

Лабораторная работа № 1

Испытание на растяжение образцов из пластичных и хрупких материалов

Цель работы: Определение механических характеристик материала при растяжении (материал – малоуглеродистая сталь)

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выполнять расчеты на прочность, жесткость, устойчивость элементов сооружений;

Задание:

1. Построить диаграмму растяжения стального образца
2. Вычислить механические характеристики: прочность и пластичность материала
3. Вычислить удельную работу, затраченную на разрыв образца

Порядок выполнения работы:

1. Выбрать стандартный образец, выполнить его эскиз с размерами, определиться с маркой материала образца
2. Установить образец в зажимах разрывной машины. Провести испытания, фиксируя промежуточные и итоговые данные в таблицах 1.1 и 1.2
3. Составить отчет, выполнив необходимые вычисления и построения. Заполнить таблицу 1.3
4. Сформулировать вывод, ответив на вопрос: какие величины характеризуют пластические свойства металла?
5. Отчет по практической работе вкладывается в портфолио обучающегося.
6. Ответить на контрольные вопросы

Форма представления результата:

- Отчет выполняется на бумаге формата А4

1. Эскиз образца

До опыта	После опыта

2. Размеры образца

Таблица 1.1

	До опыта	После опыта
Диаметр образца	$d_0 = 20$ мм	$d_{ш} =$ мм
Длина рабочей части	$l_0 = 10d_0 =$ мм	$l =$ мм
Площадь поперечного сечения	$A_0 =$ мм ²	$A_{ш} =$ мм ²

3. Результаты опыта

Таблица 1.2

1	Нагрузка, соответствующая пределу пропорциональности	$R_{пц} =$ Н
2	Нагрузка, соответствующая пределу текучести	$R_T =$ Н

3	Максимальная нагрузка, которую выдерживает образец	$P_{\max} = P_B =$ Н
4	Нагрузка в момент разрыва	$P_{\text{разр.}} =$ Н
5	Абсолютное остаточное удлинение	$\Delta l_{\text{ост.}} =$ мм
6	Абсолютное остаточное сужение площади поперечного сечения	$\Delta A = A_0 - A_{\text{ш}} =$ мм
7	Работа, затраченная на разрыв образца	$W = \left[P_{\text{нц}} + \frac{2}{3}(P_{\text{с}} - P_{\text{пц}}) \right] \cdot \Delta l_{\text{полн}}$

4. Диаграмма растяжения P – Δl (по данным опыта)



5. Результаты вычислений.

Таблица 1.3

	Название величины	Формула	Результаты
1	Предел пропорциональности, МПа	$\sigma_{\text{нц}} = \frac{P_{\text{нц}}}{A_0}$	
2	Предел текучести, МПа	$\sigma_T = \frac{P_T}{A_0}$	
3	Предел прочности (временное сопротивление), МПа	$\sigma_B = \frac{P_{\max}}{A_0}$	
4	Напряжение при разрыве, МПа	$\sigma_K = \frac{P_{\text{разр.}}}{A_0}$	
5	Истинное сопротивление разрыву, МПа	$S_K = \frac{P_{\text{разр.}}}{A_{\text{ш}}}$	
6	Относительное остаточное удлинение, %	$\delta = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100\%$	
7	Относительное остаточное сужение, %	$\phi = \frac{A_0 - A_{\text{ш}}}{A_0} \cdot 100\%$	
8	Удельная работа, затраченная на разрыв образца,	$a = \frac{W}{V_0}$	
9	Модуль упругости материала образца, МПа $\varepsilon_{\text{нц}} - \text{относительная деформация} = \sigma_{\text{нц}}$	$E = \frac{\sigma_{\text{нц.}}}{\varepsilon_{\text{нц.}}}$	

6. Диаграмма растяжения в координатах σ, ε
(по результатам вычислений)



σ , МПа



ϵ

Вывод:

Таблица 1.1 Модуль упругости некоторых материалов /1/.

Материал	Модуль упругости E, ГПа
Сталь	
медь	

Контрольные вопросы:

- Что называется прочностью материала?
- Что дают возможность определить расчёты на прочность?
- Какие виды нагрузок бывают?
- Перечислить основные виды деформаций.
- Какие детали и элементы конструкций их испытывают?
- Что называется растяжением?
- По какой формуле определяется и как обозначается нормальное напряжение?
- Как записывается и как формулируется закон Гука при растяжении?
- Что называется жёсткостью сечения бруса при растяжении?
- Что называется пределами пропорциональности, упругости?

Испытание на растяжение

Испытание на растяжение — это относительно простой для понимания и объяснения метод испытания материала, и, возможно, его используют чаще остальных.

При проведении этого испытания, образец материала растягивают вдоль продольной оси с помощью растягивающего приспособления испытательной машины (Рис. 1.7.4).

