

Министерство образования и науки
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тюменский индустриальный университет»

**Отчет по лабораторной работе по дисциплине «Материаловедение.
Технология конструкционных материалов»
На тему «Испытание на растяжение»**

**Выполнил: Горячев Владимир Владимирович
ПСТб(до)з-20-1**

Тюмень 2021

Цель работы - изучение методики проведения испытаний на растяжение и определения механических свойств.

Задачи - провести испытания на растяжение различных материалов и определить показатели прочности и пластичности.

Теоретические сведения

Механическими называют свойства, которые материал проявляет при действии на него внешних, механических сил со стороны других тел. Действие силы вызывает деформацию твердого тела, и в нем возникают напряжения. Напряжение является удельной величиной и определяется как отношение силы, действующей на тело, к площади его сечения:

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

где σ – напряжение;

P – сила;

F – площадь поперечного сечения

Напряжение в системе СИ выражается в Н/м² или МН/м², т.е. МПа. На практике может быть использована размерность кгс/мм² (1 кгс/мм² = 9,81 МПа).

Процесс деформации под действием постепенно возрастающей нагрузки складывается из трех последовательно накладывающихся одна на другую стадий.



Рис. 1 Схема процесса деформации

Даже незначительное усилие вызывает упругую деформацию, которая в чистом виде наблюдается только при нагрузках до точки А. Упругая деформация характеризуется прямо пропорциональной зависимостью от нагрузки и упругим изменением межатомных расстояний. При нагрузках выше точки А в отдельных зернах металла, ориентированных наиболее благоприятно относительно направления деформации, начинается пластическая деформация. Дальнейшее увеличение нагрузки вызывает и увеличение упругой, и пластической деформации (участок АВ). При нагрузках точки В возрастание упругой деформации прекращается. Начинается процесс разрушения, который завершается в точке С.

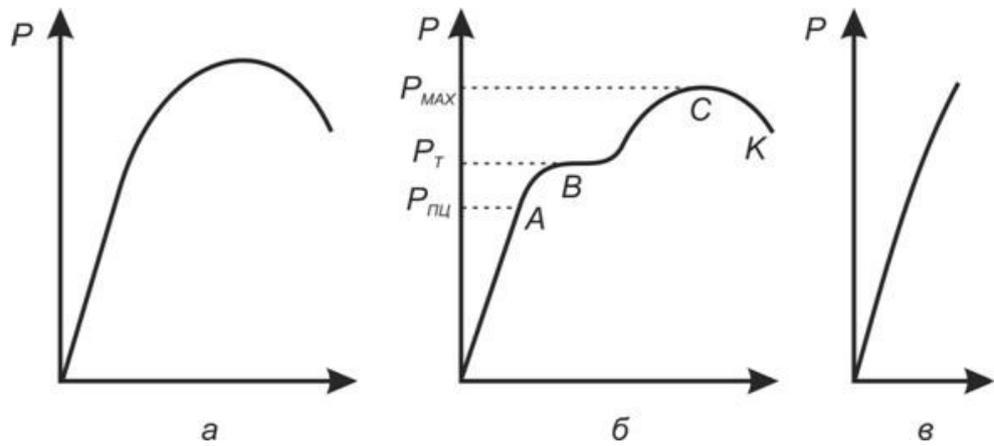


Рис. 2 Виды диаграмм растяжения различных материалов

Предел пропорциональности - это напряжение, ниже которого соблюдается прямая пропорциональная зависимость между напряжением и относительной деформацией:

$$\sigma_{\text{пц}} = \frac{P_{\text{пц}}}{F_0},$$

где $P_{\text{пц}}$ - нагрузка при пределе пропорциональности.

Предел упругости $\sigma_{0,05}$ - это условное напряжение, при котором остаточная деформация составляет 0,05% расчетной длины. Ввиду малости величины остаточной деформации на пределе упругости его иногда принимают равным пределу пропорциональности.

Предел текучести физический - это наименьшее напряжение, при котором образец деформируется без увеличения растягивающей нагрузки:

$$\sigma_T = \frac{P_T}{F_0}.$$

Если на кривой деформации отсутствует четко выраженная площадка текучести, то определяют предел текучести условный.

Условный предел текучести $s_{0,2}$ - это напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,2% длины участка образца на его рабочей части, удлинение которого принимается в расчет при определении указанной характеристики:

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0}.$$

Предел прочности (временное сопротивление) s_B - это условное напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке P_{MAX} , предшествовавшей разрыву образца:

$$\sigma_B = \frac{P_B}{F_0}.$$

Относительное удлинение после разрыва d - это отношение приращения расчетной длины образца $(l_K - l_0)$ после разрушения к начальной расчетной длине l_0 , выраженное в процентах:

$$\delta = \frac{l_K - l_0}{l_0} \cdot 100 \%$$

Для определения длины расчетной части IK после разрыва части образца плотно прикладывают друг к другу и измеряют расстояние между метками, которые ограничивали начальную расчетную длину.

Относительное сужение ψ - это отношение абсолютного уменьшения площади поперечного сечения в шейке образца ($F_0 - F_K$) к начальной площади сечения F_0 , выраженное в процентах:

$$\psi = \frac{F_0 - F_K}{F_0} \cdot 100 \%$$

где F_0 и F_K - площади поперечного сечения образца до и после испытания соответственно.

Протокол испытаний на растяжение

Показатели		образец			
		№1	№2	№3	
Материал образца		12ХН3А	20ХГР	25ХГМ	
Диаметр образца	до испытания d_0	мм	5,0	5,0	5,0
	после испытания d_K	мм	3,3	3,5	3,7
Площадь поперечного сечения	до испытания F_0	мм ²	19,63	19,63	19,63
	после испытания F_K	мм ²	8,55	9,62	
Длина расчетной части	до испытания l_0	мм	25,0	25,0	25,0
	после испытания l_K	мм	29,8	29,4	29,6
Нагрузки, соответствующие	пределу текучести физическому R_T	Н	на диаграмме отсутствует площадка текучести		
	пределу текучести условному $R_{0,2}$	Н	4902	4902	
	пределу прочности R_{MAX}	Н	18627	19608	
Предел текучести	физический σ_T	МПа	-	-	-
	условный $\sigma_{0,2}$	МПа	250	250	250
Предел прочности σ_B		МПа	950	1000	1100
Относительное удлинение δ		%	19,2	17,6	18,4
Относительное сужение ψ		%	56,4	51,0	45,2

Образец №1

Площадь поперечного сечения образца до испытания F_0

$$F_0 = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot \left(\frac{d_0}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{5,0}{2}\right)^2 = 19,63 \text{ мм}^2$$

Площадь поперечного сечения образца после испытания F_K

$$F_K = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot \left(\frac{d_K}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{3,3}{2}\right)^2 = 8,55 \text{ мм}^2$$

Нагрузка, соответствующая пределу текучести условному $P_{0,2}$

По диаграмме $P_{0,2}=500$ кгс

$1 \text{ Н} \approx 0,102 \text{ кгс}$, тогда

$$P_{0,2} = 500 / 0,102 = 4902 \text{ Н}$$

Нагрузка, соответствующая пределу прочности P_{MAX}

По диаграмме $P_{\text{max}}=1900$ кгс

$$P_{\text{max}} = 1900 / 0,102 = 18627 \text{ Н}$$

Предел текучести условный $\sigma_{0,2}$

$$1 \text{ кгс/мм}^2 = 9,81 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{0,2} = \frac{P}{F} = \frac{500}{19,63} = 25,5 \text{ кгс/мм}^2 = 250 \text{ МПа}$$

Предел прочности σ_B

$$\sigma_B = \frac{P_{\text{max}}}{F} = \frac{1900}{19,63} = 96,8 \text{ кгс/мм}^2 = 950 \text{ МПа}$$

Относительное удлинение δ

$$\delta = \frac{l_K - l_0}{l_0} \cdot 100\% = \frac{29,8 - 25,0}{25,0} \cdot 100\% = 19,2\%$$

Относительное сужение ψ

$$\psi = \frac{F_0 - F_K}{F_0} \cdot 100\% = \frac{19,63 - 8,55}{19,63} \cdot 100\% = 56,4\%$$

Образец №2

Площадь поперечного сечения образца до испытания F_0

$$F_0 = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot \left(\frac{d_0}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{5,0}{2}\right)^2 = 19,63 \text{ мм}^2$$

Площадь поперечного сечения образца после испытания F_K

$$F_K = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot \left(\frac{d_K}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{3,5}{2}\right)^2 = 9,62 \text{ мм}^2$$

Нагрузка, соответствующая пределу текучести условному $P_{0,2}$

По диаграмме $P_{0,2}=500$ кгс

$1 \text{ Н} \approx 0,102 \text{ кгс}$, тогда

$$P_{0,2} = 500 / 0,102 = 4902 \text{ Н}$$

Нагрузка, соответствующая пределу прочности P_{MAX}

По диаграмме $P_{\text{max}}=2000$ кгс

$$P_{\text{max}} = 2000 / 0,102 = 19608 \text{ Н}$$

Предел текучести условный $\sigma_{0,2}$

$$1 \text{ кгс/мм}^2 = 9,81 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{0,2} = \frac{P}{F} = \frac{500}{19,63} = 25,5 \text{ кгс/мм}^2 = 250 \text{ МПа}$$

Предел прочности σ_B

$$\sigma_B = \frac{P_{\max}}{F} = \frac{2000}{19,63} = 101,9 \text{ кгс/мм}^2 = 1000 \text{ МПа}$$

Относительное удлинение δ

$$\delta = \frac{l_K - l_0}{l_0} \cdot 100\% = \frac{29,4 - 25,0}{25,0} \cdot 100\% = 17,6\%$$

Относительное сужение ψ

$$\psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} \cdot 100\% = \frac{19,63 - 9,62}{19,63} \cdot 100\% = 51,0\%$$

Образец №3

Площадь поперечного сечения образца до испытания F_0

$$F_0 = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot \left(\frac{d_0}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{5,0}{2}\right)^2 = 19,63 \text{ мм}^2$$

Площадь поперечного сечения образца после испытания F_K

$$F_K = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot \left(\frac{d_K}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{3,7}{2}\right)^2 = 10,75 \text{ мм}^2$$

Нагрузка, соответствующая пределу текучести условному $P_{0,2}$

По диаграмме $P_{0,2} = 500$ кгс

$1 \text{ Н} \approx 0,102$ кгс, тогда

$$P_{0,2} = 500 / 0,102 = 4902 \text{ Н}$$

Нагрузка, соответствующая пределу прочности P_{\max}

По диаграмме $P_{\max} = 2400$ кгс

$$P_{\max} = 2400 / 0,102 = 23529 \text{ Н}$$

Предел текучести условный $\sigma_{0,2}$

$$1 \text{ кгс/мм}^2 = 9,81 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{0,2} = \frac{P}{F} = \frac{500}{19,63} = 25,5 \text{ кгс/мм}^2 = 250 \text{ МПа}$$

Предел прочности σ_B

$$\sigma_B = \frac{P_{\max}}{F} = \frac{2200}{19,63} = 112,1 \text{ кгс/мм}^2 = 1100 \text{ МПа}$$

Относительное удлинение δ

$$\delta = \frac{l_K - l_0}{l_0} \cdot 100\% = \frac{29,6 - 25,0}{25,0} \cdot 100\% = 18,4\%$$

Относительное сужение ψ

$$\psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} \cdot 100\% = \frac{19,63 - 10,75}{19,63} \cdot 100\% = 45,2\%$$

Выводы: В результате выполнения лабораторной работы были закреплены теоретические знания по определению механических характеристик при испытании на растяжение. В ходе выполнения

лабораторной работы были определены механические характеристики заданных образцов.

Ответы на контрольные вопросы

1. Что называется пределом текучести и пределом прочности?

Предел текучести – удлинение материала без заметного возрастания растягивающей нагрузки (необратимая деформация материала под действием нагрузки)

Предел прочности — условное напряжение, которое равно отношению наибольшей нагрузки, предшествовавшей разрушению образца, к первоначальной площади его сечения

2. Какие механические свойства материала можно определить по диаграмме растяжения?

Различные характеристики, которыми определяются поведение и конечное состояние металлического образца в зависимости от вида и интенсивности сил, называются механическими свойствами металла

Предел прочности σ_B ;

Относительное удлинение δ ;

Относительное сужение ψ .

3. На какой испытательной машине выполняется работа?

Лабораторная работа “ Испытание на растяжение “ выполнялась на испытательной машины УММ-5

4. Какой применяется образец?

В данной лабораторной работе применялись образцы круглого сечения диаметром -5 мм

5. Как проводится нулевая линия и оси координат на диаграмме растяжения?

На диаграмме по оси ординат откладывается нагрузка Р в ньютонах (или кгс), а по оси абсцисс - величина абсолютных удлинения Δl в определенном масштабе.

6. Как определяют предел текучести, если на диаграмме растяжения имеется участок, параллельный оси удлинения?

Предел текучести физический - это наименьшее напряжение, при котором образец деформируется без увеличения растягивающей нагрузки:

$$\sigma_T = \frac{P_T}{F_0}$$

7. По какой величине относительного остаточного удлинения определяют условный предел текучести?

Величина при котором остаточное удлинение достигает 0,2% длины участка образца на его рабочей части

8. Как определяют условный предел текучести по диаграмме растяжения?

Для определения условного предела текучести от начала координат диаграммы растяжения по оси абсцисс откладывают в соответствующем масштабе отрезок, составляющий 0,2% первоначальной длины; через

полученную точку проводят прямую, параллельную начальному линейному участку диаграммы (до пересечения с диаграммой). Ордината точки пересечения и соответствует условному пределу текучести $\sigma_{0,2}$. Предел текучести $\sigma_{0,2}$ можно определить по формуле $\sigma_{0,2} = P_{0,2}/F_0$ кгс/мм²;

9. На какую площадь сечения образца нужно делить максимальную нагрузку, которую выдержал образец до разрушения, при определении предела прочности?

На площадь поперечного сечения образца до испытания.

10. Для какого участка диаграммы растяжения справедлив закон Гука?

На участке прямой (упругие деформации) где соблюдается прямая пропорциональная зависимость между напряжением и относительной деформацией.

11. Как изменяются свойства материала, если он подвергался предварительной вытяжке за предел текучести?

В период течения в образце происходит пластическая деформация, возрастает количество дислокации и других дефектов. В результате этого металл упрочняется. Поэтому при дальнейшем растяжении нагрузка вновь начинает увеличиваться и достигает значения R_{MAX} соответствующего ординате максимально удаленной точки на кривой растяжения. При нагрузке R_{MAX} деформация образца локализуется, начинает образовываться шейка - местное уменьшение сечения. Нагрузку R_{MAX} называют нагрузкой на пределе прочности, или нагрузкой временного сопротивления. При нагрузке соответствующей точке происходит разрыв материала.