

1

Материаловедение – наука о зависимости между составом, структурой и свойствами материалов, а также о закономерностях их изменения под воздействием внешних факторов: тепловых, химических, механических, электромагнитных и радиоактивных.

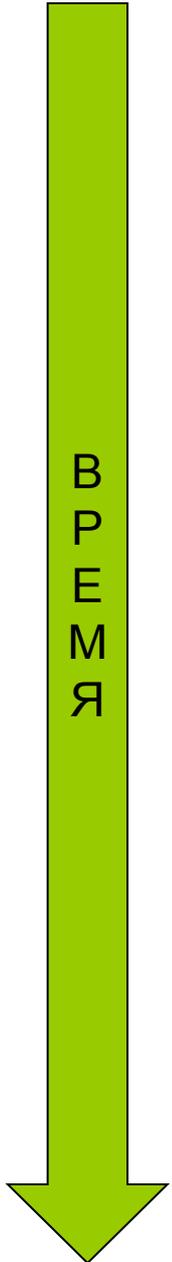
Материаловедение складывалось на протяжении многих веков, исходя из потребностей человека, а впоследствии целенаправленно для технического обеспечения промышленного развития, сельскохозяйственного производства и медицины.

Современное материаловедение своей задачей ставит создание материалов с заранее заданным комплексом свойств для адресного использования во многих отраслях техники и медицины. Решение такой масштабной задачи возможно только на основе глубоких фундаментальных исследований в областях физики, металловедения, химии, физической химии и т.д., поскольку ответ на вопрос состав – структура – свойства чрезвычайно сложен и даже в каждом конкретном случае требует выполнения серьезных теоретических и экспериментальных исследований.

Развитие материаловедения



В
Р
Е
М
Я



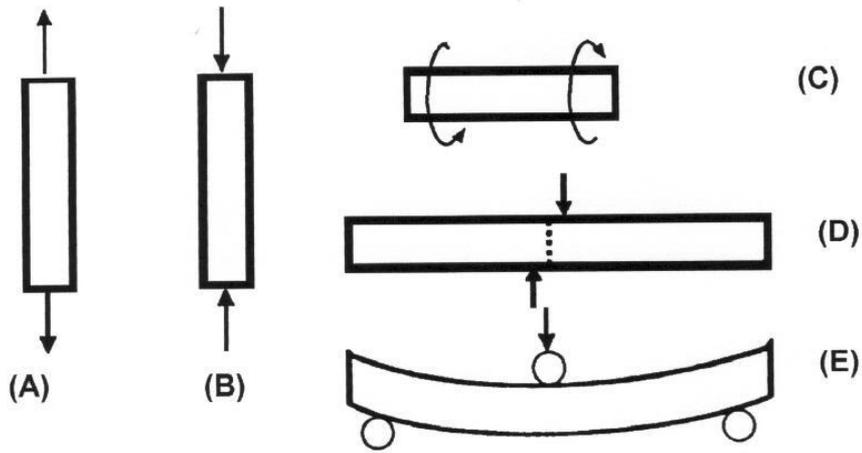


Рис.1. Типы напряжений: (A) растяжение, (B) сжатие, (C) кручение, (D) сдвиг, (E) изгиб.

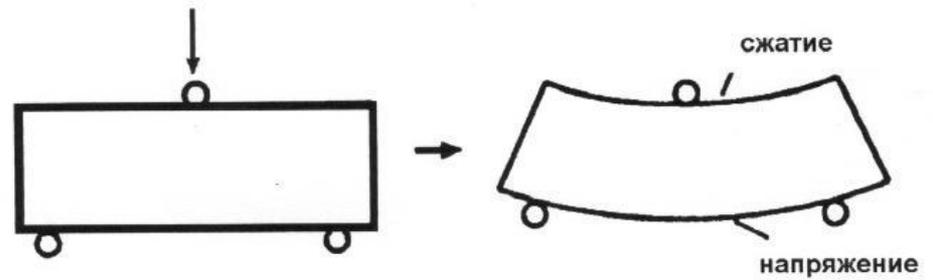


Рис.2. Трехточечный изгиб.

