

Лабораторная работа № 4 Испытание материалов (сталь) на одноосное растяжение

Цель работы

Испытать образцы, изготовленные из разных металлов, на растяжение, и определить их основные механические характеристики.

Теоретические основы работы

Для изучения свойств материала под нагрузкой обычно производят лабораторные испытания образцов, подготовленных из этих материалов, на специальных испытательных машинах.

Образцы для испытаний: форма и размеры образца круглого поперечного сечения соответствуют ГОСТ 1497-61 (рисунок 4.1).

Испытательные машины: испытания проводятся на универсальных разрывных машинах и испытательных стендах.

Эти испытания проводятся для определения числовых характеристик, позволяющих оценить прочность и пластичность материала. Такие характеристики называются механическими. Особенно важное значение имеют испытания материалов на растяжение, при которых наиболее полно выявляются свойства материалов.

В работе определяются характеристики прочности и пластичности материала при растяжении. Образец закрепляется в захватах машины и подвергается деформированию вплоть до разрушения. При этом зависимость, между растягивающей силой F и величиной продольной деформации записывается в виде графика (рисунок 4.2), который называется машинной диаграммой растяжения материала.

Для изучения свойств материала удобнее пользоваться диаграммой растяжения, устанавливающей связь между нормальным напряжением σ и деформацией ϵ , которую называют условной диаграммой растяжения.

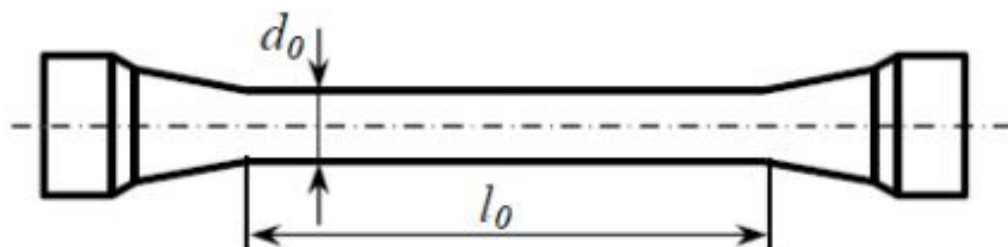


Рисунок 4.1 – Образец для испытания

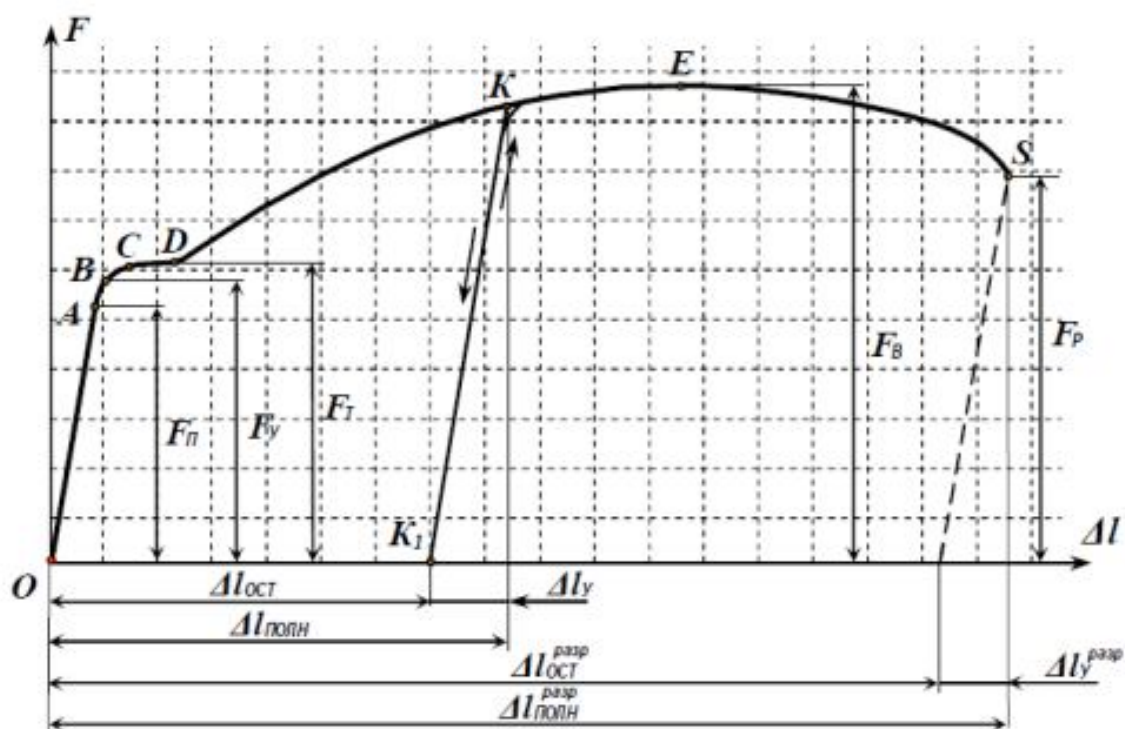


Рисунок 4.2– Машинная диаграмма пластичной стали

При построении условной диаграммы растяжения используют формулы

$$\sigma = \frac{F}{A_0}, \quad (4.1)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}, \quad (4.2)$$

где F – растягивающая сила,

A_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца,

l_0 – длина образца,

Δl – удлинение.

