

Тема: **МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ИСПЫТАНИЯ: ИСПЫТАНИЯ НА КРУЧЕНИЕ И
НА СРЕЗ, НА ДЛИТЕЛЬНУЮ ПРОЧНОСТЬ И
ПОЛЗУЧЕСТЬ**

Вопросы:

1. Испытания на кручение
2. Испытания на срез
3. Испытания на длительную прочность
4. Испытания на ползучесть



1 Испытания на кручение

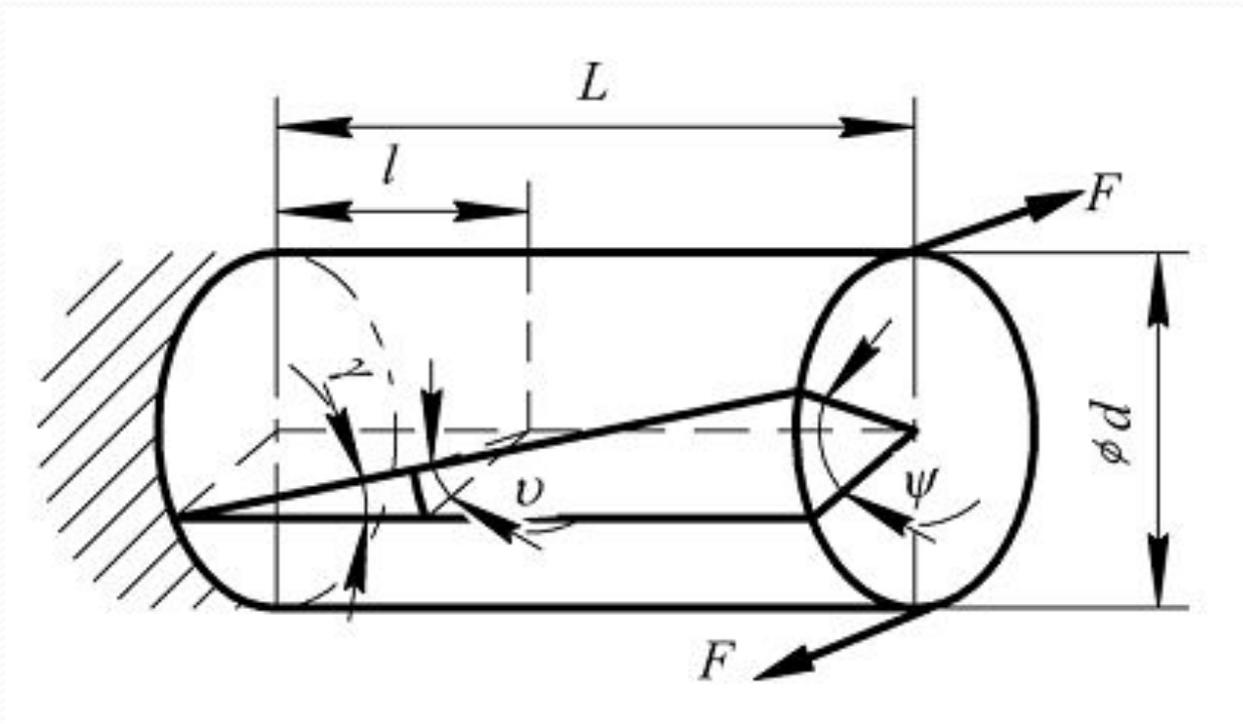
Испытание на кручение (или на скручивание) имеет второстепенное значение. Оно введено для оценки материалов валов или проволоки, а также для определения прочности и пластичности твердых сталей.

При проведении испытания на кручение один конец образца закрепляют неподвижно, а к другому концу прикладывают пару сил в плоскости, перпендикулярной к оси образца, так что возникает крутящий момент, равный

$$M_t = Fd,$$

где F – действующая сила; d – диаметр образца.

1 Испытания на кручение



При кручении все поперечные сечения образца сдвигаются (поворачиваются) вокруг общей оси по отношению к закрепленному сечению. Этот сдвиг увеличивается с увеличением расстояния от места закрепления, причем линии, параллельные оси образца, переходят в винтовые.

1 Испытания на кручение

Сдвиг, происходящий в двух соседних поперечных сечениях, определяется углом кручения ψ и пропорционален расстоянию L между этими плоскостями. Под углом относительного поворота ν понимают угол кручения двух сечений, находящихся на расстоянии l . **Условный угол сдвига** γ представляет собой угол, образующий соответствующую винтовую линию с образующей цилиндра. В упругой области условный угол сдвига пропорционален удаленности от оси образца. Отношение между условным углом сдвига γ и соответствующим касательным напряжением при сдвиге τ обозначается **коэффициентом упругости сдвиге** β

$$\beta = \gamma / \tau.$$

1 Испытания на кручение

Обратная величина этого коэффициента является **модулем сдвига**.