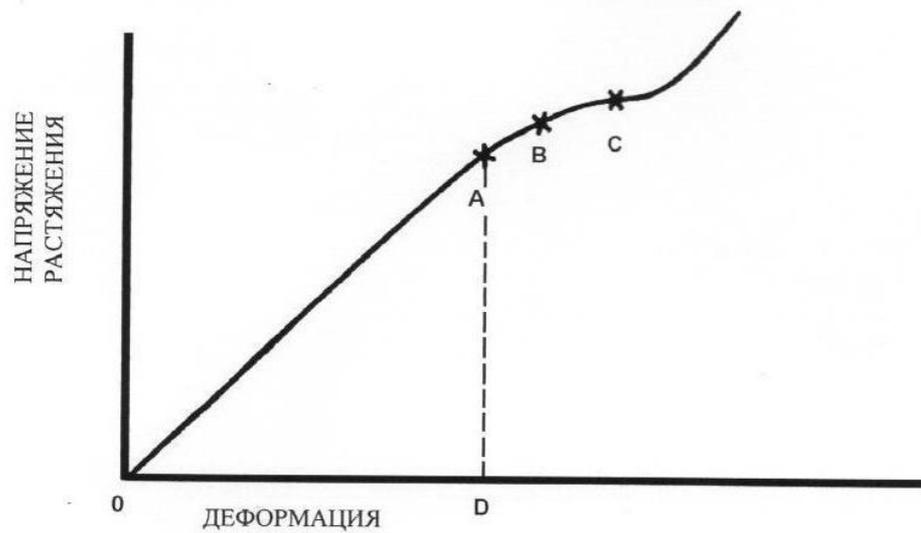


Рис.3. Диаграмма напряжение-деформация:
 А-предел пропорциональности, В-предел упругости,
 С-точка начала пластической деформации.

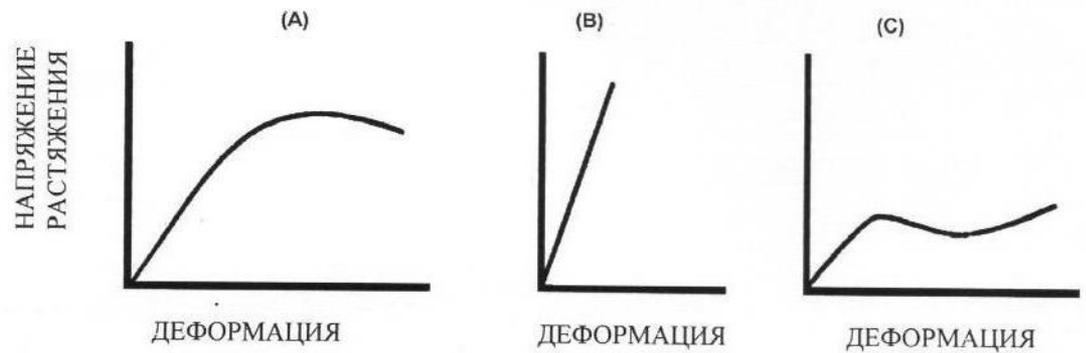
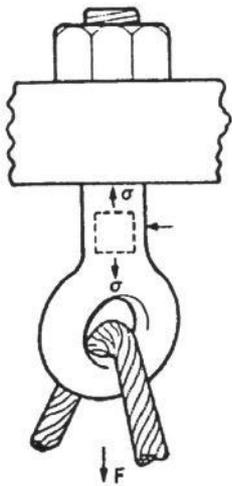
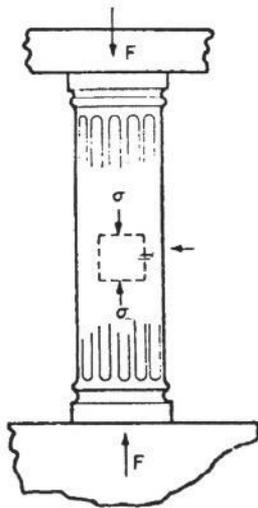


Рис.4. Типичная диаграмма напряжение-деформация:
 (А)-пластичный металл, (В)- хрупкая керамика, (С)-полимер.