Величины F и Δl берутся из экспериментально полученной диаграммы растяжения.

Рассмотрим диаграмму растяжения образца из малоуглеродистой стали Ст.3 (рисунок 4.3).

На этой диаграмме необходимо отметить ряд точек – A, B, C, D, E, S . Начальный участок диаграммы OA – прямая наклонная линия. Напряжения σ в образце прямо пропорциональны деформации ε , т.е. соблюдается закон Гука.

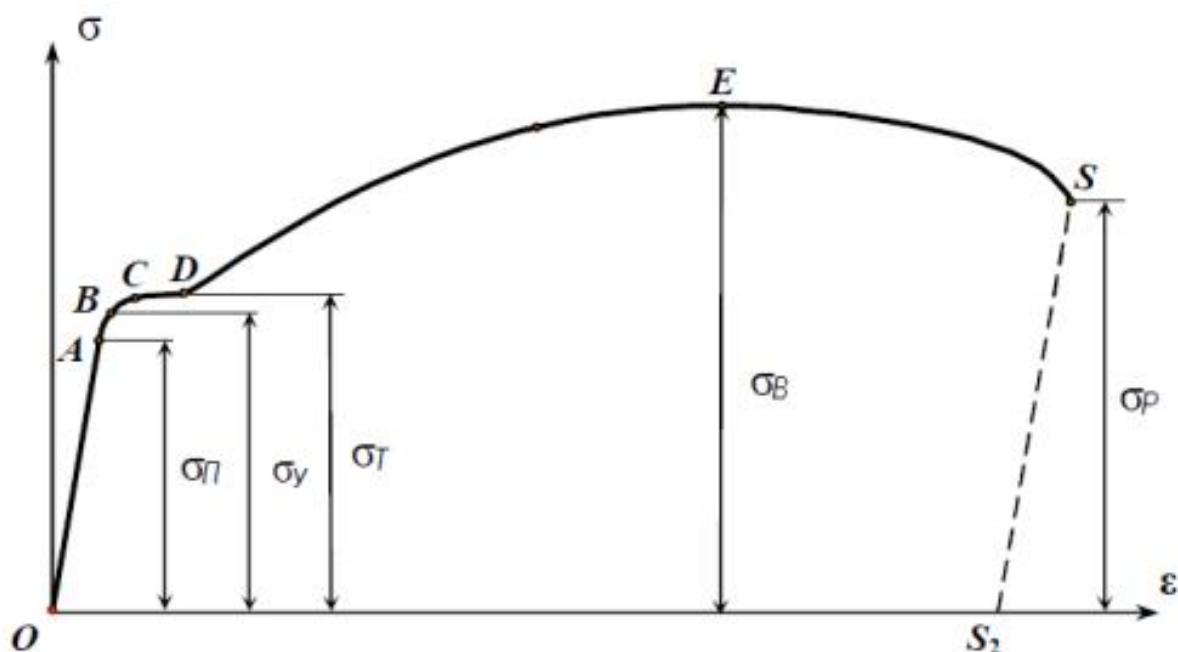


Рисунок 4.3 – Условная диаграмма растяжения пластичной стали

Коэффициент пропорциональности в законе Гука E называется модулем упругости материала. Точке A соответствует напряжение σ_{π} – предел пропорциональности.

Пределом пропорциональности называется наибольшее напряжение, при котором деформация в материале прямо пропорциональна нагрузке

$$\sigma_{\pi} = \frac{F_{\pi}}{A_0} \quad (4.3)$$

Выше точки A диаграмма искривляется, закон Гука нарушается. Очень близко к точке A на криволинейном участке диаграммы можно отметить точку B , соответствующую пределу упругости. *Пределом упругости* называется наибольшее напряжение, при котором в материале возникает только упругая деформация

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A_0} \quad (4.4)$$

Начиная от точки C диаграмма имеет горизонтальный (или почти горизонтальный) участок, которому соответствует предел текучести σ_T . На этом участке деформации растут без увеличения нагрузки, материал как бы течет.

