплавкими волокнами бора, карбида кремния, диборида титана и оксида алюминия значительно повышает жаропрочность. Особенностью композиционных материалов является малая скорость разупрочнения во времени (рис.6, а) с повышением температуры.

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

.

**Заключение**

Композиционный материал конструкционный (металлический или неметаллический) материал, в котором имеются усиливающие его элементы в виде нитей, волокон или хлопьев более прочного материала. Примеры композиционных материалов: пластик, армированный борными, углеродными, стеклянными волокнами, жгутами или тканями на их основе; алюминий, армированный нитями стали, бериллия.

Комбинируя объемное содержание компонентов, можно получать композиционные материалы с требуемыми значениями прочности, жаропрочности, модуля упругости, абразивной стойкости, а также создавать композиции с необходимыми магнитными, диэлектрическими, радиопоглощающими и другими специальными свойствами.

# **Список используемых источников**

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.