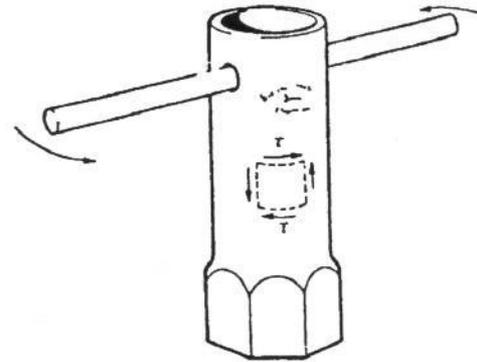
ПРОСТОЕ
РАСТЯЖЕНИЕ

$$\sigma = \frac{F}{A}$$



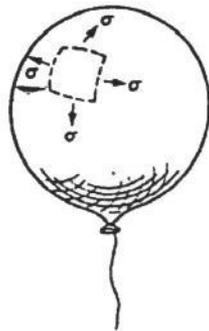
ПРОСТОЕ
СЖАТИЕ

$$\sigma = \frac{F}{A}$$



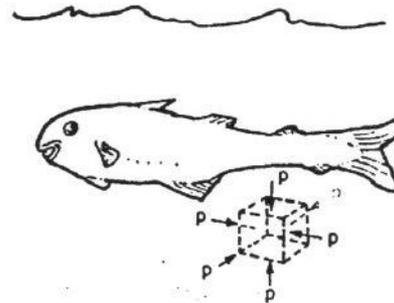
ЧИСТЫЙ СДВИГ

$$\tau = \frac{F}{A}$$



ДВУСОСНОЕ
РАСТЯЖЕНИЕ

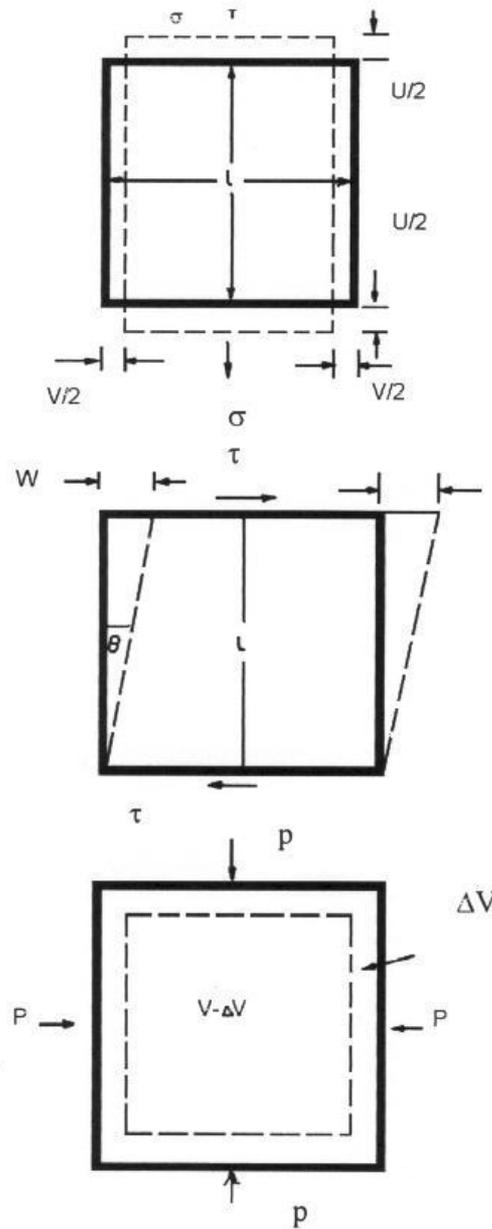
$$\sigma = \frac{F}{A}$$



ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ
ДАВЛЕНИЕ

$$p = -\frac{F}{A}$$

Рис. 5. Состояния напряжений.



