

# СИММЕТРИЧНОЕ ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Шудров Д.А.,  
Научный руководитель проф. Талашкевич И.П.  
*Сибирский федеральный университет*

## Введение

Идеи симметрии возродились в естествознании только к концу XIX века когда появились первые признаки того, что логически стройные аналитические методы приводят к тупику в объяснении новых явлений природы.

Материалы, которые использовал человек в своей деятельности, всегда играли важную, а часто и определяющую роль в прогрессе цивилизации. Они даже дали названия целым этапам развития человечества: каменный век, бронзовый век, железный век... Конечно, сейчас круг материалов, созданных и используемых в быту и технике, особенно военной, чрезвычайно широк. Однако с небольшой долей пристрастности современную эпоху можно назвать веком композиционных материалов и полимеров.

## Термины и определения

Композиционные материалы (КМ) – это материалы из двух, трех и более разнородных фаз (веществ) в одном объеме. Они однородны в макромасштабе, но гетерогенны в микромасштабе. В настоящее время к числу композиционных материалов принято относить сравнительно небольшую группу материалов – полимеры, металлы, керамику и углерод, армированные волокнами, а так же наполненные полимеры, дисперсно-упроченные сплавы и псевдосплавы. Отличие большинства композиционных материалов от традиционных, состоит в том, что процесс их изготовления может быть совмещен с процессом изготовления изделия.

Композиционные материалы классифицируются обычно по виду армирующего наполнителя: волокнистые (армирующим компонентом служат волокнистые структуры); слоистые; наполненные пластики (армирующим компонентом являются различные частицы). В свою очередь наполненные пластики могут быть разделены на насыпные (гомогенные) и скелетные (начальные структуры, заполненные связующим). Армирующие компоненты могут представлять собой различные волокна, порошки, микро-сферы, кристаллы и «усы» из органических, неорганических, металлических материалов или керамики. Наиболее распространены следующие связующие, используемые в АП: полиэфир, фенолы, эпоксидные компаунды, силиконы, алкиды, меламины, полиамиды, фтор углеродные соединения, поликарбонат, акрилы, ацетали, полипропилен, акрилонитрилбутадиенстирольный сополимер (АБС), полиэтилен и полистирол. Связующие могут быть разделены на термопласты (способные размягчаться и затвердевать при изменении температуры) и реактопласты, или терморезистивные смолы (связующие, в которых при нагревании происходят необратимые структурные и химические превращения). В настоящее время наибольшее распространение получили терморезистивные связующие.

Целью создания композиционного материала является объединение схожих или различных компонентов для получения материала с новыми заданными свойствами и характеристиками, отличными от свойств и характеристик исходных компонентов. С появлением такого рода материалов возникла возможность селективного выбора свойств композитов, необходимых для нужд каждой конкретной области применения. КМ, оказавшиеся и экономичными, и удобными в проектировании, сегодня используются везде - от производства игрушек и теннисных ракеток до применения в космических аппаратах (теплоизоляция, микросхемы и др.).

### Типы композиционных материалов

К композитам относятся дисперсионно упрочненные сплавы, бетоны, металлы с покрытием и т. д. Поликристаллические тела, состоящие из одного вещества, тоже можно отнести к этому классу материалов, рассматривая гранулы с разной ориентацией как различные фазы.

Ради удобства одну из фаз будем называть *матрицей*, а другие— *включениями* или *армирующими элементами*. Последний термин будет относиться к любой фазе, заключенной в матрице, независимо от того, используется ли включение для усиления материала. Таким образом, этот термин охватывает и пустоты.

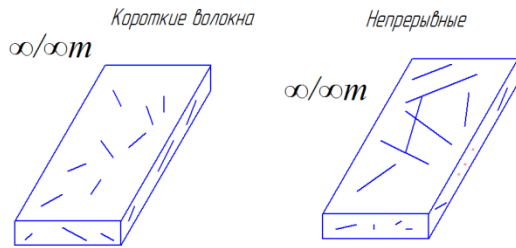
Композиционные материалы обычно классифицируются по форме включений. Самыми распространенными среди них являются отдельные макрочастицы (гранулы), короткие (или разорванные) волокна, непрерывные длинные волокна (нити), а также слои.