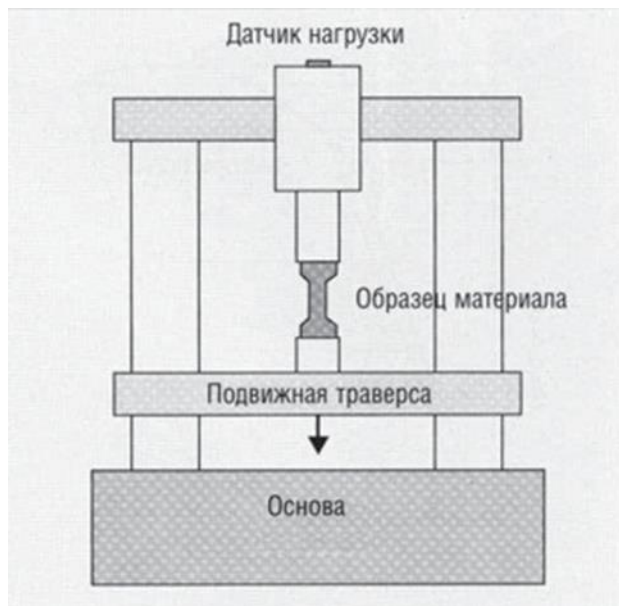


Рис. 1.7.4. Схема испытания образца для определения прочности на растяжение

Напряжение и соответствующая ему деформация могут быть рассчитаны по приведенным выше формулам. По этим данным можно построить кривую напряжение — деформация, а по этой кривой можно определить ряд свойств. Типичные примеры кривых напряжения-деформации для некоторых материалов представлены на Рис. 1.7.5.



Рис. 1.7.5. Вид кривых напряжение-деформация для материалов различного типа.

Кривые представлены не в масштабе. Примером пластичного или ковкого материала является мягкая сталь, на графике напряжение-деформация для которой показаны: область линейной упругости, четко определяемая точка предела текучести и высокая степень пластичности материала. И, напротив, на графике такого твердого материала, как гипс, видна только линейная область упругости, а затем происходит разрушение без каких-либо признаков пластической деформации. Многие пластмассы, такие, как полиметилметакрилат, также являются жесткими материалами, однако они обладают меньшей хрупкостью, чем гипс. Поведение эластомера, примером которого является силиконовый оттискный материал, очень необычно по сравнению с другими материалами. Оказывается, на графике напряжение-деформация у него отсутствует область линейной упругости, а область упругого восстановления у эластомера очень обширна. Относительное удлинение у него значительно выше, чем, например, у стали или гипса. Эластомер эластичен по своей природе, и, подобно резине, он восстанавливает свои исходные размеры сразу же после снятия напряжения. Кроме того, резина обладает крайне низкой прочностью при растяжении. Образование шейки при испытании на растяжение. При упругой деформации наблюдается небольшое увеличение объема материала за счет того, что расстояние между атомами, из которых состоит твердое тело, удлиняется при растяжении. Однако при пластической деформации таких изменений объема не наблюдается. При такой деформации увеличение длины материала может привести к уменьшению площади его поперечного сечения. Это в свою очередь приведет к возникновению локализованной области материала, которая представлена на Рис. 1.7.6. Эта область уменьшения поперечного сечения образца называется шейкой. Часто такое явление наблюдается при растяжении материалов с повышенной вязкостью (пластичных материалов).

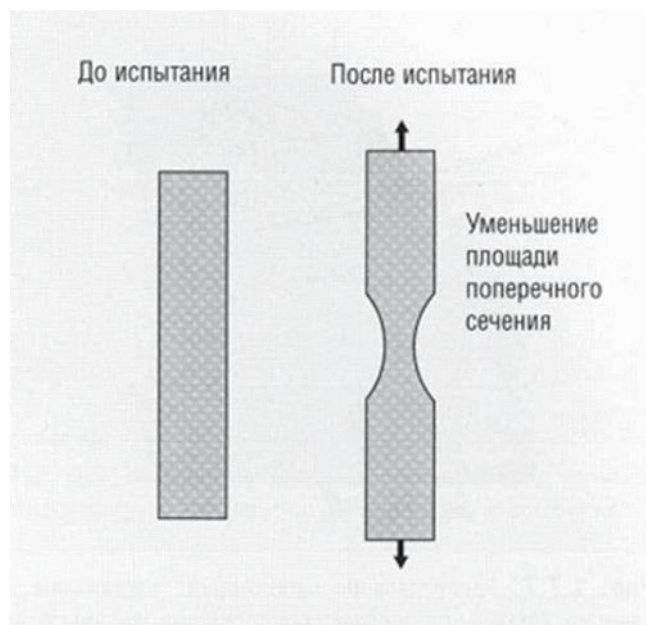


Рис. 1.7.6. Образование «шейки» при растяжении пластичного материала

Результаты испытаний на растяжение могут быть очень полезными при создании новых конструкций, поскольку для того, чтобы предсказать поведение конструкции, находящейся под нагрузкой, необходимо знание параметров упругой деформации материала. Максимальное напряжение, которое может безопасно выдержать материал, определяется пределом текучести. Следовательно, от предела текучести зависит максимальная нагрузка, которой этот материал способен противостоять, хотя благоразумнее было бы включить в расчеты некоторый коэффициент запаса прочности. Жесткость материала можно рассчитать по модулю упругости. Например, сочетание этих двух свойств (предела текучести и жесткости) позволит легко определить упругость или пружинистость металлической проволоки. Если в технологический процесс изготовления

продукции включены такие операции, как прокатка, протяжка проволоки или прессование, необходимо знать величину пластической деформации, которую материал сможет выдержать без разрушения. Если материал обладает высокой пластичностью, то ему можно придавать нужную форму, однако если пластичность материала невысока, то создание формы путем воздействия нагрузки будет невозможным.

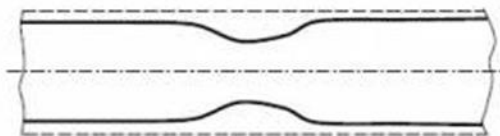


Рис. 1.5. Шейка на образце после растяжения



Рис. 1.6. Внешний вид образцов после разрыва:
а) пластичный материал (сталь); б) хрупкий материал (чугун)



Рис. 1.7. Вид излома на алюминии (а) и хрупкой стали (б)