

*Критерий прочности Мора.* Особенностью критерия прочности Мора является то, что он не содержит никаких критериальных гипотез, а полностью основывается на обобщении результатов экспериментов.

Условие прочности по критерию Мора можно получить с помощью кругов напряжений (кругов Мора), устанавливающих графическую связь напряжений  $\sigma_\alpha$ ,  $\tau_\alpha$  с углами  $\alpha$  наклона площадки к оси  $x$ . Для плоского напряженного состояния уравнения, определяющие нормальные и касательные напряжения на наклонной площадке, имеют следующий вид

$$\begin{aligned}\sigma_\alpha - \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} &= \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_{xy} \sin 2\alpha \\ \tau_\alpha &= \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\alpha + \tau_{xy} \cos 2\alpha.\end{aligned}\quad (8)$$

#### *Литература*

1. Подскребко, М.Д. Сопротивление материалов: учебник Подскребко, М.Д. — Минск.: Выш. шк., 2007. — 153-166 с.
2. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов — Киев: Наук. думка, 1988. — 196-207 с.

УДК 539.3

### **ИСПЫТАНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА СЖАТИЕ**

студент гр. 10303113 Солоненко Р.С.

*Научный руководитель – Василевич Ю. В.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

На практике испытанию на сжатие подвергаются в основном хрупкие материалы и сплавы (чугун, бетон, керамика, фарфор, дерево, и т.д.), которые лучше сопротивляются сжатию, чем растяжению, и применяются для изготовления деталей, работающих на сжатие. Для пластичных материалов испытание на сжатие обычно является дополнением к испытанию на растяжение и проводится по необходимости. Это объясняется тем, что для таких материалов предел пропорциональности и предел текучести при сжатии одинаков с их значениями при растяжении. Характеристики, аналогичные пределу прочности, остаточному относительному удлинению и

остаточному относительному сжатию при испытании на сжатие пластичных материалов, получить нельзя.

При испытании на сжатие применяют короткие образцы ( $l < 3d$ ) цилиндрической формы или образцы в виде кубиков. Данные образцы равномерно сжать невозможно, так как под действием сжимающей нагрузки они быстро изгибаются и теряют устойчивость. В процессе сжатия на торцах образца возникают силы трения, направленные по радиусам к центру и препятствующие свободному расширению образца в горизонтальном направлении (рис. 1).

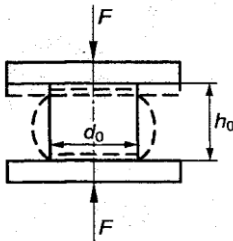


Рисунок 1

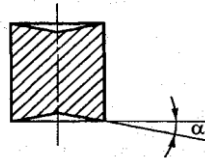


Рисунок 2

В результате образец вместо цилиндрической принимает бочкообразную форму, при этом распределение напряжений в сечениях образца становится неравномерным. Для уменьшения влияния сил трения на результаты испытаний вводятся различные смеси (вазелин, солидол), прокладки из материала (тефлона, фторопласта, пропитанной парафином фильтровальной бумаги с низким коэффициентом трения между торцевыми поверхностями образца и опорными плитами; используют образцы, имеющую на торцах коническую поверхность, выполненную так, что тангенс угла конусности  $\alpha$  равен коэффициенту трения (рис. 2). Однако полностью устранить силы трения и обеспечить в образце при испытании линейное напряженное состояние не представляется возможным, что является принципиальным недостатком испытаний на сжатие.

При испытании записывающий механизм машины автоматически вычерчивает диаграмму сжатия - график зависимости между усилием  $F$  и укорочением образца  $\Delta l$ . Вид диаграммы сжатия различен для пластичных и хрупких материалов. Пластичные материалы и сплавы при сжатии расплющиваются в тонкие диски без разрушения, и испытание ограничивается возможностью испытательных машин.

Характер разрушения хрупких материалов при сжатии зависит от величины сил трения. Если силы трения на торцах образца велики, то он разрушается путем среза (рис. 3, а); если они малы - то путем отрыва (рис. 3, б)

Диаграмма сжатия малоуглеродистой стали представлена на рис. 4.



Рисунок 3

Из него следует, что на начальном участке ОВ диаграмма сжатия не отличается от диаграммы растяжения. На диаграмме явно выраженной зоны текучести не наблюдается, за участком ОВ сразу начинается зона упрочнения. Образец практически разрушить невозможно, он расплющивается, иногда с образованием по краям трещин, превращаясь в тонкий диск.

