

1. АРМИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Цель работы: изучение структуры и состава армированных КМ.

Задание: изучить строение, виды и свойства армированных КМ.

1.1. Структура и состав композиционных материалов

Композиционными называют сложные материалы, в состав которых входят отличающиеся по свойствам нерастворимые друг в друге компоненты. Основой композиционных материалов (КМ) является сравнительно пластичный материал, называемый матрицей. В матрице равномерно распределены более твердые и прочные вещества, называемые упрочнителями или наполнителями. Матрица может быть металлической, полимерной, углеродной и керамической. По форме упрочнителя КМ делятся на дисперсно-упрочненные (с нульмерными упрочнителями), волокнистые (с одномерными упрочнителями) и сложные (с двумерными упрочнителями).

Нульмерные упрочнители имеют очень малые размеры одного порядка во всех трех измерениях. Ими являются дисперсные частички карбидов, оксидов, нитридов и др. В дисперсно-упрочненных материалах несущим компонентом, воспринимающим нагрузки, является матрица. Дисперсные частицы препятствуют движению дислокаций при деформировании материала, за счет чего и происходит упрочнение. Поэтому дисперсно-упрочненные материалы имеют металлическую матрицу. Эти материалы характеризуются высокими показателями длительной прочности и сопротивления ползучести и применяются в качестве жаропрочных.

Одномерные упрочнители имеют малые размеры в двух измерениях и значительно превосходящий их размер в третьем измерении. Этими упрочнителями являются различные волокна, нитевидные кристаллы тугоплавок соединений, проволока. В волокнистых композиционных материалах несущим компонентом является упрочнитель, а матрица служит для соединения упрочнителя и передачи ему высоких нагрузок. Содержание упрочнителя в волокнистых материалах колеблется в широких пределах - от 15 до 75 % (по объему).

Двумерные упрочнители имеют малые размеры в одном измерении и значительные размеры в двух других измерениях. Такими упрочнителями служат ткани, фольга, листы и др., которые чередуются с матричным материалом. Компонентом, воспринимающим нагрузку в слоистых композиционных материалах, также является упрочнитель.

По схеме расположения упрочнителя различают КМ с одноосным (линейным), двухосным (плоскостным) и трехосным (объемным) расположением упрочнителя. При одноосном расположении могут использоваться нульмерные и одномерные упрочнители. Одномерные

располагаются параллельно друг другу, а нульмерные так, чтобы расстояние между ними по одной оси было значительно меньше, чем по двум другим.

При двухосном расположении могут использоваться любые формы упрочнителей, которые располагаются в параллельных плоскостях. При трехосном расположении используются нульмерные и одномерные упрочнители, которые распределены равномерно во всех трех направлениях (рис. 1.1, а-з).

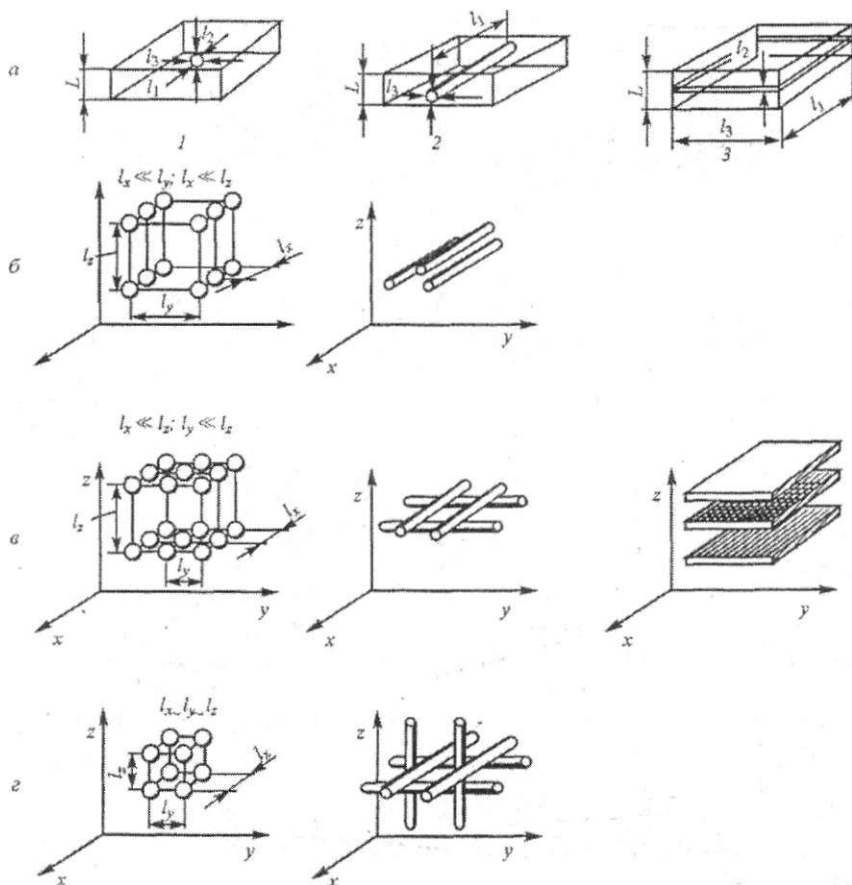


Рис. 1.1. Формы наполнителя (а) и схемы армирования (б-з) КМ

Существуют полиматричные и полиармированные композиционные материалы (рис. 1.2). Полиматричные материалы имеют комбинированные матрицы, состоящие из чередующихся слоев матриц с различным химическим

составом. Полиармированные материалы имеют одновременно упрочнители различной формы или одной формы, но разного химического состава. Например, полимерная матрица с нульмерным и одномерным упрочнителем или полимерная матрица, упрочненная одновременно двумя видами волокон.

