Ув. студенты! Ознакомиться с лекционным материалом и ответить на контрольные вопросы письменно. Ответы на контрольные вопросы предоставить до **10.02** на электронный адрес преподавателя vika-lnr@mail.ru

Если возникнут вопросы обращаться по телефону 072-106-54-33

ЛЕКЦИЯ

Тема: Продольные и поперечные деформации

Цель: изучение растяжения и сжатия

План

1 Испытания материалов на растяжение и сжатие при статическом нагружении

2 Механические характеристики материалов. Напряжения предельные, допускаемые и расчетные

Список использованных источников:

1 Аркуша А.И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов. - М: Высшая школа, 1989

2 Ицкович Г.М. Сопротивление материалов. - М: Высшая школа, 1986

3 Эрдеди А.А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования/ А.А. Эрдеди, Н.А.Эрдеди - 9-е изд., стер.- М.- : Издательский центр «Академия», 2008.-320с.

1 Испытание материалов на растяжение и сжатие при статическом нагружении

При расчетах на прочность и жесткость элементов конструкций необходимо знать механические свойства тех материалов, из которых изготовляют элементы. Для этого проводят механические испытания материалов. Одним из основных испытаний является *испытания материалов на растяжение.* Для испытания изготовляют специальные образцы, чаще всего цилиндрические. Если цилиндрические (круглые) образцы сделать невозможно, тогда изготовляют призматические (плоские) образцы.

Образцы растягивают на специальных разрывных машинах, которые позволяют в процессе растяжения определять усилие *F* и удлинение *ΔИ* и строить график (диаграмму) растяжения в осях *F* - *ΔИ.* Характер диаграммы растяжения зависит от свойств материала образца. Типичный вид такой диаграммы для малоуглеродистой стали показан на рисунке13.11, *а.*

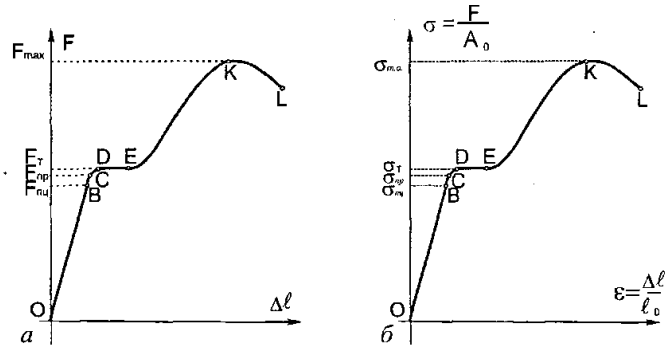

Рисунок13.11 - Диаграмма растяжения для малоуглеродистой стали

На участке *OB* к точке *B,* которой соответствует значение силы *F* , справедлив закон Гука. В точке *C,* которой соответствует сила *F* , имеют место лишь упругие деформации.

После этой точки, кроме упругих, появляются и пластические (остаточные) деформации. При значении силы *F* , что соответствует точке D, удлинение образца происходит за счет пластических деформаций при постоянном значении силы. Говорят, что материал "течет", участок *DE* диаграммы — участок текучести. После этого на участке *EK* наступает так называемое упрочнение материала и для дальнейшего растяжения образца нужно увеличивать силу *F*. Диаграмма становится криволинейной и достигает высочайшей точки *K,* которой отвечает наибольшее значение силы - F_{max}. В процессе растяжения образца он одновременно и суживается. В начале диаграммы сужения незначительно и происходит равномерно по всей длине образца. Начиная из точки *K* деформации образца сосредотачиваются в одном месте, в котором начинает образовываться "шейка", площадь поперечного сечения в которой резко уменьшается, а следовательно, уменьшается и сила, которая нужна для дальнейшего растяжения образца. В точке *L,* на участке *KL,* где происходит этот процесс, проходит разрыв.

Описанная выше диаграмма характеризует не только материал образца. ее вид существенно зависит от конкретных размеров образца. Чтобы освободиться от влияния абсолютных размеров образца (площади поперечного сечения A_0 и начальной длины 1_0), на основе машинной диаграммы строят диаграмму растяжения в осях. Эта диаграмма показана на рисунке 13.11,*б.* На ней указаны характерные значения напряжений, которые называют механическими характеристиками прочности материала:

Кроме характеристик прочности, при испытании образца на растяжение определяют и характеристики пластичности:

а) остаточное относительное удлинение образца при разрыве

$$\delta_{\%} = \frac{l_к - l_0}{l_0} \cdot 100\% = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%, \tag{9}$$

где $I_к$ — конечная длина разорванного образца;

ΔI — полное удлинение образца при разрыве;

б) остаточное относительное сужение при разрыве

$$\psi_{\%} = \frac{A_0 - A_к}{A_0} \cdot 100\% = \frac{\Delta A}{A_0} \cdot 100\%, \tag{10}$$

где A_0— начальная площадь поперечного сечения образца;

$A_к$ — конечная площадь поперечного сечения в месте разрыва.

Диаграммы растяжения большинства сталей и цветных металлов имеют вид, подобный приведенной выше диаграмме для малоуглеродистой стали. Разница может быть лишь в отсутствии четко выраженной площадки текучести и в другом виде участка *KL* при отсутствии шейки при разрыве.

Другим способом испытания материалов является испытания на сжатие. Этот способ применяют преимущественно в двух случаях:

а) для хрупких и полухрупких материалов, которые в реальных конструкциях работают на сжатие (силикатные материалы, бетон, камень и т.п.);

б) для материалов, которые при растяжении и сжатии имеют разные механические характеристики (чугун, определенные марки сталей и т.п.).