Как при испытании на изгиб, так и при испытании на кручение наибольшее напряжение возникает в поверхностных зонах, где

$$\tau_{\max} = M_t / W_p.$$

Для того чтобы определить угол сдвига, измеряют взаимное скручивание двух поперечных сечений. Так как $v = 2\gamma d$ и $\varphi = vL$, то между углом сдвига и углом скручивания φ для двух поверхностей на расстоянии L справедливо соотношение

$$\varphi = 2\gamma L / d.$$

1 Испытания на кручение

Модуль сдвига при этом можно определить из соотношения

$$G = 32M_tL / \pi d^4 \varphi.$$

Остаточная деформация для пределов упругости и текучести при кручении вдвое больше.

После достижения временного сопротивления при кручении τ_{tB} происходит разрушение либо в плоскости поперечного сечения, либо с образованием расслоений в продольном направлении.

1 Испытания на кручение

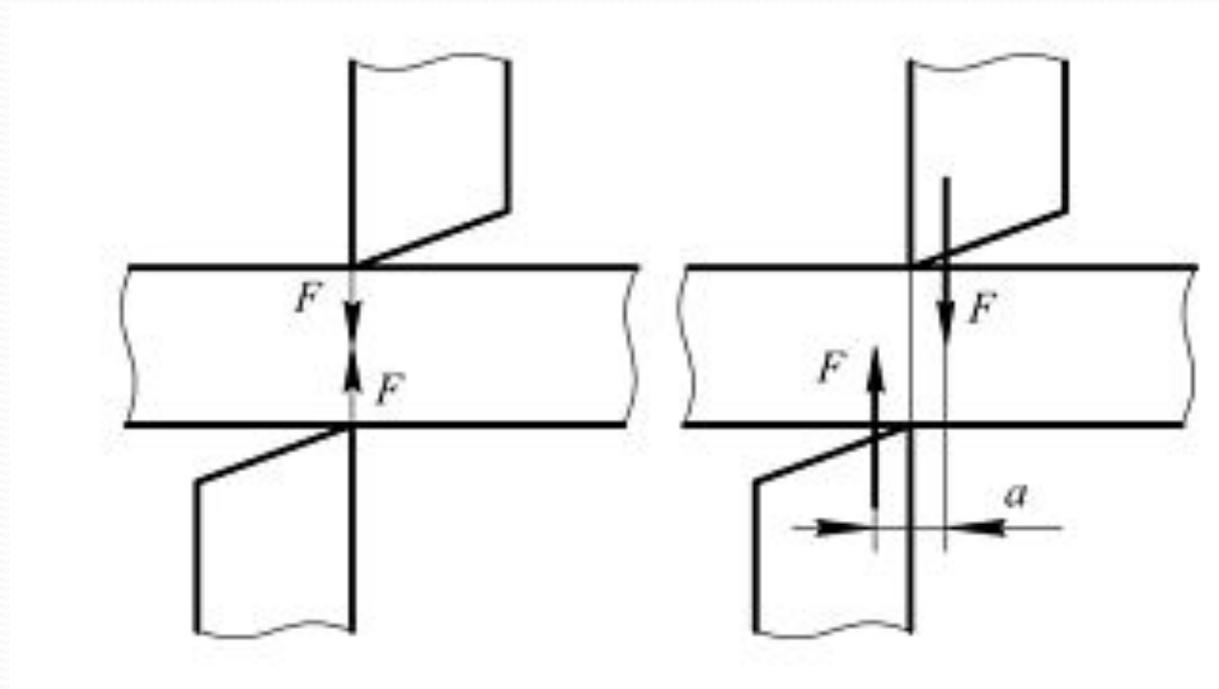
В хрупких материалах плоскость разрушения соответствует плоскостям, по которым действуют наибольшие нормальные напряжения. Так как эти плоскости составляют угол 45° с осью образца, то излом представляет собой винтовую поверхность.

Самым простым способом измерения угла закручивания является измерение взаимного поворота двух зажатых головок образца. Для определения угла закручивания в момент разрушения можно на его поверхности нанести линию, параллельную оси образца, и измерить изменение ее при соединении обеих половинок образца после разрушения.

Для проведения испытания на кручение применяют цилиндрические образцы. Расчетная длина чаще всего составляет $10d$. Безопасного закрепления достигают с помощью клина, самотормозящегося с увеличением крутящего момента.

