

Механические свойства строительных материалов

Механические свойства характеризуют способность материала сопротивляться разрушающему или деформирующему воздействию внешних сил – нагрузок, которые вызывают в них деформации и внутренние напряжения.

Нагрузки

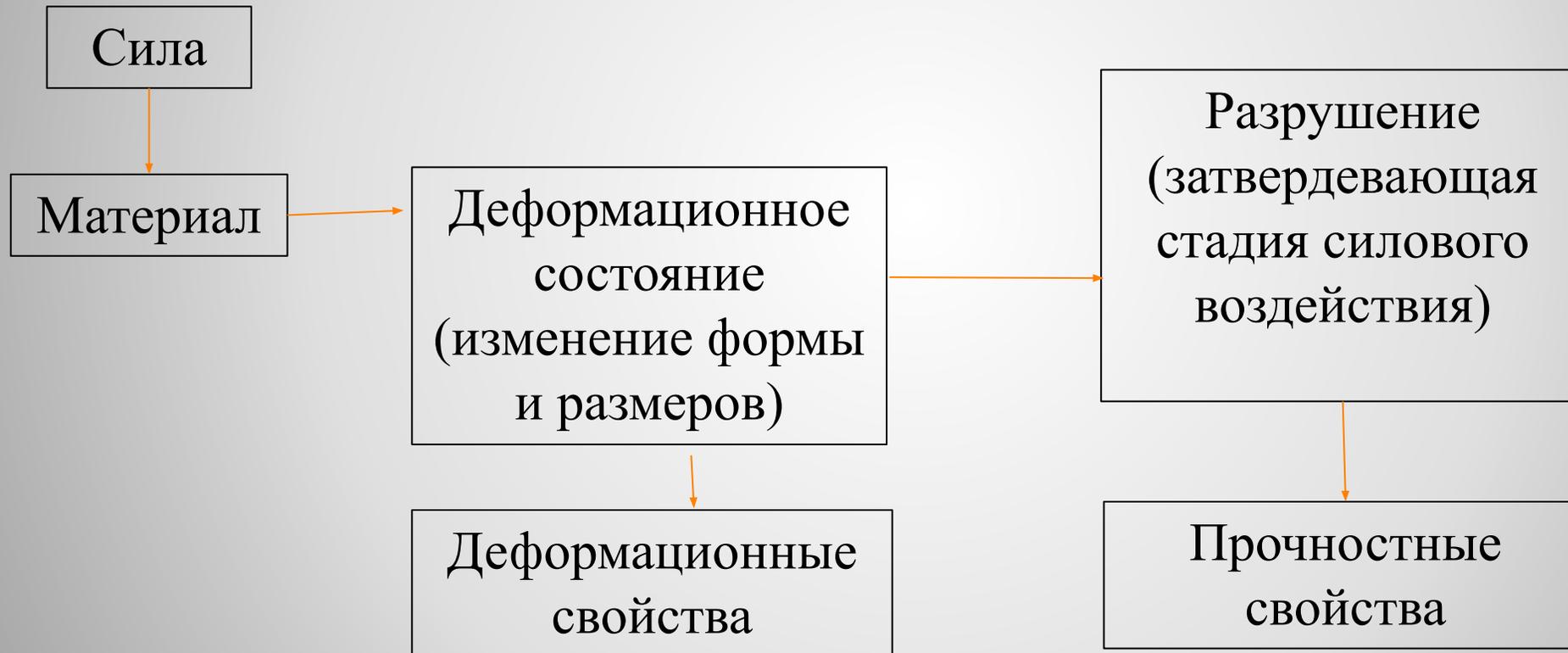
Статические

(действующие постоянно) возникают от оборудования, конструкций, мебели, людей. На них рассчитываются здания и сооружения промышленного и гражданского строительства.

Динамические

(Прикладываются внезапно и вызывают силы инерции) возникают в результате природных катастроф, аварий на предприятиях, взрывов и ударов. На них рассчитываются мосты, тоннели, дорожные и аэродромные покрытия.

Внешние, силы действующие на материал, вызывают его деформации и могут привести к разрушению.



Способность материалов изменять под нагрузкой форму и размеры характеризуется *деформационными свойствами*: упругостью, пластичностью, хрупкостью и ползучестью.

Изменение формы и размера тела под действием внешних сил называется *деформацией*. Деформации происходят вследствие удаления или сближения частиц, из которых состоит материал (атомов, молекул).

