

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ВИДЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	8
2. ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	14
Лабораторная работа № 1. Проектирование состава и определение технологических свойств сталефибробетонной смеси.....	14
Лабораторная работа № 2. Определение свойств сталефибробетона.....	18
3. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЫ.....	21
Лабораторная работа № 3. Исследование свойств полимербетона с заданными свойствами	21
4. КОМПОЗИТЫ, АРМИРОВАННЫЕ ДРЕВЕСНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ	24
Лабораторная работа № 4. Исследование свойств древесных композитов.....	24
5. КОМПОЗИЦИОННЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА. ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ	28
Лабораторная работа № 5. Определение удельной поверхности цемента	28
Лабораторная работа № 6. Определение нормальной густоты цементного теста.....	29
Лабораторная работа № 7. Определение сроков схватывания цементного теста	31
Лабораторная работа № 8. Определение прочности портландцемента	33
Лабораторная работа № 9. Определение пористости цементного камня	36
Лабораторная работа № 10. Определение равномерности изменения объема портландцемента	37
6. ВЫСОКОПРОЧНЫЕ БЕТОНЫ.....	39
Лабораторная работа № 11. Проектирование состава высокопрочного бетона	39
7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ.....	41
Лабораторная работа № 12. Определение технологических свойств бетонных смесей	41
Лабораторная работа № 13. Определение средней плотности бетонной смеси	43
Лабораторная работа № 14. Определение основных свойств бетонов	44
Лабораторная работа № 15. Определение прочности бетона на сжатие	45
Лабораторная работа № 16. Определение прочности бетона на растяжение при изгибе	45
Лабораторная работа № 17. Проектирование состава самоуплотняющегося бетона	47
Лабораторная работа № 18. Определение свойств самоуплотняющейся бетонной смеси	48
8. СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ	51
Лабораторная работа № 19. Определение зернового состава и модуля крупности песка.....	52
Лабораторная работа № 20. Определение водопотребности и влажности песка	55
Лабораторная работа № 21. Определение подвижности растворной смеси	56
Лабораторная работа № 22. Определение плотности растворной смеси и выхода раствора из сухой смеси	57

Лабораторная работа № 23. Определение выхода раствора из сухой смеси.....	58
Лабораторная работа № 24. Определение расслаиваемости растворной смеси	59
Лабораторная работа № 25. Определение подвижности смеси по расплыву кольца и ее жизнеспособность	60
Лабораторная работа № 26. Определение подвижности пластичных растворных смесей по расплыву конуса	62
Лабораторная работа № 27. Определение жизнеспособности растворной смеси	63
Лабораторная работа № 28. Определение водоудерживающей способности растворной смеси.....	63
Лабораторная работа № 29. Определение предела прочности на растяжение при изгибе и сжатии	65
Лабораторная работа № 30. Определение стойкости к сползанию	66
Лабораторная работа № 31. Определение морозостойкости растворов.....	67
Лабораторная работа № 32. Определение прочности сцепления раствора с основанием.....	69
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	72

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Лабораторный практикум по композиционным материалам и бетонам предназначен для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 08.03.01 «*Строительство*» и магистратуре по направлению подготовки 08.04.01 «*Строительство*».

Методические рекомендации составлены для выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Технология бетона, строительных изделий и конструкций», «Технология высокофункциональных бетонов» и «Технология сухих строительных смесей».

Целью данных дисциплин является приобретение студентами углубленных знаний по специальности «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций» для последующей производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности в области производства и применения строительных материалов.

Задачей курса является приобретение знаний, необходимых специалистам в области производства вяжущих материалов, бетонов и сухих строительных смесей для получения продукции с заданными свойствами и технически грамотного ее применения.

Дисциплина рассчитана на подготовку бакалавров и магистров в соответствии с действующим учебным планом обучения.

Работа студента над курсом состоит в следующем: самостоятельное изучение рекомендованной литературы, посещение лекций; индивидуальные консультации; выполнение лабораторного практикума; выполнение курсового проекта и курсовой работы, сдача зачета или экзамена по курсу.

ВВЕДЕНИЕ

Композиционные материалы — искусственные многокомпонентные материалы, состоящие из основы — матрицы и наполнителей, играющих укрепляющую и некоторые другие роли. Между фазами (компонентами) композита имеется граница раздела фаз.

Сочетание разнородных веществ приводит к созданию нового материала, свойства которого существенно отличаются от свойств каждого из составляющих его элементов. Признаком композиционного материала является заметное взаимное влияние составных элементов композита, т.е. их новое качество, эффект.