НОМИНАЛЬНОЕ
НАПРЯЖЕНИЕ

$$\epsilon_{n1} = \frac{U}{l}$$

НОМИНАЛЬНАЯ
ПОПЕРЕЧНАЯ
ДЕФОРМАЦИЯ

$$\epsilon_{n2} = -\frac{V}{l}$$

КОЭФИЦИЕНТ
ПУАСОНА

$$\nu = -\frac{\epsilon_{n2}}{\epsilon_{n1}}$$

ИНЖЕНЕРНАЯ СДВИГОВАЯ
ДЕФОРМАЦИЯ

$$\gamma = \frac{W}{l} = \tan \theta \approx 0$$

$\approx \theta$ -ДЛЯ МАЛЫХ
ДЕФОРМАЦИЙ

ДЕЛАТАЦИЯ (ОБЪЕМНАЯ
ДЕФОРМАЦИЯ)

$$\Delta = \frac{\Delta V}{V}$$

Рис. 6. Определение информации.

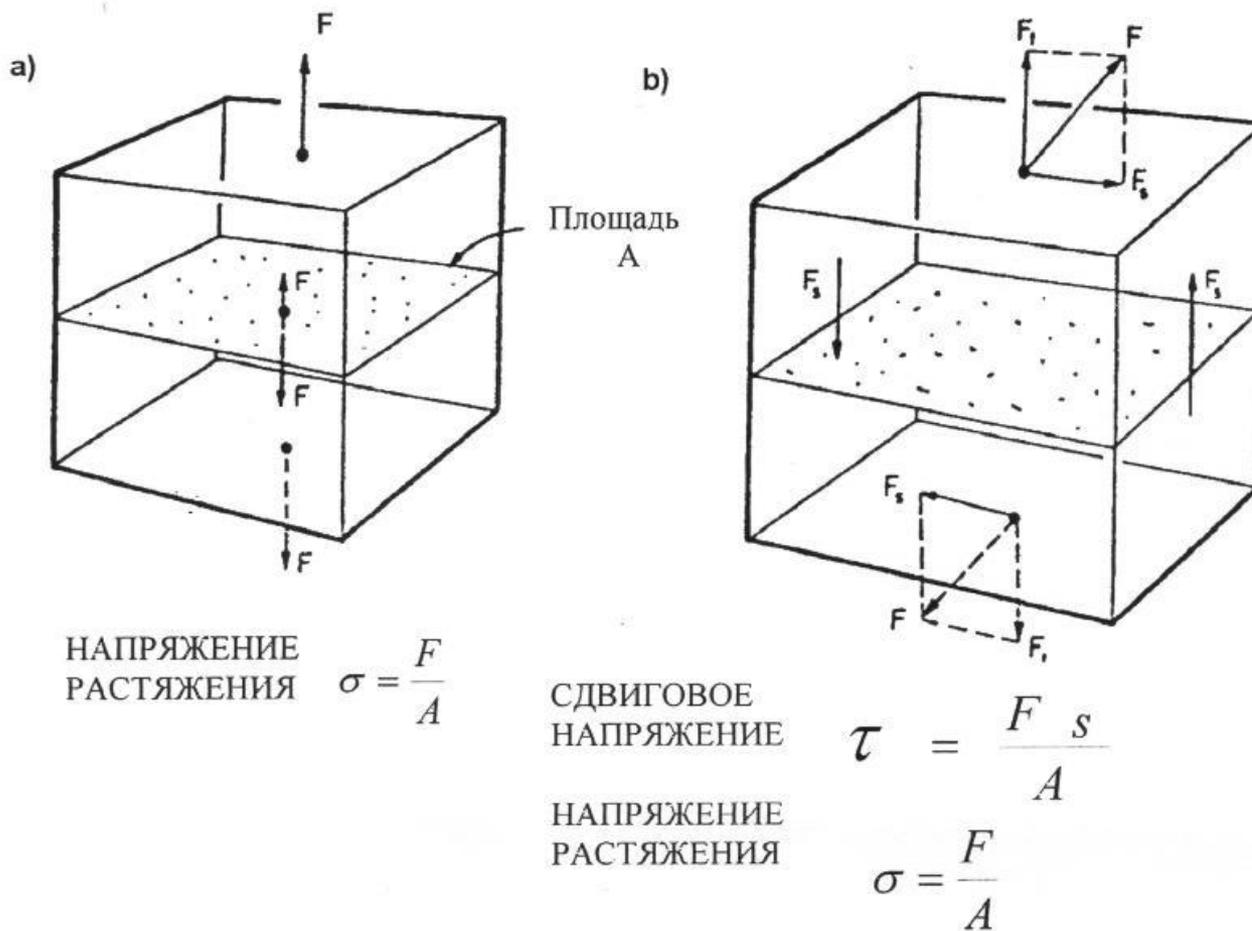


Рис. 7. Определение напряжений σ и τ .

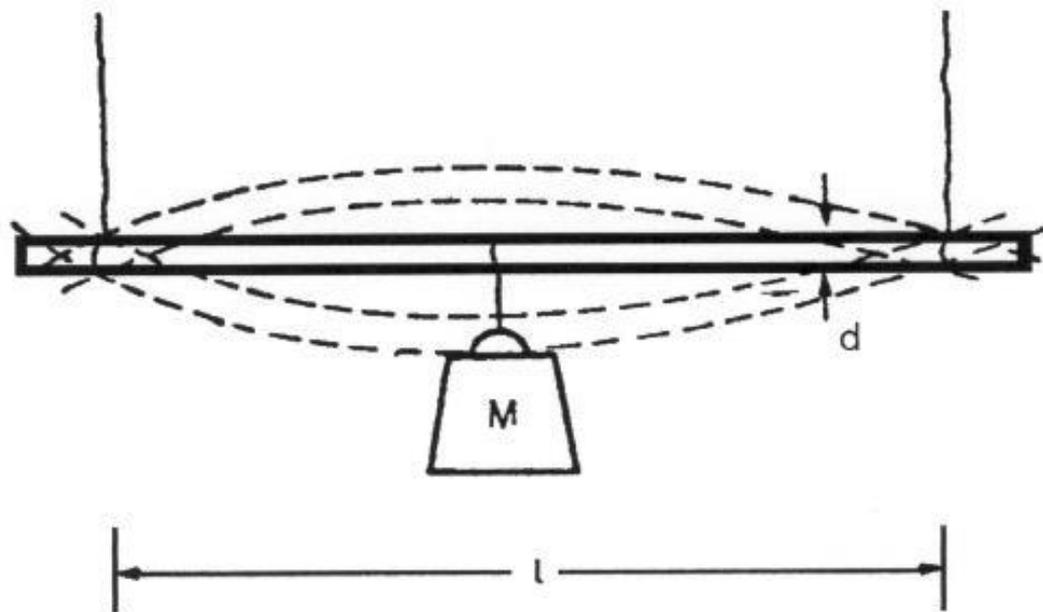


Рис. 8. Определение модуля Юнга (метод свободных колебаний).

Классификация механических свойств.

Тип, свойства	Метод измерения	Полученные результаты	Примечание
Объемная характеристика	Постоянно увеличивающееся нагружение	Кривые напряжение – деформация. 1. Точки на кривой -предел пропорциональности. -предел упругости. -предел текучести. -предел прочности. -прочность на сжатие. -максимальная прочность на растяжение. 2. Наклон прямолинейного участка кривой σ – ϵ . -модуль упругости (модуль Юнга). 3. Площадь под кривой σ – ϵ (энергия деформирования) -модуль сопротивляемости (вязкость)	
Объемная характеристика	Резкое приложение нагрузки	Прочность на удар. Вязкость на излом	
Объемная характеристика	Повторяемое малое нагружение	Усталостная прочность. Предел выносливости	
Объемная характеристика	Свойства, зависящие от времени при приложении нагрузки	Крип. Релаксация напряжений	
Характеристика поверхности	Твердость – сопротивление вдавливанию индентора	Значение твердости	
Характеристика поверхности	Сопротивление истиранию	Уменьшение веса или объема материала.	