Образцы для испытания на сжатие имеют цилиндрическую (для металлов) или призматическую форму (силикатные материалы, дерево).

Недостатком испытания на сжатие есть сложность получения одинаковых деформаций по высоте образца

При испытании на сжатие хрупких и полухрупких материалов, которые при давлении разрушаются, определяют предел прочности материала

$$\sigma_{.мц} = \frac{F_{max}}{A_0}. \tag{11}$$

2 Механические характеристики материалов. Напряжения предельные, допускаемые и расчетные

Диаграмма истинных напряжений (рисунок 13.12, кривая 2) в диапазоне напряжений, соответствующих характеристикам прочности, мало

отличается от диаграммы условных напряжений, поэтому на практике используют диаграммы условных напряжений.

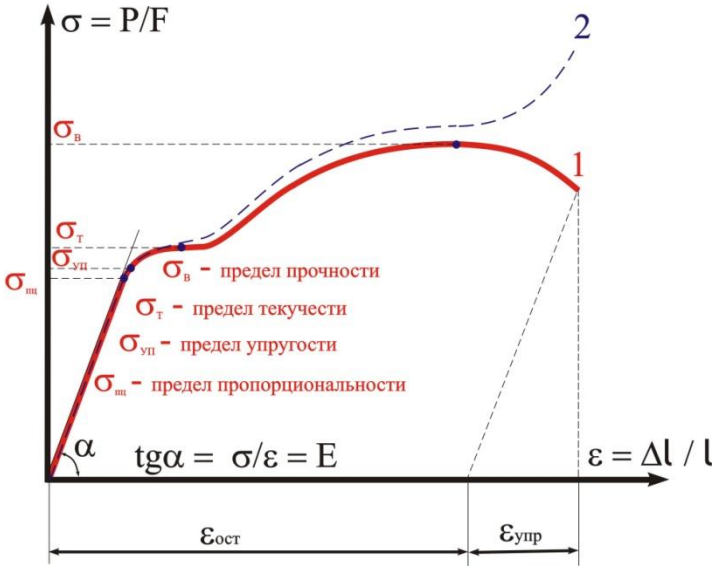

Рисунок 13.12 - Диаграмма истинных напряжений

До определенного значения напряжения имеет место линейная зависимость между величинами относительного удлинения и напряжения. Материал в данном случае подчиняется закону Гука – закону пропорциональности нагрузки и деформации.

Максимальное напряжение, до которого материал подчиняется закону Гука, называется ***пределом пропорциональности.***

Выше предела пропорциональности наблюдается нелинейная зависимость напряжения от относительной деформации. До какого то значения напряжения после снятия нагрузки материал все еще не имеет остаточных деформаций.

Наибольшее напряжение, до которого остаточная деформация при разгрузке не обнаруживается, называется ***пределом упругости.*** Предел упругости является характеристикой, не связанной с законом Гука. Предел упругости может иметь значение как выше, так и ниже значения предела пропорциональности. Эти напряжения близки друг к другу и обычно различием между ними пренебрегают.

При каком то значении напряжения удлинение образца растет при практически постоянном значении растягивающей силы.

Такой процесс деформации называется текучестью материала. материала. материала.

Наименьшее напряжение , при котором деформация образца происходит при постоянном растягивающем усилии, называется ***пределом текучести.***

Для металлов, не имеющих площадки текучести, предел текучести определяют условно как напряжение, при котором остаточная деформация составляет 0,2 %. После стадии текучести материал вновь приобретает способность увеличивать сопротивление дальнейшей деформации

Напряжение, соответствующее максимальной нагрузке , которую может воспринимать образец, называется ***пределом прочности или временным сопротивлением.*** После достижения максимального усилия при дальнейшем растяжении образца деформация происходит, главным образом, на небольшой длине образца. Это ведет к образованию местного сужения в виде шейки и к падению силы (рисунок 13.12. кривая 1), несмотря на то, что истинное напряжение в сечении шейки непрерывно растет (рисунок 13.12. кривая 2). Полное удлинение, полученное образцом перед разрушением, уменьшится после разрыва, так как в частях образца исчезнут упругие деформации. Отношение в процентах приращения расчетной длины образца после разрыва к его первоначальной длине , называется ***относительным остаточным удлинением*** :

$$\delta_{\%} = \frac{l_к - l_0}{l_0} \cdot 100\% = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%,$$

в процентах абсолютного уменьшения площади поперечного сечения в шейке к первоначальной площади , называется относительным ***остаточным сужением***.:

$$\psi_{\%} = \frac{A_0 - A_к}{A_0} \cdot 100\% = \frac{\Delta A}{A_0} \cdot 100\%,$$

Относительное остаточное удлинение и относительное остаточное сужение являются характеристиками пластичности материала. Испытание на сжатие, несмотря на простоту, проводят реже, так как модуль упругости , предел упругости и предел текучести при сжатии примерно те же, что и при растяжении. Испытанию на сжатие подвергают главным образом хрупкие материалы, которые, как правило, лучше сопротивляются сжатию, чем растяжению, и применяются для изготовления элементов, работающих на сжатие.

Контрольные вопросы:

1 Для чего проводят механические испытания материалов?
2 Когда проводится испытание материалов на сжатие и что при этом определяется?
3 Как записывается условие прочности при растяжении-сжатии?
4 Какие знаки имеет продольная сила при растяжении и сжатии?
5 Как вычисляется абсолютная деформация участка в пределах упругости?