2 Испытания на срез

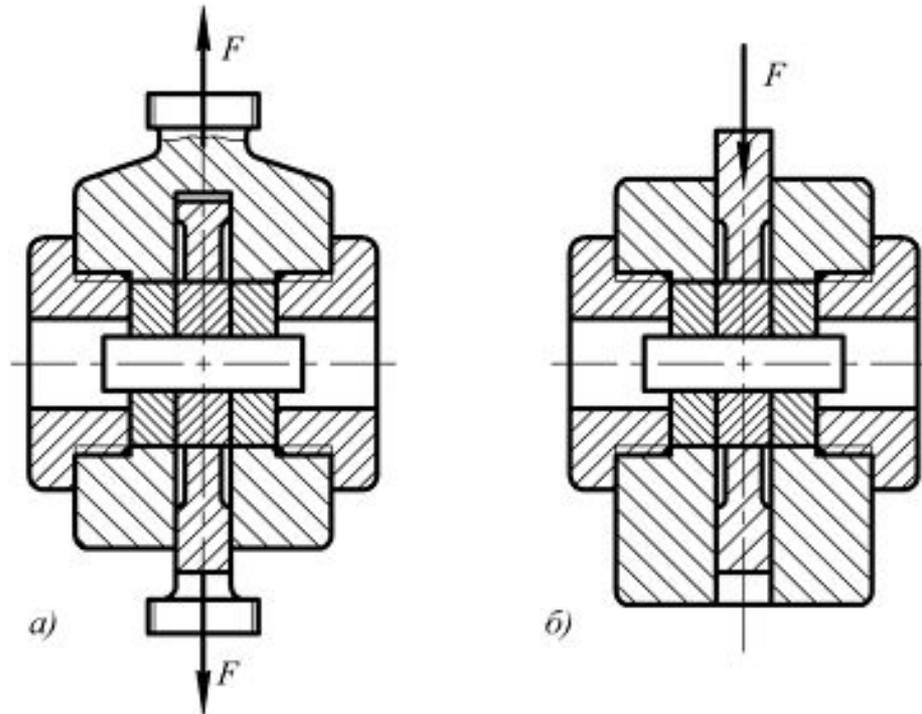
При испытании на срез образец нагружают двумя силами F , которые действуют в одной плоскости. Фактически возникает пара сил с плечом a , т.е. при этих испытаниях возникают дополнительные изгибающие напряжения.



2 Испытания на срез

На практике чаще всего проводят испытание на двойной срез.

На рисунке представлены схемы устройства для испытания на двойной срез при растяжении и сжатии.



2 Испытания на срез

Так как при испытании на срез не достигают определенного напряженного состояния, устанавливают только максимальную силу F_{\max} , необходимую для среза, исходя из которой рассчитывают при идеализированном условии равномерного напряжения поперечного сечения сопротивление срезу при испытании на двойной срез:

$$\tau_s = F_{\max} / 2A_0 = 2F_{\max} / \pi d^2, \text{ Н/мм}^2.$$

Испытание на срез имеет практическое значение при оценке сталей для заклепок или, например, для определения размеров ножниц.

3 Испытания на длительную прочность

Длительные испытания служат для изучения поведения материалов при постоянном нагружении в зависимости от температуры и времени. Различают длительные статические испытания при постоянном и снижающемся напряжении.

При длительных испытаниях деформация образца происходит не за счет управляемого перемещения одного из захватов (траверсы) испытательной машины, как при статическом испытании на растяжение, а в результате постоянного нагружения, которое осуществляют, *например, с помощью непосредственно подвешенных грузов или рычажного нагружения.*

При этом вследствие процессов ползучести, протекающих с различной интенсивностью в зависимости от времени нагружения, деформация образца увеличивается.

3 Испытания на длительную прочность

Пределом ограниченной длительной прочности σ_v /время при данной температуре называют величину постоянной нагрузки, вызывающей разрушение образца через определенное время, отнесенную к его начальному поперечному сечению при комнатной температуре. Если разрушение наступает, например, через 1000 ч, получают значение **предела ограниченной длительной прочности $\sigma_v/1000$** .

Пределом ползучести называют напряжение, которое вызывает определенную величину деформации за установленное время испытания. При длительных испытаниях на растяжение определяют предел ползучести как предельное напряжение σ , индексами у которого являются остаточное удлинение (%) и время (ч).

3 Испытания на длительную прочность

Пределом скорости ползучести называют напряжение, которое за определенное время вызывает определенную скорость ползучести или скорость деформации. В качестве индекса указывают скорость ползучести, выраженную в 10^{-4} %/ч.

Для полимерных материалов, кроме того, определяют остаточную деформацию $\epsilon_R(t)$ в определенный момент после разгрузки образца, например остаточную деформацию через 1 мин – $\epsilon_{1\text{мин}}$.

Для выяснения поведения исследуемого материала при данной температуре устанавливают временные зависимости остаточного удлинения при различных нагрузках и изображают их графически.

3 Испытания на длительную прочность

С помощью диаграмм длительных статических испытаний определяют предел ползучести и предел ограниченной длительной прочности путем интер- или экстраполяции. Экстраполяцию по времени можно проводить, как правило, в пределах одного порядка; значения относительного удлинения и сужения после разрушения при длительных испытаниях не экстраполируют.

На поведение полимерных материалов при длительном нагружении, кроме того, сильно влияют условия обработки, а также окружающая среда.

3 Испытания на ползучесть

В случае длительных испытаний при снижающемся (за счет перехода части упругой деформации в пластическую) напряжении образец при определенной температуре подвергают начальной деформации и измеряют постепенное уменьшение напряжения (релаксацию). При этом получают следующие характеристики:

- **скорость релаксации напряжений** – скорость, с которой уменьшаются напряжения в образце;
- **сопротивление релаксации напряжений**, которое устанавливают при определенной температуре и начальной деформации по истечении определенного времени. Сопротивление релаксации обозначают σ с индексом $E/\text{время}$, ч (начальная деформация, %).