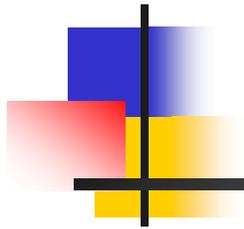


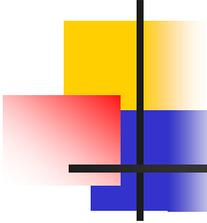
Композиционные материалы



Классификация и требования

1. Наполнитель и матрица

- **Композиционные материалы (композиты)** представляют собой **гетерофазные** системы, полученные из двух или более компонентов с сохранением индивидуальности каждого из них.
- В строении композита выделяют **наполнитель (армирующий компонент)** и **связующее (матрицу)**.
- **Матрица** связывает композицию (обеспечивает непрерывность), позволяет изготовить необходимую инженерную конструкцию и передавать внешние нагрузки к несущему упрочняющему компоненту.
- **Наполнитель** является разделенным компонентом и играет усиливающую или армирующую роль.
- **Примеры** композиционных материалов: алюминиевые сплавы, упрочненные борными или углеродными волокнами; бетон, армированный стальной проволокой; пластмасса, упрочненная стекловолокном; упрочненные нейлоном смолы. Примером естественного композиционного материала является дерево, в котором лигнин упрочнен волокнами целлюлозы.



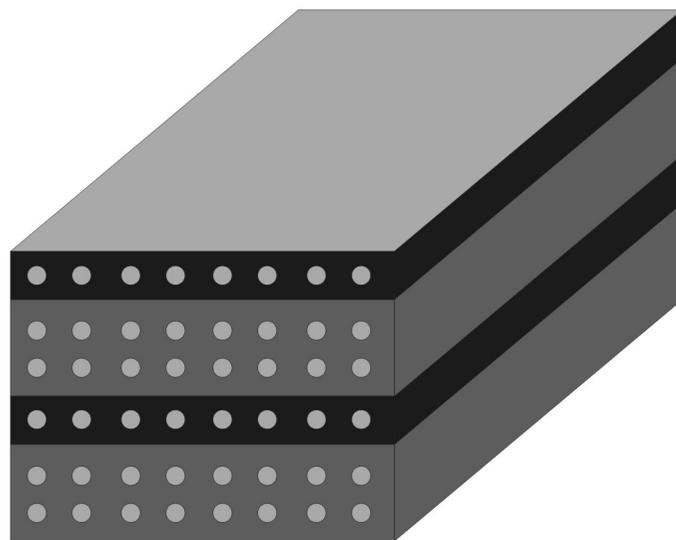
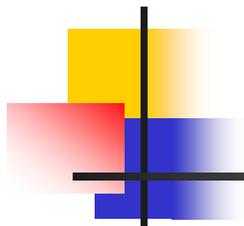
2. Характерные признаки

- Состав и форма компонентов материала определены заранее;
- компоненты присутствуют в количествах, обеспечивающих заданные свойства материала;
- материал является однородным в макромасштабе и неоднородным в микромасштабе (компоненты различаются по свойствам, и между ними существует явная граница раздела);
- полученный композиционный материал обладает свойствами, не присущими индивидуальным компонентам.