Классификация материалов по функциям

Функция	Вид материала по совокупности свойств		
	Металл	Неметалл	Полимер
Механическая прочность	Высокопрочные стали	Алмаз, нитрид бора, ситаллы	Ароматический полиамид
Относительная прочность	Сплавы бериллия		Интегральные пенопласты
Способность к запоминанию формы	Нитинол		
Сверхпластичность	Сплавы алюминия		
Упругость	Сплавы бериллия	Оксид циркония	Резина
Термическая			
Стойкость к действию высоких температур	Вольфрам, САП	Карбиды титана и гафния	Карбонизованный полиакрилонитрид
Теплопроводность	Медь, алюминий	Алмаз	
Теплоизолирующие свойства		Алюмоборосиликатные волокна	
Легкоплавкость	Олово	Сера	Термопласты
Химическая			
Стойкость к коррозии	Золото, титан	Оксид алюминия, графит	Фторопласт
Избирательное пропускание химических веществ	Титановые фильтры из спеченных порошков	Керамическое волокно, стеклоткань	Мембраны для сепарации газов и обратного осмоса
Биосовместимость	Тантал	Биосовместимая керамика	Искусственная кожная ткань
Сорбционная, каталитическая, ионообменная	Платина, газопоглотители	Цеолиты	Ионообменные смолы
Электрическая			
Проводимость и сверхпроводимость	Медь, сплавы ниобия	Керамика, иттрий-барий-медь-кислород	Полиацетилен, полипиррол, политиазил
Полупроводниковые свойства	Кремний, германий	Селениды, арсениды	

Функция	Вид материала по совокупности свойств		
	Металл	Неметалл	Полимер
Диэлектрические свойства (пиро-, пьезо- и сегнетозлектрические)		Титанат бария, ниобат лития	Электреты, поливинил иденфторид
Ионная проводимость		Оксид циркония	
Магнитная			
Магнито жесткие	Сплав самарий-кобальт	Феррит бария	
Магнитомягкие	Железо, пермаллон	Марганцево-цинковые ферриты	
С прямоугольной петлей гистерезиса		Магниево-марганцевые ферриты	
Для сверхвысоких частот		Иттриевые ферриты	
Оптическая			
Отражение света	Серебро		
Пропускание света	Тонкие пленки золота	Стекла, оптические волокна	Полистирол, оргстекло
Светочувствительные, фото-, термо-, электрохромные свойства		Галогениды серебра	Полисульфанилазид
Поляризация			
Флюоро- и люминесценция		Сегнетовая соль, селенид цинка, фосфид галлия	
Радиационная			
Стойкость к излучению	Специальные стали	Графит	
Взаимодействие с нейтронами	Бор, бериллий		

1. Для большого числа материалов при достаточно малых удлинениях сила пропорциональна удлинению