Большое значение имеет расположение элементов композитного материала как в направлениях действующих нагрузок, так и по отношению друг к другу, т.е. упорядоченность. Высокопрочные композиты, как правило, имеют высокоупорядоченную структуру. На свойства композиционного материала в значительной степени влияют условия (методы) получения (температура, давление и др. воздействия). Комбинируя объемное содержание компонентов, можно, в зависимости от назначения, получать композиционные материалы с требуемыми значениями прочности, жаропрочности, модуля упругости, абразивной стойкости, а также создавать композиционные материалы с необходимыми магнитными, диэлектрическими, радиопоглощающими и другими специальными свойствами. По механической структуре композиционные материалы делятся на несколько основных классов: волокнистые, слоистые, дисперсно-упрочненные, упрочненные частицами и нанокомпозиты. Подбор компонентов, расчет состава и определение оптимальных технологических переделов при получении композиционных материалов с заданными свойствами — сложные инженерные задачи, решение которых требует высокого уровня знаний по различным дисциплинам.

1. ВИДЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Композиционными материалами называют искусственные многокомпонентные материалы, состоящие из матрицы и наполнителя. При этом между составляющими компонентами композита имеется четкая граница раздела фаз.

Прочностные, эксплуатационные и другие свойства композиционного материала зависят от соотношения трех основных параметров:

- прочности армирующих компонентов;
- свойств и жесткости матрицы;
- межфазового взаимодействия на границе между связующим и наполнителем.

За основные признаки композитов приняты следующие:

- композиционный материал должен быть создан человеком;
- композиционный материал (или композиция) образуется за счет объемного сочетания составляющих его компонентов;
- композит должен обладать свойствами, которыми не обладает ни одна из его составляющих;
- разнородные компоненты композита не должны химически взаимодействовать между собой;
- композиционный материал должен состоять не менее чем из двух разнородных компонентов с четкой границей раздела между ними.

Условия, необходимые для создания композиционных материалов

При выборе материалов для изготовления композита необходимо, чтобы между компонентами присутствовала физико-химическая совместимость, которая сводится к следующему:

- при изготовлении и в условиях эксплуатации компоненты, входящие в состав композита, не должны образовывать химических соединений или твердых растворов, которые могут снизить прочность армирующих элементов;
- для выбранных компонентов необходимо обеспечить прочную связь между матрицей и наполнителем;
- различие между коэффициентами термического расширения компонентов не должно вызывать разрушения или растрескивания какого-либо из них в составе композита;
- отсутствие остаточных деформаций при асимметричном цикле нагружения, способствующих снижению прочности композита;
- полученный композиционный материал должен иметь лучшие показатели по удельной прочности и жесткости, чем монолитные материалы, используемые для создания самого композита в данных условиях;
- вновь созданный композит должен быть экономически более эффективным, чем существующие материалы.

Композиционные материалы различают:

- по материалу матрицы;
- армирующим компонентам;
- по геометрии компонентов, их структуре и расположению в композите;
- методам изготовления.

Наиболее широко применяется классификация композитов по материалу матрицы. В соответствии с этим композиционные материалы подразделяются на металлические и неметаллические. К металлическим относятся композиты на металлической матрице. К неметаллическим матрицам относятся цементные, керамические, полимерные, углеродистые материалы.

В композиционных материалах существенная роль отводится матрице, которая выполняет следующие функции:

- обеспечивает монолитность композита;
- играет укрепляющую функцию;
- фиксирует взаимное расположение армирующих компонентов (волокон, дисперсных частиц) и форму изделия;
- выполняет функцию равномерного распределения действующих напряжений по всему объему материала на наполнитель, а также ее перераспределение при разрушении части волокон.

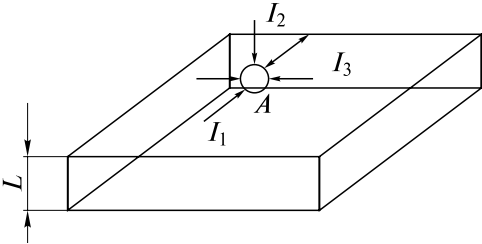
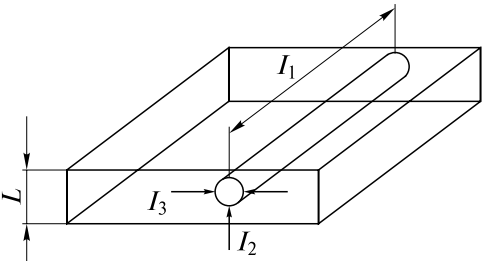
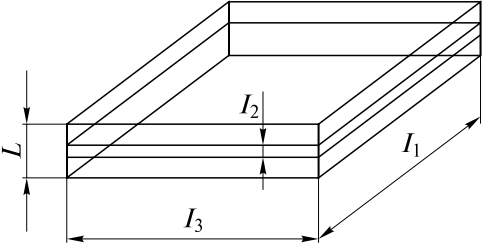
В качестве матрицы и наполнителя применяются самые разнообразные по природе и происхождению материалы. Существуют композиты на основе металлов, керамики, стекло, цементного камня, углерода, полимеров и других материалов. Матрица (связующее) является пластичной, а наполнитель (армирующие компоненты) обладает высокой прочностью и жесткостью.