Пределом текучести называется напряжение, при котором деформация возрастает без заметного увеличения нагрузки

$$\sigma_T = \frac{F_T}{A_0} \quad (4.5)$$

Горизонтальный участок диаграммы CD называют площадкой текучести, возникновение которой связано с явлением текучести. Площадка текучести ярко выражена только для малоуглеродистых сталей.

Точке E диаграммы соответствует напряжение σ_B – предел прочности.

Пределом прочности называется наибольшее напряжение, которое выдерживает материал, не разрушаясь

$$\sigma_B = \frac{F_B}{A_0} \quad (4.6)$$

До достижения предела прочности продольные и поперечные деформации образца равномерно распределяются по его длине.

После достижения точки E диаграммы эти деформации концентрируются в одном наиболее слабом месте, где начинается образовываться шейка – местное значительное сужение образца (рисунок 4.4.)

С этого момента продольная деформация зависит уже не столько от длины образца, сколько от его диаметра.

За точкой E нагрузка падает, что объясняется уменьшением поперечного сечения шейки, и происходит разрыв образца. Этому на диаграмме соответствует точка S .

Истинное сопротивление разрыву

$$\sigma_P = \frac{F_P}{A_{ш}} \quad (4.7)$$

Полная деформация ε равна сумме деформаций

$$\varepsilon = \varepsilon_y + \varepsilon_0 \quad (4.8)$$

где ε_0 - остаточная деформация;

ε_y - упругая деформация

Если вновь начать нагружать образец, то диаграмма образует небольшую петлю. Эта петля, заштрихованная на рисунке 4.5, получается за счет необратимых потерь энергии деформации. Она носит название петли гистерезиса. Начиная с точки K , линия диаграммы пойдет так, как будто не было разгрузки и повторной нагрузки. Это показывает, что при нагружении образца выше предела текучести и последующей его разгрузке

материал образца изменил свои свойства: пропала площадка текучести, повысился предел пропорциональности и уменьшилась полная деформация при разрыве.

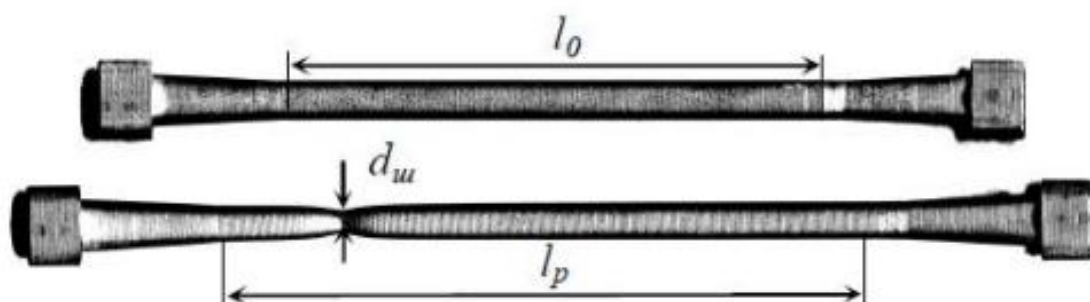


Рисунок 4.4 – Образец до и после испытания

Такое изменение свойств металла носит название наклепа. Наклеп может возникнуть не только при растяжении, но и при любых других видах деформации.

Иногда наклеп используют в технике. Например, цепи грузоподъемных машин предварительно вытягивают для возникновения в них наклепа, с целью уменьшить деформацию и повысить предел пропорциональности.

При повторной разгрузке образца, начиная с некоторой точки L , произойдет повторение описанного явления наклепа.

Высокоуглеродистые стали и некоторые другие материалы не имеют площадки текучести. Предел текучести для этих материалов принимается условно равным напряжению, при котором остаточная деформация образца составляет 0,2%. Эта величина называется условным пределом текучести и обозначается $\sigma_{0,2}$.

Прочностными характеристиками, определяемыми при растяжении являются: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности и истинное сопротивление разрыву.