Композиты, армированные такими элементами, у которых все размеры являются величинами одного порядка, называются *гранулированными*). Материалы, которые можно отнести к гранулированным композитам, разнообразны по своей природе: от дисперсионно-упрочненных сплавов и синтетических пенопластов до облученных нейтронами металлов, имеющих дисперсные вакансии. Поликристаллические тела также можно отнести к этому классу, считая, что их матрица имеет нулевой объем. Несмотря на то что в настоящее время основное внимание уделяется волокнистым композитам, гранулированные композиты занимают несколько особое положение: именно для них были впервые разработаны аналитические методы.

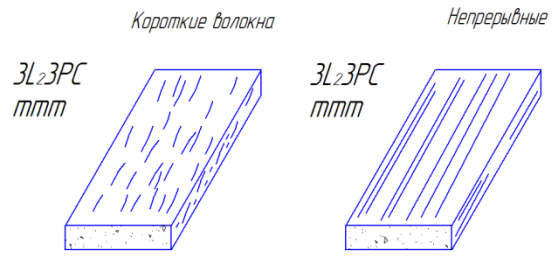
Даже дается приближенное описание структур композиционных материалов с помощью групп симметрии (рис1. Структуры некоторых композиционных материалов охарактеризованных с помощью соответствующих групп симметрии).

# Классификация композитов по конструктивному признаку

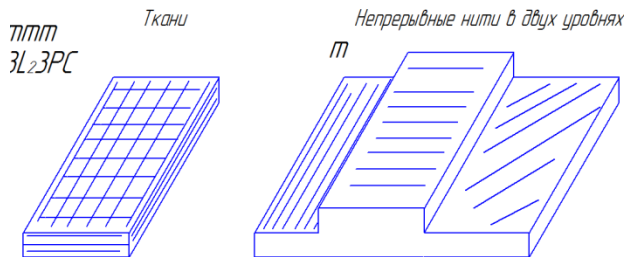
## Хаотическое армирование



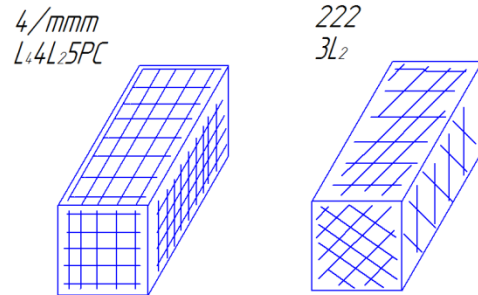
## Одномерное армирование



## Двумерное армирование

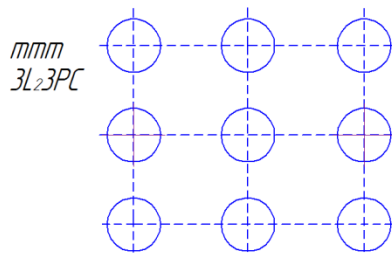


## Пространственно армированные структуры

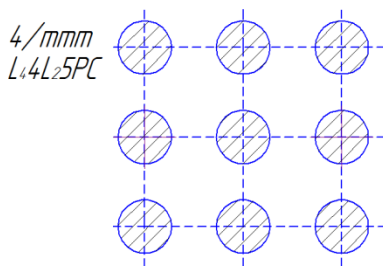


## Направленно армированные композиты

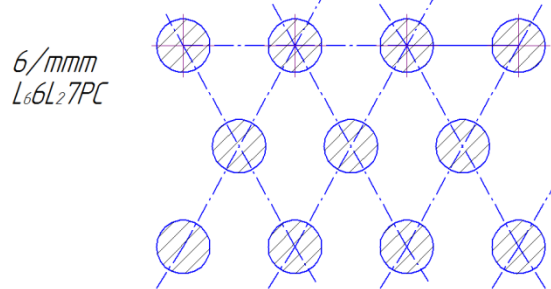
*a*-волокнистый композит с прямоугольной укладкой волокон



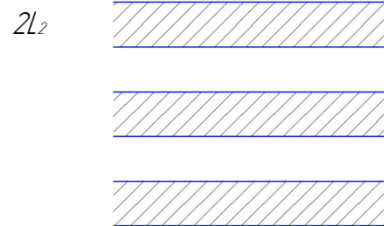
*b*-волокнистый композит с квадратной укладкой волокон



*b*-волокнистый композит с гексагональной укладкой волокон



*z*-волокнистая среда



Список используемой литературы.

1. Вегнер Е. Этюды о симметрии. Изд.Миз. М.: 1971.
2. Дж. Любина. Справочник по композиционным материалам. Москва Машиностроение 1988.
3. Шубников А.В., Копчик В.А. Симметрия в науке и искусстве. м.: Наука 1972.