Классификация композитов по геометрии наполнителей

В зависимости от геометрии армирующих элементов и их взаимного расположения свойства композитов могут быть одинаковыми во всех направлениях — изотропными (дисперсно-упрочненные КМ) и различными — анизотропными (КМ, упрочненные непрерывными волокнами, ориентированными в определенных направлениях).

Таблица 1

Классификация наполнителя по форме

Компонент	Геометрия компонента	Соотношение размеров
Нульмерный		
Одномерный		
Двумерный		

Композиты в зависимости от геометрических размеров наполнителя подразделяются на (табл. 1):

- нульмерные или дисперсно-упрочненные, т.е. упрочненные частицами с весьма соизмеримо малыми размерами в трех измерениях;

- одномерные, армированные волокнами, с малыми размерами в двух направлениях и значительно превосходящим размером в третьем измерении;
- двумерные, армированные наполнителем в виде слоев, листов, пластин или тканей с двумя размерами, соизмеримыми с размером композиционного материала и значительно превосходящими третий размер.

Применение наполнителей различной формы и природы способствует улучшению физических, технологических и эксплуатационных свойств композитов. Например, для увеличения прочности связи между волокнами на основе углерода или стекла в полимерное связующее вводятся частицы карбида кремния. Для повышения модуля упругости композиционных материалов с полимерной матрицей совместно вводятся волокна на основе стекла и бора.

Классификация композитов по расположению и виду армирующего компонента

Наполнители композитов могут выполнять различные функции. В зависимости от назначения наполнители подразделяются на армирующие (усиливающие механические свойства) и технологические (изменяющие фрикционные, электрические, теплофизические и другие свойства).

По типу армирующего компонента и его ориентации композиты подразделяют на изотропные и анизотропные. Изотропные обладают одинаковыми свойствами во всех направлениях. К ним относятся композиты с порошкообразными наполнителями. К числу изотропных условно можно отнести композиты с дискретными частицами. Свойства материалов с анизотропными свойствами зависят от направлений расположения армирующих компонентов, которые могут быть однонаправленными, слоистыми и трехмерно-направленными.

Существенную роль на свойства композита оказывает характер расположения составляющих его элементов как в направлениях действующих нагрузок, так и по отношению друг к другу, т.е. их упорядоченность. Композиты, обладающие высокой прочностью, обладают, как правило, высокоупорядоченной структурой.

Варьируя объемное содержание составляющих компонентов, можно получать композиционные материалы с заданными свойствами: высокой прочностью, жаростойкостью, высоким модулем упругости, абразивной стойкостью, а также необходимыми магнитными, диэлектрическими, радиопоглощающими показателями.

В зависимости от схемы армирования или расположения армирующих компонентов в матрице различают (рис. 1, *a–в*):

1. Композиты с одноосным (линейным) расположением армирующих компонентов в матрице, представляющих собой нульмерные и одномерные наполнители в виде частиц, волокон, нитей, ориентированных цепочек нитевидных кристаллов. При этом расстояние между нульмерными наполнителями вдоль одного направления значительно меньше, чем по двум другим, т.е. содержание нульмерных наполнителей в композитах по объему составляет 1–5 %. При одноосном армировании одномерные наполнители располагаются параллельно друг другу.

2. Композиты с двухосным (плоскостным) расположением армирующего компонента в виде нульмерных, одномерных и двумерных наполнителей, представляющих собой частицы, волокна, фольгу, маты. При этом, в случае армирования нульмерными и одномерными наполнителями, они располагаются параллельно друг другу со значительно меньшим расстоянием между собой в пределах плоскости, чем между самими плоскостями, т.е. содержание нульмерных армирующих компонентов по объему может достигать 15–16 %. Одномерные наполнители располагаются параллельно в границах данной плоскости, но по отношению к другим плоскостям обычно под разными углами. Двумерные наполнители расположены параллельно друг другу.