Деформация равна отношению абсолютной деформации Δl (*изменение линейного размера*) к первоначальному линейному размеру тела l .

Деформационные свойства

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta l}{l}$$

Упругость – свойство материала восстанавливать после снятия нагрузки первоначальную форму и размеры. Упругие деформации полностью исчезают после снятия нагрузки, поэтому их называют *обратимыми*.

Примером упругого материала является сталь.

В области упругих деформаций действителен закон Гука, когда деформация материала пропорциональна действующему напряжению (*линейная зависимость σ - ϵ*) и характеризуется модулем упругости **E** (модулем Юнга) тангенс угла наклона прямой к оси ϵ .

$$\epsilon = \sigma / E$$

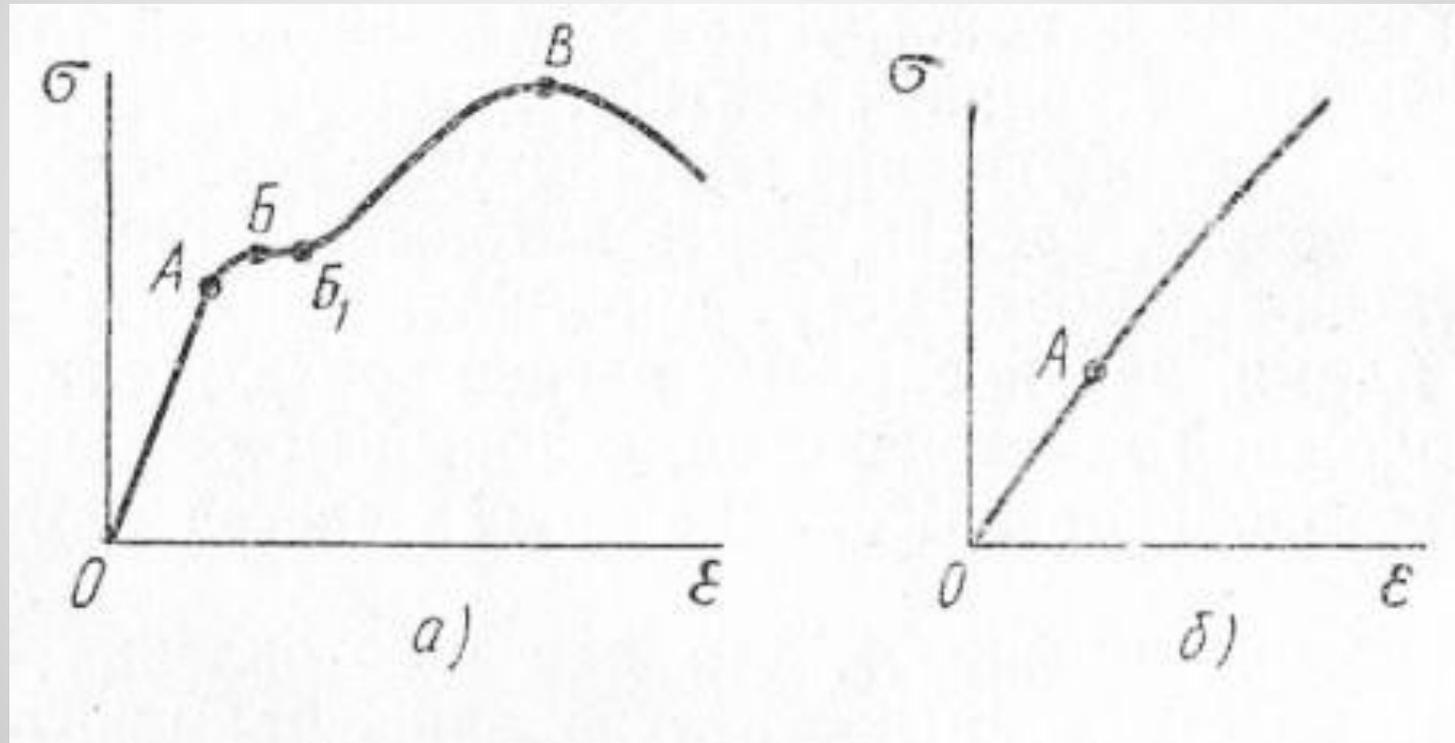
Пластичность - свойство материала при нагружении в значительных пределах изменять форму без образования трещин и сохранять эту форму после снятия нагрузки. Такие деформации называются *необратимыми* или *пластическими*.