В отдельных случаях для неразрушающихся образцов в качестве характеристики предела прочности при сжатии берется условная нагрузка  $F_{усл}$ , соответствующая величине деформации, равной 1/3 первоначальной высоты образца.

$$\sigma_{в_{усл}} = \frac{F_{усл}}{A_0}$$

У стали пределы пропорциональности и текучести, модули продольной упругости при растяжении и сжатии практически равны. Это позволяет считать, что сталь одинаково работает на растяжение и сжатие.

Диаграмма сжатия чугунного образца имеет вид, показанный на рис. 5. При сжатии чугунного образца в действительности наблюдается нелинейная зависимость между сжимающей силой и деформацией. Однако в инженерных расчетах считается, что до нагрузки, равной  $0,5 F_{MAX}$  материал подчиняется закону Гука. Образец, укорачиваясь, получает незначительную бочкообразную форму. Разрушение происходит по наклонным плоскостям, расположенным примерно под углом 45 град. к оси образца, т.е. под действием наибольших касательных напряжений.

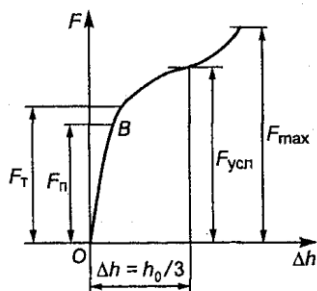


Рисунок 4

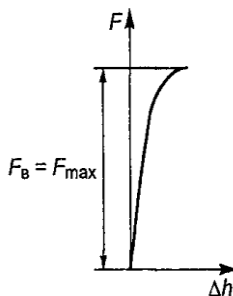


Рисунок 5

Отношение разрушающей нагрузки  $F_B = F_{\text{MAX}}$  к первоначальной площади поперечного сечения определяет предел прочности хрупкого материала при сжатии.

$$\sigma_{\text{вс}} = \frac{F_B}{A_0}$$

Предел прочности на сжатие у хрупких материалов, таких как чугун, бетон, керамика, выше, чем при растяжении, а модель продольной упругости на 10-20% больше, чем при растяжении. Отношение предела прочности при растяжении к пределу прочности при сжатии показывает, что хрупкие материалы работают на сжатие лучше, чем на растяжение:

$$m = \frac{\sigma_{\text{вр}}}{\sigma_{\text{вс}}} < 1,0.$$

Для чугуна  $m = 0.2-0.4$ ; для керамики  $m = 0.1-0.2$ . Для пластичных материалов сопоставление прочностных характеристик на растяжение и сжатие производится по пределу текучести:

$$m = \frac{\sigma_{\text{тр}}}{\sigma_{\text{тс}}} \approx 1,0.$$

Принято считать, что у пластичных материалов  $\sigma_{\text{тр}} = \sigma_{\text{тс}}$ .

Испытания на сжатие анизотропных материалов, дерева, различных типов пластмасс, проявляющих неодинаковые свойства в разных направлениях, проводят вдоль и поперек волокон.

Диаграммы сжатия деревянного образца вдоль волокон (кривая 1) и поперек волокон (кривая 2) представлены на рис. 6.

При сжатии вдоль волокон сопротивление деревянного образца в 7-10 раз выше, чем при сжатии поперек волокон.

При сжатии вдоль волокон дерево проявляет свойства хрупкого материала (сравнить с диаграммой сжатия чугуна), а при сжатии поперек волокон - свойства пластичного материала.

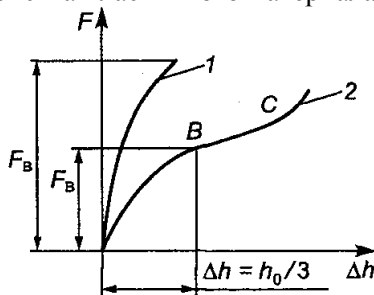


Рисунок 6

При сжатии вдоль волокон дерево проявляет свойства хрупкого материала (сравнить с диаграммой сжатия чугуна), а при сжатии поперек волокон - свойства пластичного материала.

На участке  $BC$  древесина сильно уплотняется без признаков разрушения. За разрешающую нагрузку при испытании поперек волокон принимают силу  $F_B$  при действии которой деформация образца составляет  $1/3$  первоначальной его высоты:

$$\left( \Delta h = \frac{1}{3} h_0 \right).$$

Отношение предела прочности при сжатии вдоль волокон  $\sigma'_B$  к пределу прочности при сжатии поперек волокон  $\sigma''_B$  характеризует различие механических свойств анизотропного материала вдоль и поперек волокон и называется коэффициентом анизотропии.

$$k = \frac{\sigma'_B}{\sigma''_B}.$$

#### Литература:

1. Подскребко, М.Д. Сопротивление материалов/ М.Д. Подскребко. - Мн : Вышэйшая школа, 2007.