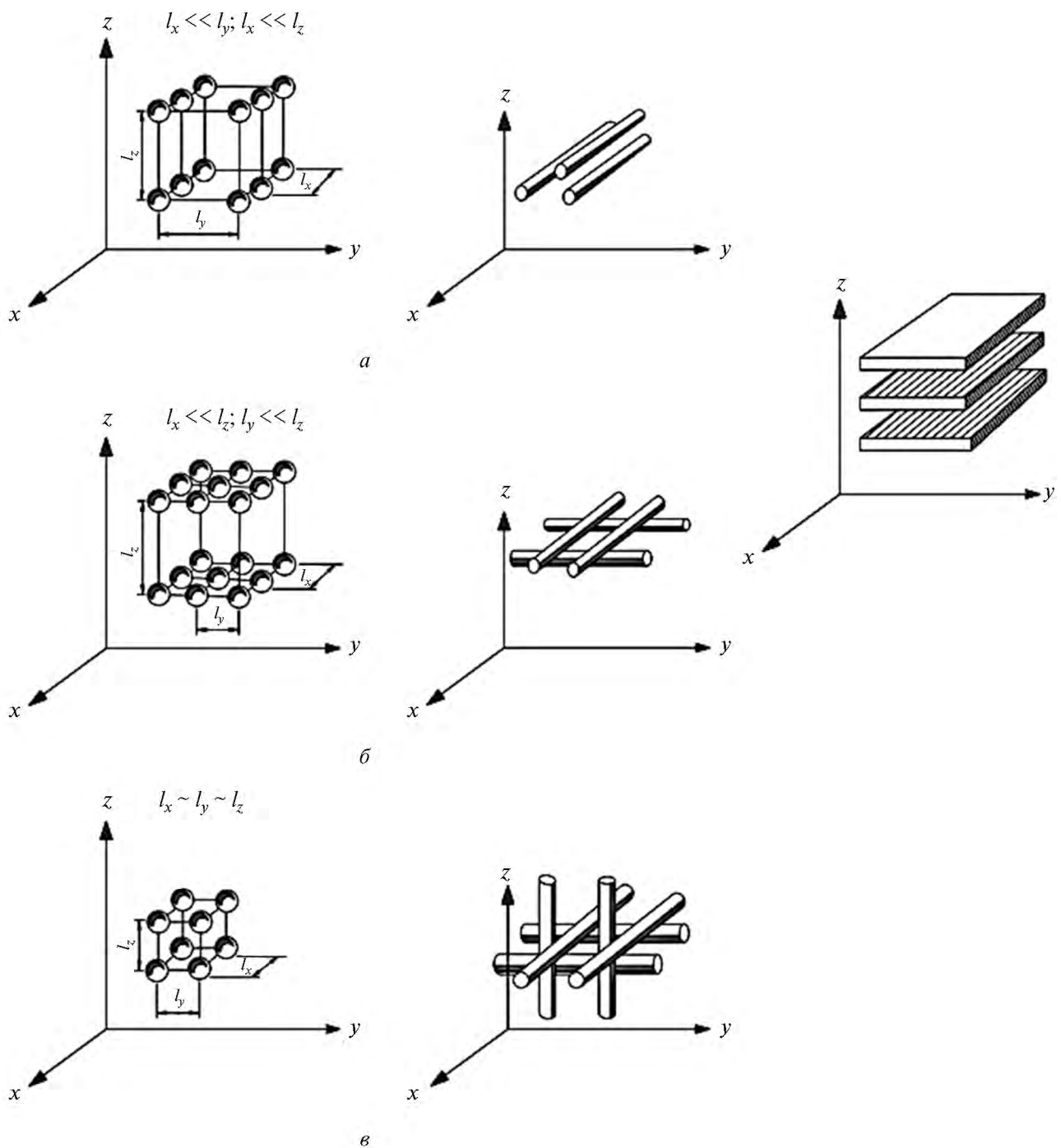


Рис. 1. Классификация композитов по схеме армирования:
a — одноосное армирование; *б* — двуосное армирование; *в* — трехосное армирование

3. Трехосное (объемное) армирование характеризуется отсутствием какого-либо направления в распределении наполнителя. Для армирования используют нульмерные и одномерные наполнители (табл. 1). Располагаются нульмерные наполнители на одинаковом расстоянии друг от друга во всех трех измерениях в пределах одного порядка, т.е. при этом их содержание в матрице по объему может превышать 15 %.

Композиционные материалы, которые в своем составе содержат наполнители различной природы, носят название гибридных (полиармированных) (рис. 2, *a*, *б*).

Наполнители композитов могут выполнять различные функции. В зависимости от назначения наполнители подразделяются на армирующие (усиливающие механические свойства) и технологические (изменяющие фрикционные, электрические, теплофизические и другие свойства).