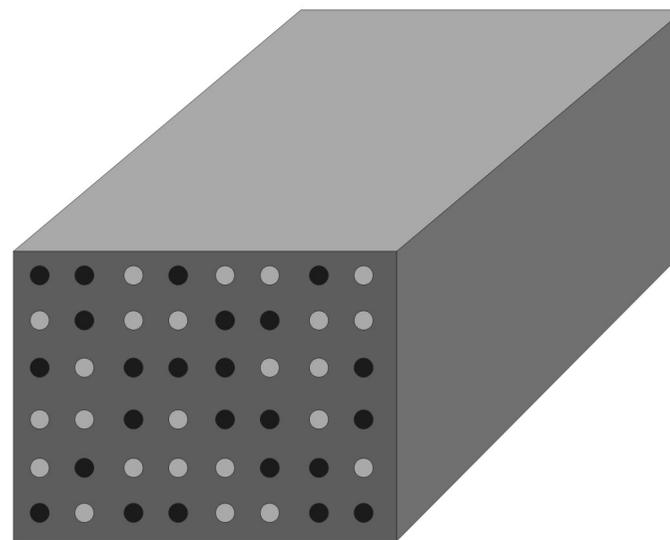
3. Классификация



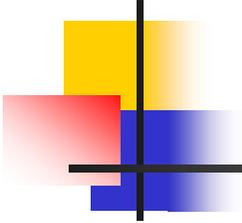
3.1. Полиматричные и полиармированные



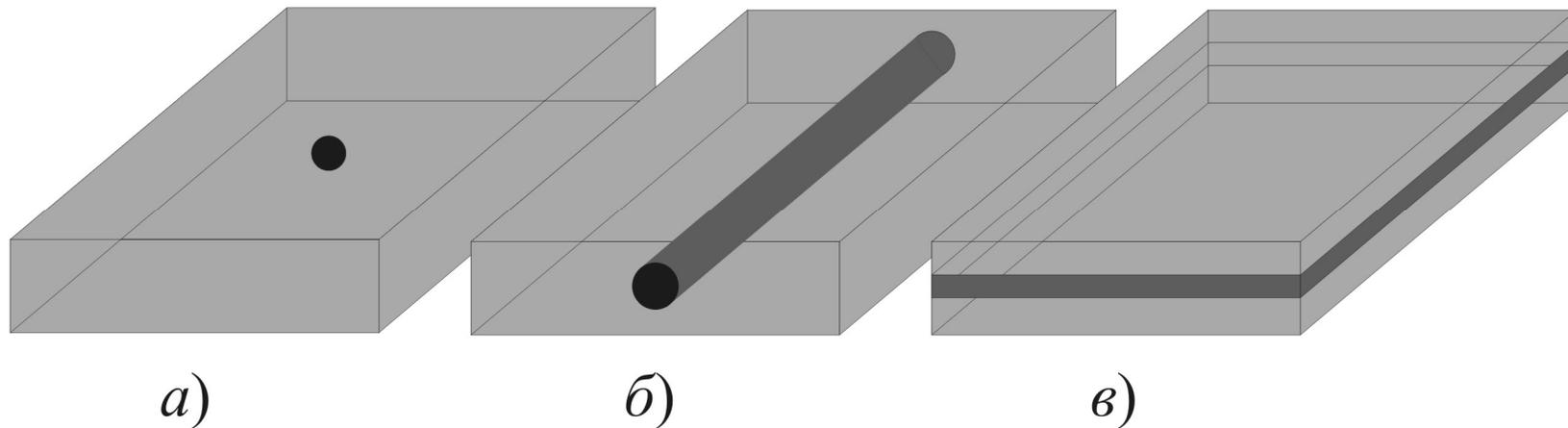
Полиматричный



Полиармированный



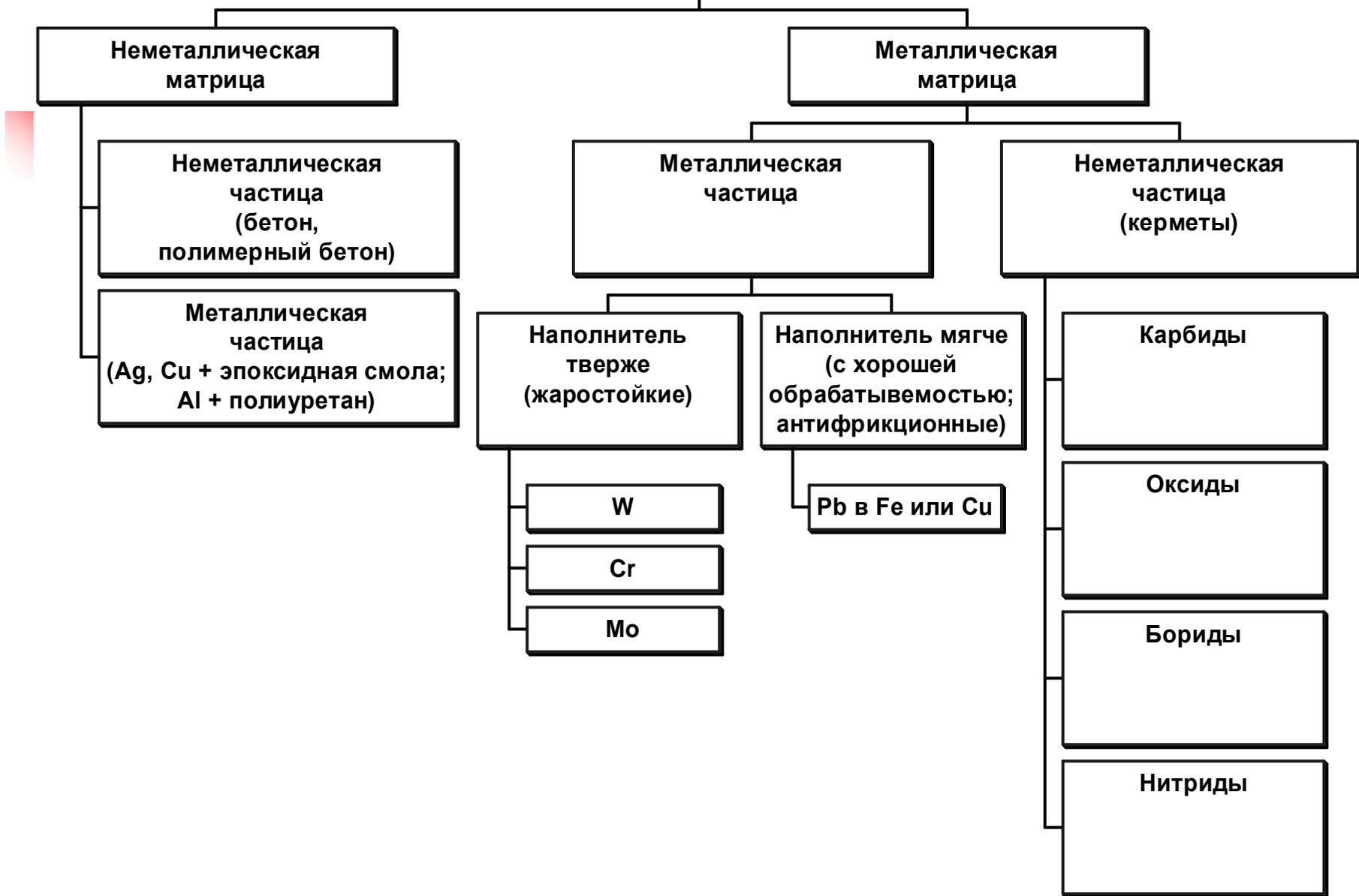
3.2. Форма наполнителей

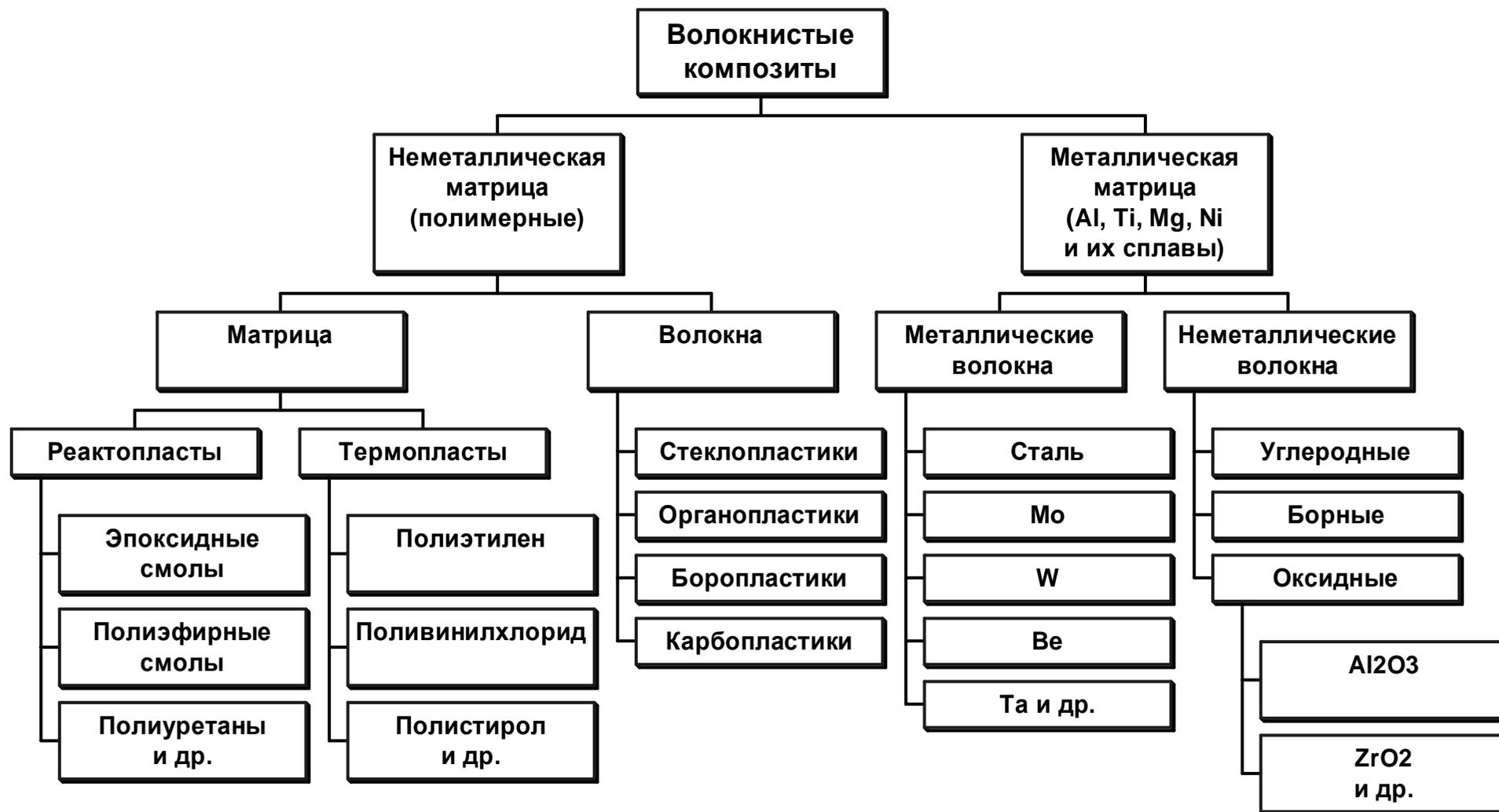


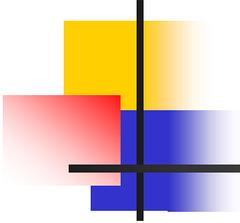
Классификация наполнителей по форме:

a – нуль-мерные; *б* – одномерные; *в* – двумерные

Дисперсионно-упрочненные КОМПОЗИТЫ







4. Требования к композитам

- К матрице и наполнителю предъявляются эксплуатационные и технологические **требования**.
- К **эксплуатационным** относятся **требования** по механическим, электрическим и теплофизическим свойствам, плотности, стабильности свойств в определенном температурном интервале, химической стойкости и т.п.
- К **технологическим требованиям** относятся: возможность создания высокопроизводительного процесса изготовления изделий; совместимость наполнителя с материалом матрицы, т.е. возможность достижения прочной связи между ними.

