

Направление подготовки бакалавров  
«Химическая технология»

# Материаловедение и технология конструкционных материалов



Лихачев Владислав Александрович, к.х.н.,  
доцент

**Композиционный материал** – материалы будущего - это гетерогенная система, состоящая из сильно различающихся по свойствам, взаимно нерастворимых компонентов, строение которой позволяет при эксплуатации использовать преимущества каждого из них.

Таким образом, КМ позволяет получить какое-либо заданное сочетание разнородных свойств: высокой прочности и жёсткости, жаростойкости, износостойкости, коррозионной стойкости, теплоизоляции и т.д.

Обычно КМ состоит из:

- Матричного материала-основы;
- Наполнителей (упрочнителей).

## *Металлические КМ;*

- Матрица: Al, Mg, Ni, Ti и их сплавы
- Упрочнители: дисперсные;  
волокна;  
нити, проволока , ткани, слои.

Волокна:

Борные (Гв = 2500-3500 Мпа);

Карбиды кремния (Гв = 2500-3500 Мпа);

Углеродные Гв = 1400-3500 Мпа);

Нитриды, высокопрочная проволока, оксиды

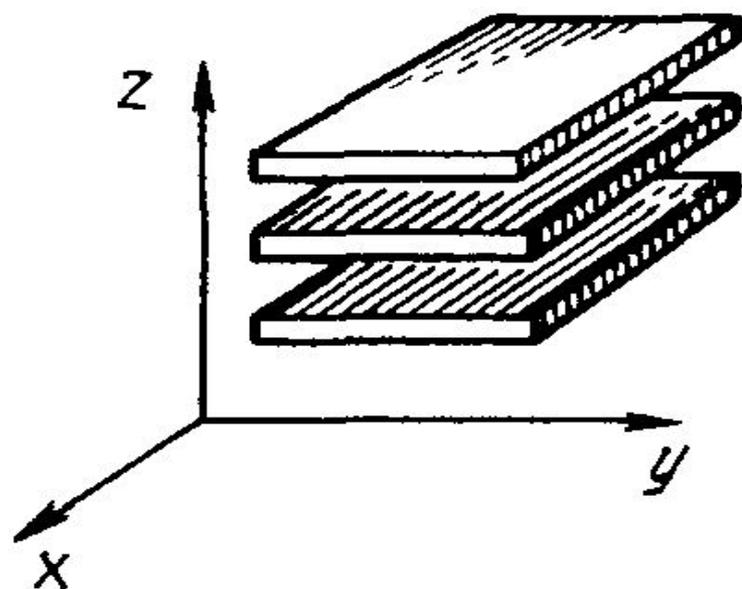
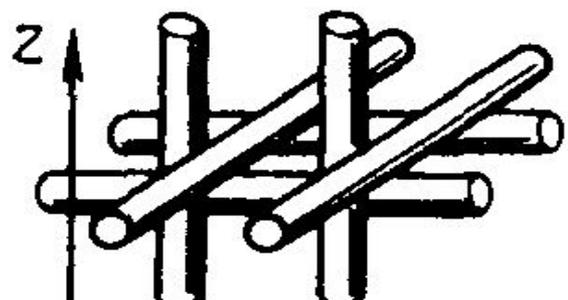
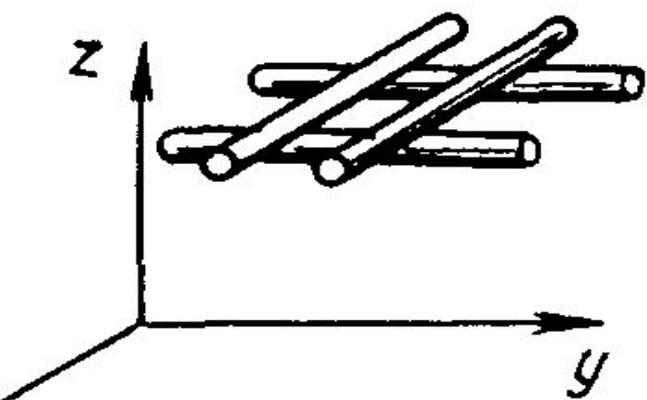
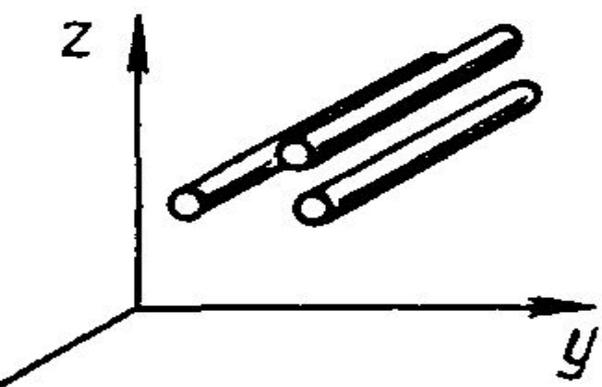