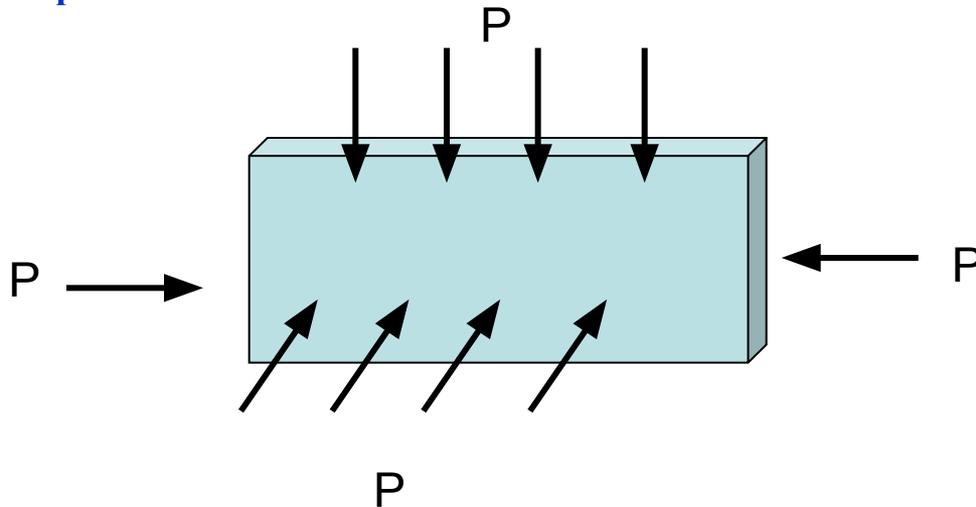
- закон Гука $F_{ка} \approx \Delta l$

$$F \approx \frac{\Delta l}{l} \quad F = EA \frac{\Delta l}{l} \quad \sigma = \frac{F}{A} = E \frac{\Delta l}{l}$$

2. $\frac{\Delta h}{h}$ - посыл Пуассона, $\frac{\Delta l}{l}$, σ

3. Принцип суперпозиции работает, поскольку отношения (1), (2) линейно для сил и перемещений

Если при одном наборе сил получается какое-то дополнительное перемещение, то результирующее перемещение будет суммой перемещений, которое получилось бы при независимом действии этих наборов сил



- брусок под действием равномерного гидростатического давления

Данные модуля Юнга, E

Материалы	E/GNm ⁻²	Материалы	E/GNm ⁻²
Алмаз	1000	Ниобий и сплавы	80-110
Карбид вольфрама	450-650	Кремний	107
Осмий	551	Цирконий и сплавы	96
Металлокерамика карбид кобальта/вольфрама	400-530	Плавленый кварц, SiO ₂ (кварц)	94
Бориды Ti,Zr,Hf	500	Цинк и сплавы	43-96
Карбид кремния, SiC	450	Золото	82
Бор	441	Кальцит(мрамор, известняк)	81
Вольфрам	406	Алюминий	69
Оксид алюминия, Al ₂ O ₃	390	Алюминий и сплавы	69-79
Оксид бериллия, BeO	380	Серебро	76
Карбид титана, TiC	379	Натриевое стекло	69
Молибден и сплавы	320-365	Щелочь (NaCl,LiF)	15-68
Карбид тантала		Гранит (западный гранит)	62
Карбид ниобия, NbC		Олово и сплавы	41-53
Нитрид кремния, Si ₃ N ₄		Бетон, цемент	45-50
Хром	289	Стекловолокно	35-45
Бериллий и сплавы	200-289	Магний и сплавы	41-45
Оксид магния, MgO	250	CFRP	7-45
Кобальт и сплавы	200-248	Кальцит(мрамор, известняк)	31
Оксид циркония, ZrO	160-241	Графит	27
Никель	214	Алкиды	20
Сплавы никеля	130-234	Сланцеватая глина (нефтеносный сланец)	18

Данные модуля Юнга, E

Материалы	E/GNm ⁻²	Материалы	E/GNm ⁻²
Феритные стали, низколегированные стали	200-207	Меламин	6-7
Коррозионно-стойкие аустенитные стали	190-200	Полиимиды	3-5
Малоуглеродистая сталь	196	Полиэстеры	1-5
Чугун	170-190	Акрилы	1.6-3.4
Тантал и сплавы	150-186	Нейлон	2-4
Платина	172	PMMA	3.4
Уран	172	Полистирол	3-3.4
Бор/ эпоксидный композит	125	Поликарбонат	2.6
Медь	124	Эпоксид	3
Медные сплавы	120-150	Древесина ⊥ гранула	0.6-1.0
Муллит	145	Полипропилен	0.9
Циркон, ZrO ₂	145	Полителен высокой плотности	0.7
Ванадий	130	Вспененный полиуретан	0.01-0.06
Титан	116	Полителен низкой плотности	0.2
Сплавы титана	80-130	Резина; каучук	0.01-0.1
Паладий	124	PVC	0.003-0.01
Латуни и бронзы	103-124	Вспененный полимер	0.001-0.01