5. Характеристика КОМПОЗИТОВ

Характеристика	С дисперсными частицами		Волокнистые
	Наночастицы $d_p = 10 - 100 \text{ нм}$	Микрочастицы $d_p = 1 - 50 \text{ мкм}$	
Роль матрицы	В основном воспринимает нагрузку	В среднем воспринимает нагрузку	Передает нагрузку волокну
Роль наполнителя	Препятствует движению дислокаций	Сдерживает деформацию матрицы, придает твердость	В основном воспринимает нагрузку, препятствует движению дислокаций
Армирующие факторы	d_p, l_p – расстояние между частицами, φ_p	d_p, l_p, φ_p – объемная доля частиц	Размеры и направление волокна, φ_f – объем. доля волокна
Прочность	$\uparrow \sim \varphi_p$ ($0.0005 < \varphi_p < 0.2$)	$\uparrow c \uparrow \varphi_p$ у хрупких $\downarrow c \downarrow l_p$	$\uparrow \sim \varphi_f$ ($0.01 < \varphi_p < 0.9$)
Деформация ε	Текущность, при разрушении $\varepsilon_c = 0,1 - 15\%$	Текущность, пластичность, $\varepsilon_c = 0 - 30\%$	Зависит от свойств волокна, ориентации, φ_f
Вид материала	Изотропный	Изотропный	Анизотропный

5.1. Волокнистые композиты

- Высокопрочные **волокна** воспринимают основные напряжения, возникающие в композиции при действии внешних нагрузок, и обеспечивают жесткость и прочность композиции в направлении ориентации волокон.
- **Матрица** обеспечивает совместное действие волокон за счет собственной жесткости и взаимодействия на границе матрица–волокно.
- Механические свойства определяются **тремя основными параметрами**: прочностью армирующих волокон, жесткостью матрицы и прочностью связи на их границе раздела.
- С уменьшением диаметра волокна уменьшается вероятность возникновения внутренних дефектов, размеры дефектов также уменьшаются – **масштабный фактор**.
- В результате повышается прочность волокна: например, стеклянная пластина имеет предел прочности при растяжении $\sigma_B \approx 70$ МПа, у тонкого же стекловолокна $\sigma_B \approx 2800\div 5000$ МПа.