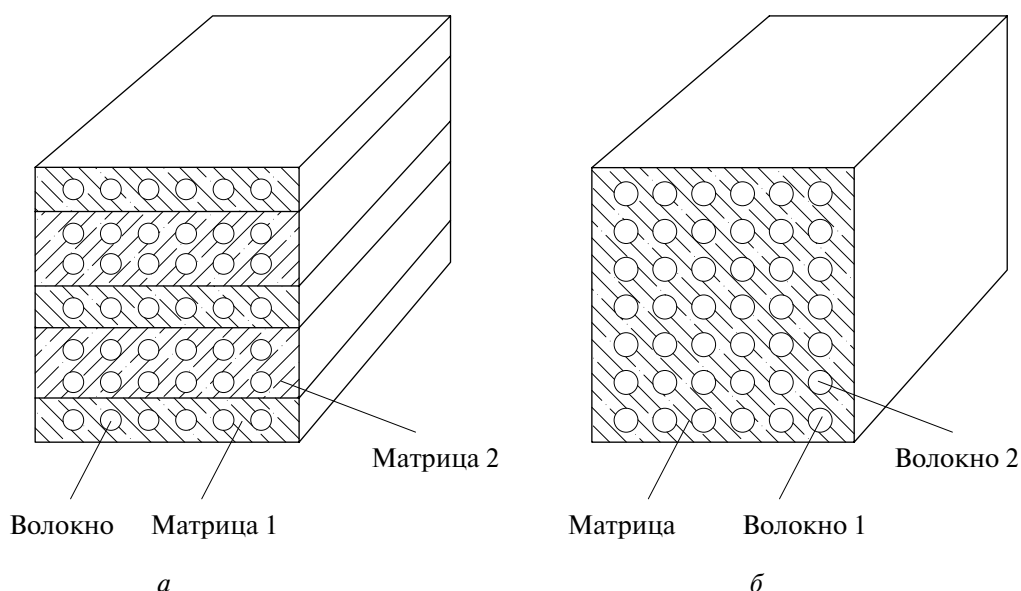


Рис. 2. Схемы армирования композитов:
a — полиматричный композит; *б* — гибридный композит

По типу армирующего компонента и его ориентации композиты подразделяют на изотропные и анизотропные. Изотропные обладают одинаковыми свойствами во всех направлениях. К ним относятся композиты с порошкообразными наполнителями. К числу изотропных условно можно отнести композиты с дискретными частицами. Свойства материалов с анизотропными свойствами зависят от направлений расположения армирующих компонентов, которые могут быть однонаправленными, слоистыми и трехмерно-направленными.

В зависимости от характера взаимодействия с материалом матрицы-наполнители подразделяют на инертные и активные (упрочняющие). Механизм взаимодействия матрицы с наполнителем определяется химической природой этих материалов и состоянием поверхности наполнителя. Наибольший эффект усиления достигается при возникновении между наполнителем и материалом матрицы химических связей или значительного адгезионного взаимодействия. Наполнители, способные к такому взаимодействию с матрицей, называются активными. Инертными называются наполнители, не способные к этому взаимодействию. Последние применяют для облегчения переработки или снижения стоимости изделий.

При воздействии внешних нагрузок на фибробетон высокопрочные волокна воспринимают основные напряжения и обеспечивают жесткость и прочность композита. При этом необходимо обеспечить равномерное распределение волокна по всему объему пластичной матрицы, доля которого в объеме может достигать 75 % и более.

В соответствии с составом, происхождением и основными свойствами волокна различаются на:

- высокомодульные (стальные, углеродные, стеклянные и др.) и низко модульные (полипропиленовые, вискозные и др.);
- природные (асбестовые, базальтовые, шерстяные и др.) и искусственные (вискозные, полиамидные и др.);
- металлические (стальные) и неметаллические (синтетические, минеральные).

Армирующие волокна композитов должны удовлетворять комплексу эксплуатационных и технологических требований:

- иметь модуль упругости армирующего компонента, больший, чем модуль упругости матрицы композита;
- волокна должны обладать химической стойкостью в щелочной среде бетонов, не подвергаясь разрушению;

- объем выпуска волокон должен соответствовать обеспечению объемов производства изделий из фибробетонов;
- обладать минимальной стоимостью.

По виду армирующего компонента композиционные материалы разделяются на:

- волокнистые, армированные дискретными или непрерывными волокнами, нитевидными кристаллами;
- композиты, армированные дисперсными частицами с неопределенной, кубической, шарообразной или чешуйчатой формой;
- слоистые композиционные материалы, созданные путем прессования или прокатки разнородных материалов, армированные непрерывными и дискретными пластинами.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru