

Лабораторная работа №1

Тема: «Определение механических характеристик материалов при растяжении-сжатии»

Цель работы: исследование поведения материалов в процессе растяжения-сжатия, определение их механических характеристик, построение диаграмм растяжения-сжатия.

Приборы и материалы:

1. Универсальная разрывная машина Р-10 с гидравлическим приводом и диаграммным аппаратом.
2. Линейка металлическая.
3. Штангенциркуль.
4. Образцы различных материалов.

Теоретическая часть:

При одноосном растяжении-сжатии внутренняя сила в сечении $N = F$.

Сила N распределяется по площади поперечного сечения равномерно.

Отношение $\sigma = \frac{N}{A}$ называется *нормальным напряжением*, имеющим размерность $\left| Pa = \frac{H}{м^2} \right|$.

При выполнении эксперимента диаграммным аппаратом регистрируется зависимость $F = f(\Delta l)$, которую в дальнейшем перестраивают в координатах $\sigma - \varepsilon$. Величину нормального напряжения определяют по формуле:

$$\sigma = \frac{F}{A_0},$$

где $A_0 = \frac{\pi d^2}{4}$ - начальная площадь поперечного сечения;

d - диаметр образца.

					<i>Лабораторная работа №1</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Определение механических характеристик материалов при растяжении-сжатии		
Разраб.		Петров И.И.					
Провер.		Чаус В.П.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Утверд.							
					Лит.	Лист	Листов
						1	7
					ГГТУ им. П.О. Сухого, гр. С-21		

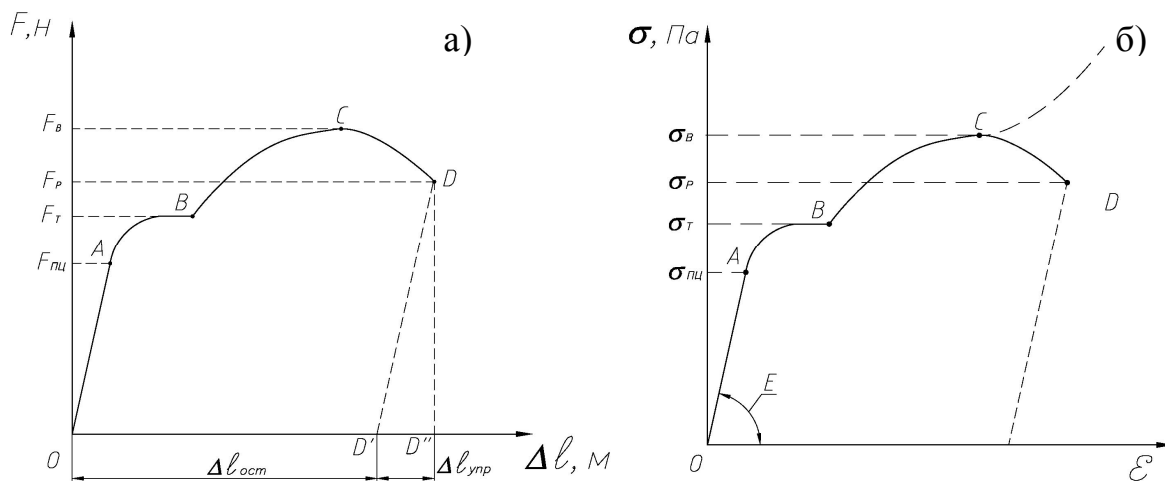


Рисунок 1. Диаграммы для малоуглеродистой стали:

- а) диаграмма растяжения в координатах $F - \Delta l$;
 б) диаграмма растяжения в координатах $\sigma - \varepsilon$.

Зона OA носит название *зоны упругости*. Здесь наблюдается прямая пропорциональность между силой и удлинением (рисунок 1а) и соответственно между напряжением и относительной деформацией (рисунок 1б). Уравнение прямой носит название закона Гука: $\sigma = E\varepsilon$.

Зона AB называется *зоной общей текучести*, а отрезок AB диаграммы - *площадкой текучести*. Здесь происходит существенное изменение длины образца без заметного увеличения нагрузки.

Зона BC называется *зоной упрочнения*. Здесь удлинение образца сопровождается возрастанием нагрузки, но более медленным, чем на упругом участке.

В стадии упрочнения на образце намечается место будущего разрыва и начинает образовываться так называемая *шейка* - местное сужение образца (рисунок 2).

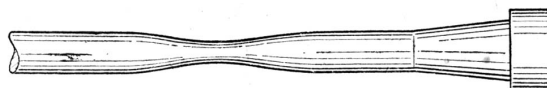


Рисунок 2. Образование шейки в месте будущего разрыва.

Зона CD называется *зоной местной текучести*. Здесь удлинение образца происходит с уменьшением силы, хотя среднее напряжение в поперечном сечении шейки возрастает.

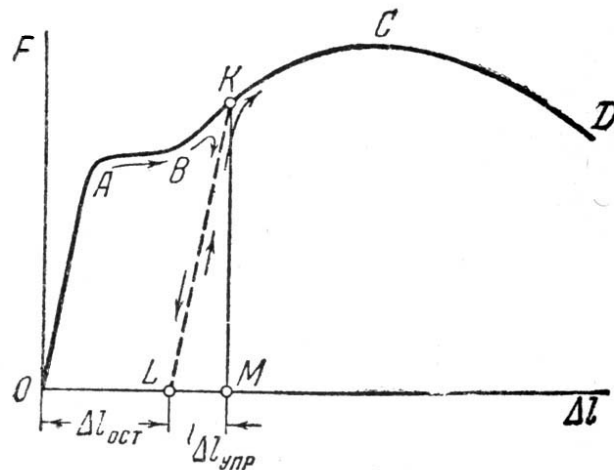


Рисунок 3. Схема разгрузки образца.

По диаграмме растяжения в координатах $\sigma - \varepsilon$ можно определить следующие механические характеристики материалов: $\sigma_{\text{пл}}$, σ_T , σ_B , E , δ .

где $\sigma_{\text{пл}}$ - предел пропорциональности;

σ_T - условный предел текучести. Обычно его определяют при остаточной деформации равной 0,002 или $\Delta l = 0.2\% l_0$ (рисунок 4). Тогда вводят обозначение $\sigma_T = \sigma_{0,2}$.

σ_B - временное сопротивление разрыву или предел прочности (максимальное напряжение, которое выдерживает образец перед разрушением);

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} 100\% \text{ - относительное удлинение образца после разрыва,}$$

где l_1 - расстояние между фиксированными точками после разрыва.

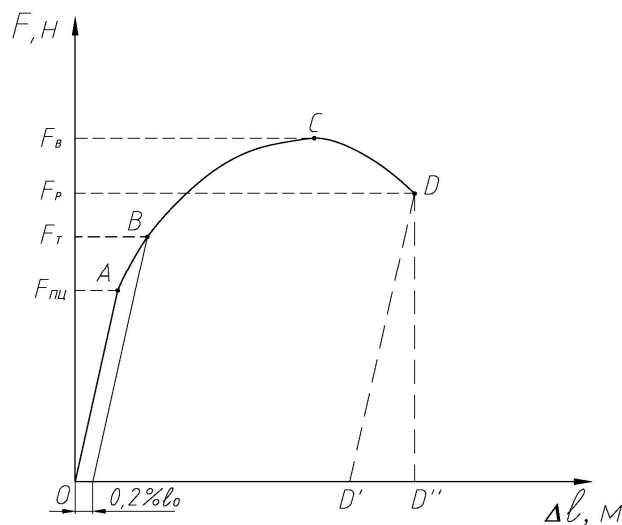


Рисунок 4. Диаграмма растяжения высокоуглеродистой и легированной стали.

Испытание на сжатие проводят на коротких цилиндрических образцах, располагаемых между параллельными плитами. Для пластичного материала (сталь, медь и т.п.) диаграмма сжатия образца имеет вид кривой, показанной на рисунке 6а. Здесь образуется площадка текучести с последующим переходом к зоне упрочнения. В результате увеличения поперечного сечения нагрузка резко возрастает, и образец принимает бочкообразную форму (рисунок 5).

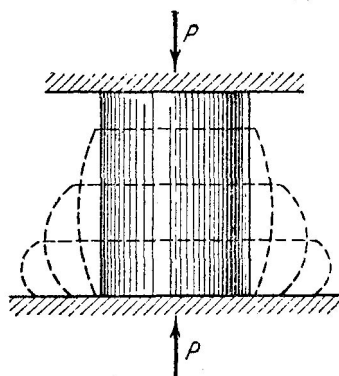


Рисунок 5. Деформация и разрушение пластичного материала.

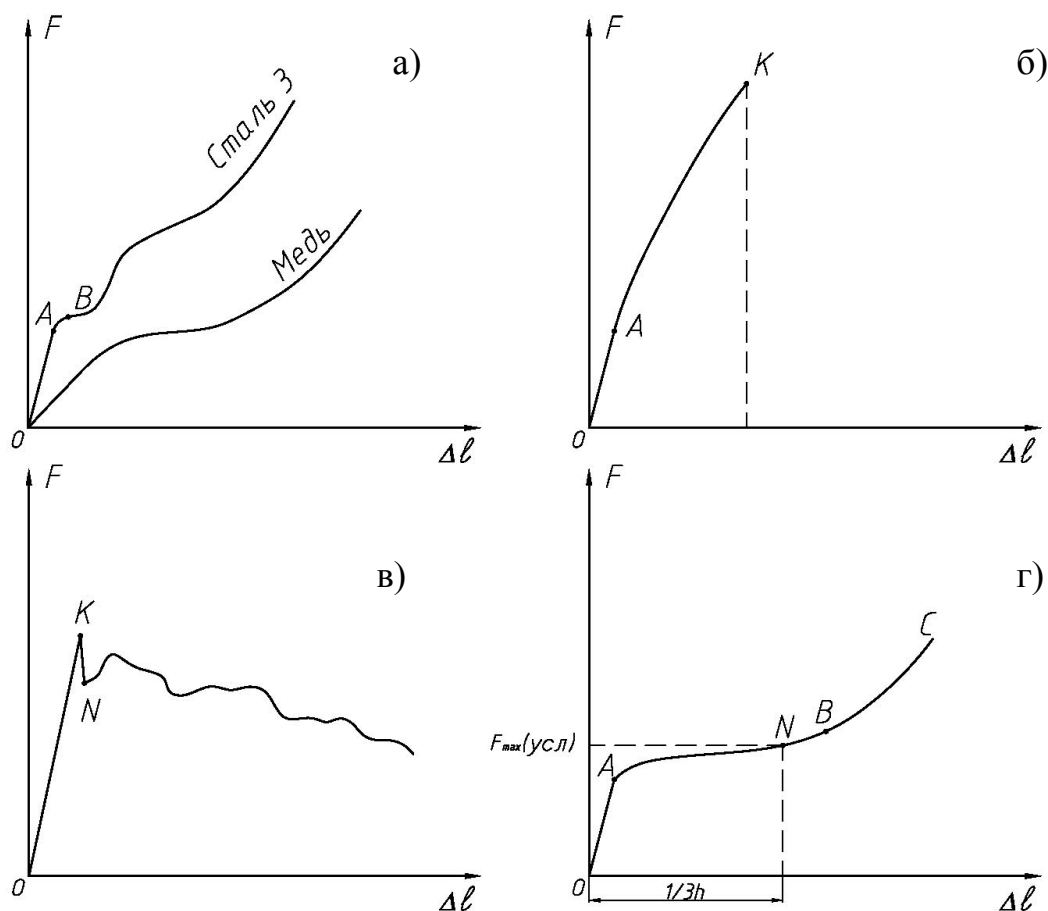


Рисунок 6. Диаграммы сжатия:

а) сталь (медь); б) чугун; в) дерево вдоль волокон; г) дерево поперек волокон.

Практическая часть:

Для испытания на растяжение применяются (согласно ГОСТ 1497-73) цилиндрические образцы диаметром $d > 3$ мм с начальной расчетной длиной $l_0 = 11,3\sqrt{A_0}$ (рисунок 7).

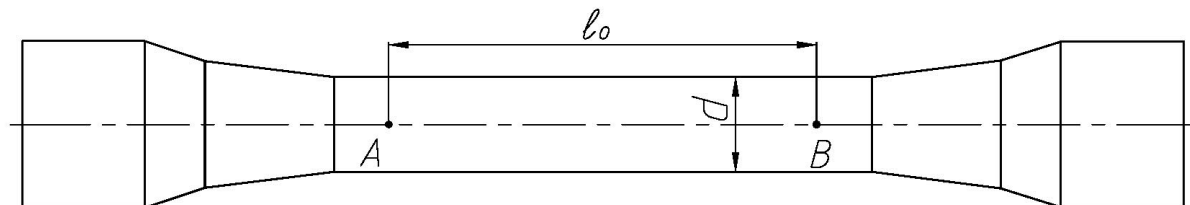


Рисунок 7. Эскиз образца.

Результаты опытов на растяжение и сжатие

Материалы	Вид испытаний	Параметры образца								
		До опыта					После опыта			
		d_0 , мм	l_0 , мм	A_0 , мм ²	b , мм	h , мм	d_1 , мм	l_1 , мм	A_1 , мм ²	F_{\max} , кН
Сталь	растяжение	6	135	28,26			4,8	150	18,1	16
Медь	сжатие	8	-	50,24	-	-	-	-	-	-
Чугун	сжатие	7,5	-	44	-	-	-	-	-	17,5
Дерево вдоль волокон	сжатие	32	32	1024	32	32				35,5
Дерево поперек волокон	сжатие	32	32	1024	32	32				4

Обработка результатов измерений

1. Определяем масштабные коэффициенты по осям диаграммы растяжения:

$$\mu_F = \frac{F_{\max}}{y_{\max}} = \frac{16}{182} = 0,09 \text{ Н/мм}; \quad \mu_{\Delta l} = \frac{l_1 - l_0}{OD'} = \frac{150 - 135}{332} = 0,045 \text{ мм/мм}.$$

2. Используя масштаб по оси ординат, устанавливаются величины нагрузок соответствующие:

а) пределу пропорциональности $F_{\text{пл}}$: $F_{\text{пл}} = \mu_F \cdot y_A = 0,09 \cdot 59 = 5,31 \text{ кН};$

б) пределу текучести F_T : $F_T = \mu_F \cdot y_B = 0,09 \cdot 65 = 5,85 \text{ кН}$;

в) пределу прочности F_B : $F_B = F_{\max} = 16 \text{ кН}$;

г) разрушению F_p : $F_p = \mu_F \cdot y_D = 0,09 \cdot 93 = 8,37 \text{ кН}$,

где y_A , y_B , y_D - расстояние от оси абсцисс до точек A , B , D .

3. Находим искомые характеристики материала:

а) предел пропорциональности $\sigma_{\text{пц}} = \frac{F_{\text{пц}}}{A_0} = \frac{5,31}{28,26} = 0,19 \frac{\text{кН}}{\text{мм}^2}$;

б) предел текучести $\sigma_T = \frac{F_T}{A_0} = \frac{5,85}{28,26} = 0,2 \frac{\text{кН}}{\text{мм}^2}$;

в) предел прочности $\sigma_B = \frac{F_B}{A_0} = \frac{16}{28,26} = 0,6 \frac{\text{кН}}{\text{мм}^2}$;

г) напряжение в момент разрыва $\sigma_p = \frac{F_p}{A_1} = \frac{8,37}{18,1} = 0,5 \frac{\text{кН}}{\text{мм}^2}$

4. Находим дополнительные механические характеристики материала:

а) остаточное удлинение $\Delta l_{\text{ост}} = l_1 - l_0 = 150 - 135 = 15 \text{ мм}$;

б) упругая деформация $\Delta l_{\text{упр}} = \mu \Delta l \cdot D' \cdot D'' = 0,045 \cdot 26 = 1,17 \text{ мм}$;

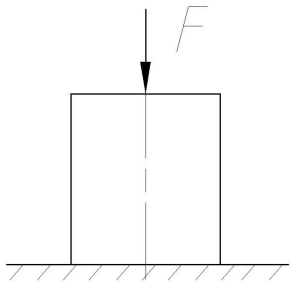
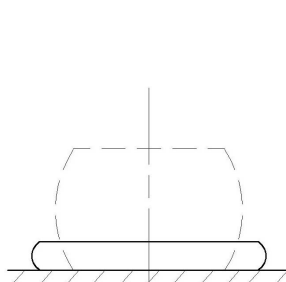
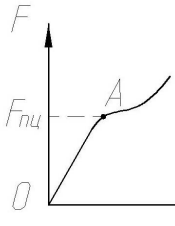
в) относительное удлинение образца

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\% = \frac{150 - 135}{135} \cdot 100\% = 11,1\%$$

г) относительное поперечное сужение

$$\Psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100\% = \frac{28,26 - 18,1}{28,26} \cdot 100 = 36\%$$

Эскизы образцов до и после опытов

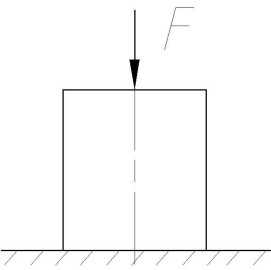
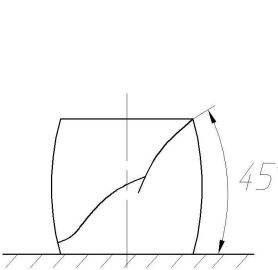
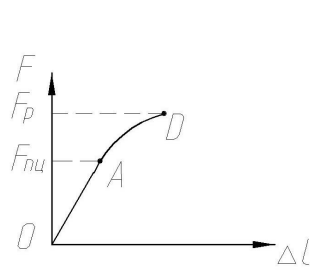
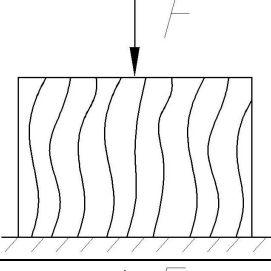
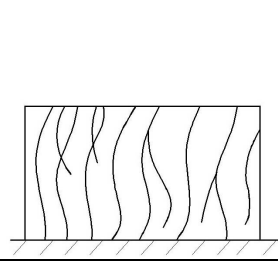
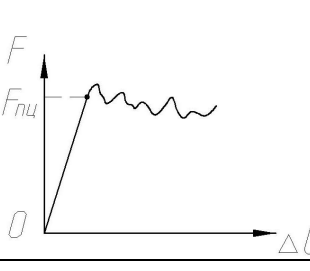
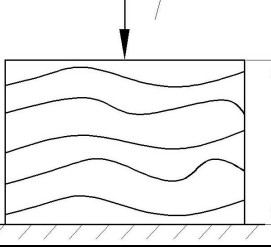
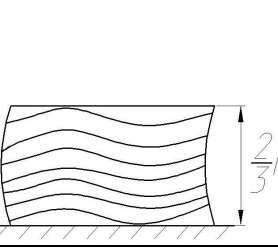
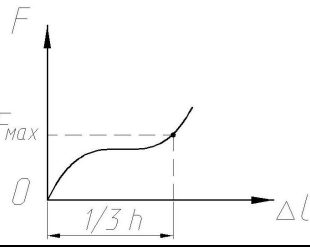
Материал	Эскиз образца		Диаграмма сжатия
	До опыта	После опыта	
Медь			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Лабораторная работа №1

Лист

6

Чугун			
Дерево вдоль волокон			
Дерево поперек волокон			

Вывод: 1) В результате растяжения стали установили, что материал обладает следующими механическими характеристиками: предел пропорциональности, предел текучести, предел прочности, модуль продольной упругости первого рода, относительное поперечное сужение.

2) При испытании материала на сжатие установили: а) пластичный материал под действием сжимающей нагрузки принимает бочкообразную форму, деформируясь уменьшается по высоте и увеличивается в диаметре, такой образец разрушить нельзя, а следовательно предел прочности для пластичного материала найти нельзя; б) хрупкий материал при сжатии характеризуется малой величиной остаточной деформации разрушается с образованием трещин; в) дерево, как представитель анизотропного материала воспринимает большую нагрузку вдоль волокон, чем поперек.