Рис. 37.3. Схемы армирования  
волокнистых (а) и слоистых композиционных материалов (б)

## Дисперсионное упрочнение

- Дисперсионное упрочнение проще в изготовлении, но дает невысокое упрочнение 20-30% за счет торможения движения дислокаций.
- Высокая прочность достигается:
  - Размер частиц 10-500 нм;
  - Среднее расстояние 100-500 нм;
  - Оптимальное содержание 5 -10 об%

## Примеры использования композиционных материалов с металлической матрицей

- Системы «углеродные волокна – алюминий» и «углеродные волокна – магний» используют в авиа- и космической технике. Они обладают высокой прочностью и жёсткостью, а также хорошей теплопроводностью.
- Системы, содержащие вольфрамовую и молибденовую проволоку в титановой матрице, используются при работе в очень высоких температурах, например, в камерах сгорания реактивных двигателей. Они в разы превосходят прочность никелевых сплавов при температуре порядка  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- КМ из бороалюминия легче титановых сплавов на 30-40 %, это свойство широко используется при конструировании космических аппаратов.

# Эвтектические композиционные материалы

- Эвтектическими композиционными материалами (ЭКМ) называются сплавы эвтектического состава, в которых упрочняющей фазой служат ориентированные кристаллы, образующиеся в процессе направленной кристаллизации.
- Изделия из ЭКМ получают за одну операцию направленной кристаллизации

# Примеры ЭКМ

Матрица	Упрочняющий компонент	Применение
Al	$Al_3Ni$ , $CuAl_2$ , Be, Si	Конструкционные материалы, высокопрочные провода
Ni	TiC, HfC, VC, NiBe, NiNb, NiMo	Жаростойкие конструкции с повышенным пределом длительной прочности: сопловые лопатки, камеры сгорания газотурбинных двигателей
Co	TiC, HfC, VC, NbC, TaC	-»-
Ta	$Ta_2C$	Детали самолетов и ракет работающие при повышенных температурах

# Композиционные материалы с органической матрицей

- Матрица: эпоксидные, фенолформальдегидные, полиамидные смолы.
- Упрочнители: волокна; нити; жгуты; ленты; многослойные ткани.

Стеклообразные, углеродные, борные, органические, карбиды, бориды нитриды.

Содержание упрочнителя:

В неориентированных с дискретными волокнами и нитевидными кристаллами 20-30 об.%

В ориентированных материалах 60-80 об.%

## Композиционные материалы с органической матрицей

- По виду упрочнителя классифицируются:
- Стекловолокниты;
- Карбоволокниты (полимерное связующее и углеродные волокна);
- Углепласты (углерод-матрица, угольная ткань – наполнитель)
- Бороволокниты;
- Органоволокниты (наполнители в виде синтетических волокон и тканей)

# Углепласты

- Выдерживают температуру до 2200 С, хорошо работают и при низких температурах.
- Получают из обычных полимерных карбоволокнитов, подвергнутых пиролизу в инертной или восстановительной атмосфере.

при температуре 800-1500 С образуются карбонизированные углепласты, при 2500-3000 С графитизированные

# Углепласты

- Второй способ: разложение метана (пиролизом). Упрочнитель укладывается в форму и через нее пропускается при температуре 1100 С и давлении 2660 Мпа. Метан разлагается с образованием пиролитического углерода. Получающийся углепласт по значениям прочности и ударной вязкости в 5-10 раз превосходит специальные графиты, сохраняя прочность до 2200 С

## Композиционные покрытия

- Композиционные покрытия – это покрытия, содержащие в своем составе несколько фаз. Примером может служить покрытие «Изоллат», «Астратек», «Броня»

Марка	Свойства	Область применения
Изоллат-01	Водо-, паро-изолирующий теплоизолятор	Покрытие стен изнутри зданий, трубопроводов с охлажденным теплоносителем
Изоллат-02	Паропроницаемый теплоизолятор	Покрытие промышленного, котельного оборудования, водонагревателей, стен снаружи
Изоллат-03	Теплоизолятор с антипиреновыми добавками	Для объектов, где важно использовать негорючий материал
Изоллат-04	Теплоизолятор с температурой применения до 500 °С, негорючий	Трубопроводы с остроперегретым паром, другое промышленное оборудование