Пластичность необходимо учитывать при выборе материалов для несущих конструкций. Для несущих конструкций предпочтительны материалы с большой упругостью, которые перед разрушением обладают высокой пластичностью.

Для полимеров, битума, стекла, металлов характерна *термопластичность* – увеличение пластичности с повышением температуры.

Хрупкость – свойство материала мгновенно разрушаться под действием внешних сил без предварительной деформации. К хрупким материалам относятся природные камни, керамические материалы, стекло, чугун, бетон и т.п. Так как для развития пластических деформаций требуется определенное время, то хрупкость особенно четко определяется при ударной нагрузке.

Механические свойства материалов характеризуются диаграммой деформаций, которую строят в координатах «напряжение – относительная деформация» (σ - ϵ)



Диаграммы деформаций:

- а) сталь (сохраняет упругость при значительных напряжениях);
- б) бетон (хрупкий материал)

Прочность материала является одной из основных характеристик для большинства строительных материалов.

Прочность – способность материала сопротивляться разрушению под действием внутренних напряжений, возникающих в нем под действием внешних нагрузок.

В зависимости от вида внешних воздействий различают:

- Прочность при сжатии;
- Прочность при растяжении;
- Прочность при изгибе и т.д.

Прочностные свойства

Предел прочности (R) – критическое напряжение, при котором наступает разрушение материала (нарушение прочности).

Предел прочности материалов, определяется при испытании образцов и зависит от:

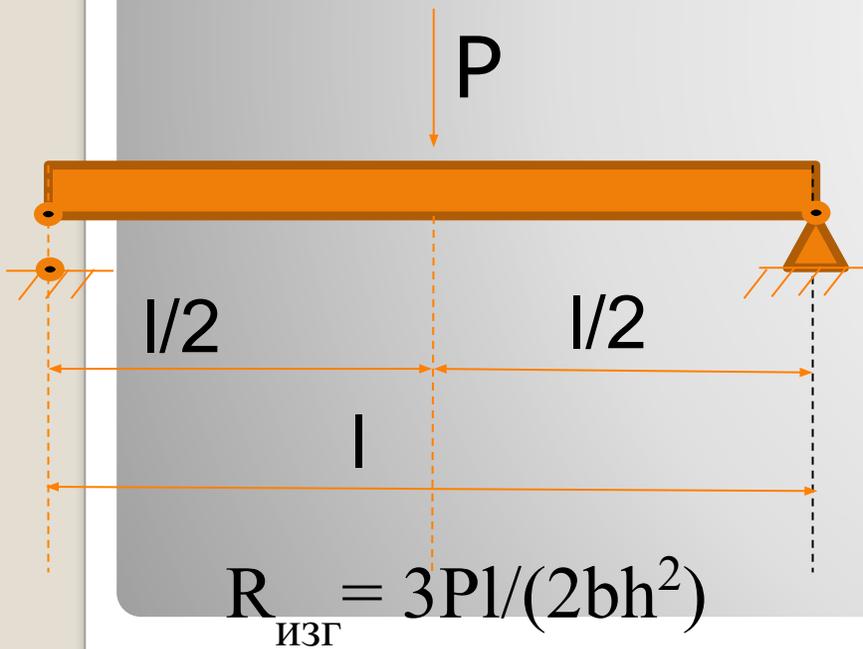
- Формы и размеров образцов;
- Условий испытания (скорость нагружения);
- Состояния опорных поверхностей.

Предел прочности при сжатии $R_{сж}$ (МПа) равен частному от деления разрушающей силы $F_{разр}$ на площадь поперечного сечения образца S (куба, цилиндра, призмы):