Так, для повышения модуля упругости КМ с полимерной матрицей, армированной стеклянным волокном, дополнительно вводят волокно бора (рис. 1.3).

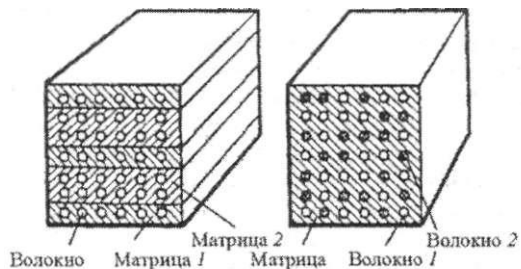


Рис. 1.2. Схема полиматричного и полиармированного КМ

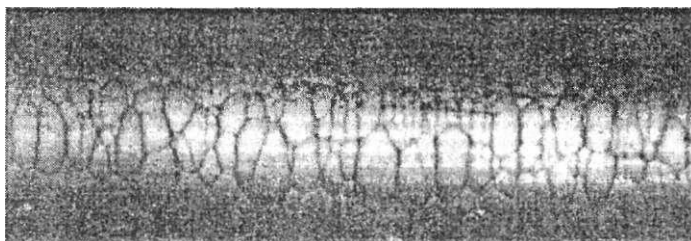


Рис. 1.3. Структура поверхности борного волокна. X100

Для расширения комплекса свойств или уяснения какого-либо свойства при армировании КМ одновременно используют наполнители различной формы (рис. 1.4). Например, для увеличения прочности связи между одномерными наполнителями (стеклянным или углеродным волокном) и полимерной матрицей в нее вводят нульмерный упрочнитель (частицы асбеста, карбида кремния и др.). С этой же целью применяют армирование наполнителями одной формы, но разного состава. Так для повышения модуля упругости КМ с полимерной матрицей, армированной стеклянным волокном, дополнительно вводят волокно бора. КМ, которые содержат два или более различных наполнителя, называют полиармированными. Если КМ состоят из трех или более компонентов, они называются гибридными.

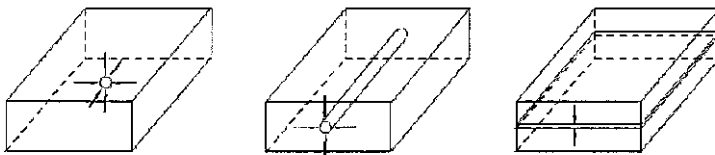


Рис. 14. Формы наполнителей
Схемы армирования КМ: трехосная, двухосная и одноосная

1.2. Гибридные композиционные материалы

К классу гибридных КМ относятся полиматричные и полиармированные КМ. В зависимости от распределения компонентов гибридные КМ подразделяют на следующие виды:

- однородные - с равномерным распределением каждого компонента по объему КМ;
- с линейной неоднородностью - волокна одного или обоих армирующих компонентов объединены в жгуты, равномерно объединены по объему КМ;
- с плоскостной неоднородностью - волокна каждого компонента образуют чередующиеся слои.

Макронеоднородные - волокна различных компонентов образуют зоны, соизмеримые с размером изделия. К наиболее технологичным относятся гибридные КМ с плоскостной неоднородностью и макронеоднородные. Возникающие при их изготовлении термические напряжения можно устранить или свести к минимуму оптимальным подбором состава компонентов как матриц, так и наполнителей, что приводит к значительному повышению технологических и эксплуатационных свойств гибридных КМ по сравнению с двухкомпонентными материалами. Например, коэффициент линейного расширения стекло- и углеволоконитов значительно изменяется с увеличением температуры, в то время как у стекловолоконитов и органоволоконитов он остается постоянным в широком интервале температур. Применение стеклянного и углеродных волокон в гибридных КМ позволяет повысить модуль упругости за счет увеличения объемного содержания углеродного наполнителя. К новому поколению гибридных КМ относятся алюмополимерные КМ, состоящие из чередующихся склеенных тонких листов (0,3-0,8 мм) алюминиевых деформированных сплавов и прослоек полимера (0,2-0,5 мм), армированных стеклянным или органическим волокном. Типичная структура алюмополимерного КМ состоит из двух слоев алюминиевого сплава и прослойки армированного полимера (2:1) или из трех слоев алюминиевого сплава, разделенных прослойками стекло- или органоволоконитов (3:2). При этом слои алюминиевого сплава всегда расположены на поверхности КМ.

По сравнению с обычными алюминиевыми сплавами эти материалы отличаются пониженной плотностью (на 15-20 %), повышенными прочностными и усталостными характеристиками. Скорость развития

усталостной трещины у них на порядок ниже, чем у соответствующих алюминиевых сплавов. Кроме того, они имеют высокие акустические и демпфирующие свойства.

Вопросы

1. Что называем композиционными материалами (КМ) и какова его структура?
2. Какие существуют упрочнители для КМ?
3. Опишите об особенностях КМ с нульмерными упрочнителями.
4. Какие бывают формы наполнителя?
5. Нарисуйте схемы армирования.
6. Какие роли играют в КМ матрица и наполнитель?
7. Каковы структура и свойства КМ (одномерные, двумерные наполнители)?
8. Что знаете о полиармированных и полиматричных КМ?
9. Какие КМ называют гибридными?
10. Опишите структуру и свойства гибридных КМ.
11. Какие строения и свойства у гибридного алюмополимерного КМ?

Порядок выполнения работы

1. Изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении работ.
2. Изучить изложенный материал.
3. Ответить на вопросы в письменном виде в форме отчета по лабораторной работе.
4. Отчет представляет собой ответы на вопросы, подкрепленные рисунками и графиками.
5. Отчет готовится отдельно каждым студентом и является допуском для защиты. Успешная защита отчета является основанием для зачета по каждой лабораторной работе.