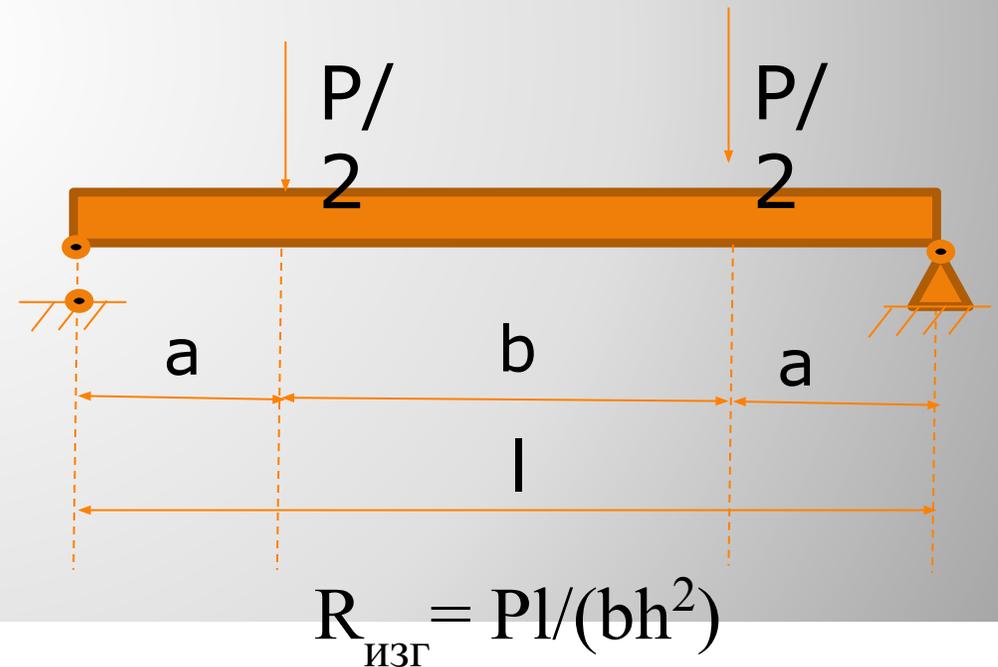
$$R_{сж} = F_{разр} / S_{обр} \quad 1 \text{ кгс/см}^2 = 0,1 \text{ МПа}$$

Предел прочности при изгибе $R_{\text{изг}}$ (МПа) определяют путем испытания образца материала в виде призмы, уложенной на двух опорах. Образец нагружают одной или двумя сосредоточенными силами до разрушения.

При изложении одной сосредоточенной изгибающей силы (хрупкие материалы – бетон, цементный камень, кирпич):



При двух силах (пластичные материалы – древесина, сталь):



где l – расстояние между опорами;

b и h – ширина и высота поперечного сечения.

Предел прочности при растяжении R_p (МПа) используется в качестве прочной характеристики стали, бетона, волокнистых материалов.

У хрупких и пластичных материалов различно соотношение между разными видами прочности:

- - пластичные - $R_p \approx R_{изг} > R_{сж}$ (металлы, древесина);
- - хрупкие – $R_{сж} > R_{изг} > R_p$ (бетон, кирпич, каменные материалы).
 $R_{сж}$ таких материалов превышает R_p в 10-15 раз и более.

Предел прочности материала (чаще при сжатии) **определяет его класс прочности В.**

Класс прочности на сжатие В является гарантированным (с обеспеченностью 0,95) сопротивлением сжатию (МПа).

Переход марки бетона к его классу осуществляется путем замены кгс/см² на МПа и умножением марки на коэффициент (1-1,64v), где v – коэффициент вариации прочности бетона.

Для оценки прочности эффективности материала используется коэффициент конструктивного качества (**ККК**):

$$ККК = R_{сж} / \rho_m$$

где $R_{сж}$ - в МПа или кгс/см²

ρ_m – относительная средняя плотность, безразмерная величина, численно равная ρ_m в г/см³ или кг/м³

Наиболее эффективными являются материалы, имеющие наименьшую среднюю плотность и наиболее высокую прочность.

Специальные механические свойства

Истираемость – способность материала сопротивляться истирающим воздействиям.

Сопротивление истиранию определяют главным образом для материалов, предназначенных для полов, дорожных покрытий лестничных маршей и пр.

Степень истирания материала выражают потерей массы образца, отнесенной к площади истирания (**И**).

$$И = \Delta m / S, \text{ г/см}^2, \text{ г/м}^2$$

где Δm – потеря массы, г;

S – площадь поверхности истирания, см^2 .

Твердость – способность материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела (поверхностная прочность).

Твердость для разных материалов оценивают по-разному.
Для природных каменных материалов – по относительной шкале – шкале твердости или шкале Мооса.

Минерал-эталон	Балл твердости	Характеристика
Тальк	1	Легко царапается ногтем
Гипс	2	Царапается ногтем
Кальцит	3	Царапается стальным ножом
Флюорит	4	Царапается стальным ножом под небольшим нажимом
Апатит	5	Царапается стальным ножом под сильным нажимом
Полевой шпат (ортоклаз)	6	Царапает стекло под нажимом
Кварц	7	Царапает стекло
Топаз	8	
Корунд	9	Легко царапают стекло
Алмаз	10	