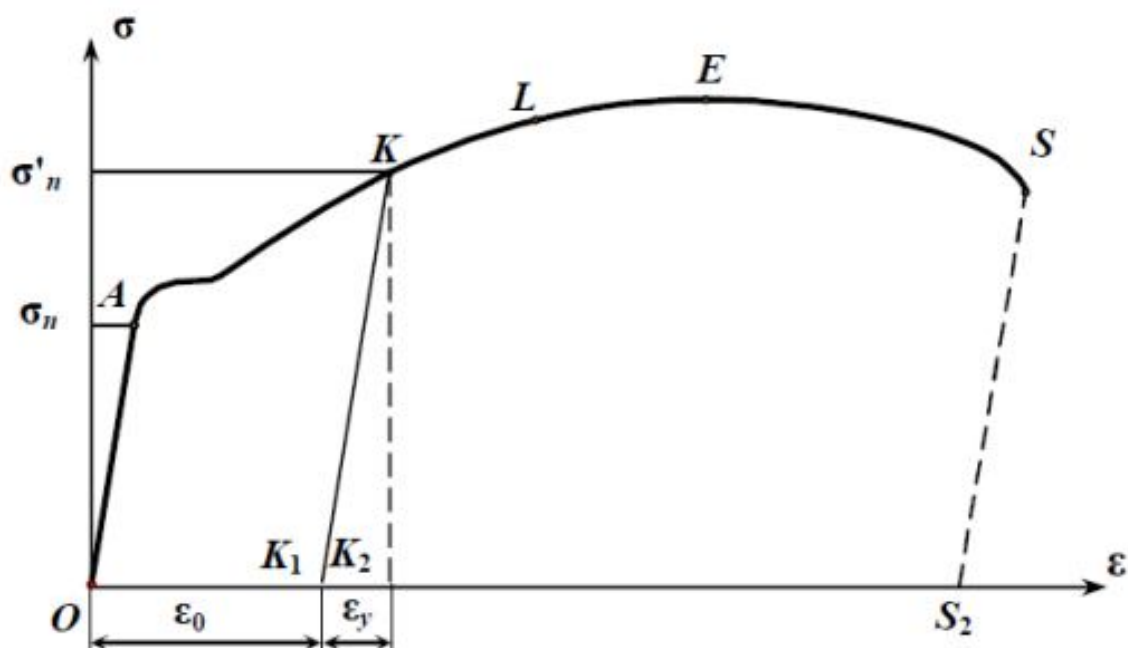


Рисунок 4.5 Диаграмма растяжения с петлей гистерезиса

Пластичность характеризуется относительным остаточным удлинением при разрыве δ и относительным остаточным поперечным сужением при разрыве ψ .

Для определения характеристик пластичности измеряют диаметр шейки $d_{ш}$ и длину образца l_p после разрушения. Используя эти величины, вычисляют абсолютное удлинение образца

$$\Delta l_p = l_p - l_0, \quad (4.9)$$

Площадь шейки определяется по формуле

$$A_{ш} = \pi d_{ш}^2 / 4 \quad (4.10)$$

Относительное остаточное удлинение δ при разрыве определяется по формуле

$$\delta = \frac{\Delta l_p}{l_0} 100\% \quad (4.11)$$

Относительное остаточное поперечное сужение Ψ равно 100%

$$\Psi = \frac{A_0 - A_{ш}}{A_0} 100\% \quad (4.12)$$

где $A_{ш}$ – площадь поперечного сечения шейки.

По величинам δ и ψ материалы условно делятся на пластичные и хрупкие. Материал считается пластичным, если относительная остаточная деформация больше 5%. Для стали марки Ст3 относительная остаточная деформация $\delta \geq 21\%$, у высокопрочных сталей эта величина снижается до 7...10%.

Величина δ зависит от соотношения длины образца и его поперечных размеров. Относительное остаточное сужение ψ более точно

характеризует пластичность материала, поскольку оно в меньшей степени зависит от формы образца. Для стали Ст3 ψ составляет 50...60%.

Порядок выполнения работы

Испытанию подвергаются несколько образцов из различных металлов. Обмеренные образцы последовательно устанавливаются в захваты машины и подвергаются деформированию. В процессе испытания ведется наблюдение за поведением образца, получается диаграмма растяжения.

После разрушения образца измеряются необходимые для расчетов величины l_p , $d_{ш}$ и производятся необходимые вычисления.

Результаты испытаний и расчетов следует занести в таблицы 4.1 и 4.2.

Диаграмма растяжения образца копируется в отчет по лабораторной работе, в масштабе наносятся величины нагрузок и напряжений. Для каждого образца определяется, хрупкое или пластичное разрушение

Таблица 4.1 – Результаты экспериментальных измерений геометрических характеристик образца

№	Длина образца, мм		Диаметр, мм		Площадь сечения, A , см^2		Удлинение		ψ
	L_0	L_p	образца	шейки	образца	шейки	ΔL , мм	δ	
1									
2									
3									
4									
5									

Таблица 4.2 – Результаты экспериментальных измерений и расчетов прочностных параметров

№	$F_{п},$ г	$F_{у},$ кг	$F_{т},$ кг	$F_{п},$ кг	$F_{р},$ кг	$\sigma_{п},$ кг/см ² (МПа)	$\sigma_{у},$ кг/см ² (МПа)	$\sigma_{т},$ кг/см ² (МПа)	$\sigma_{п},$ кг/см ² (МПа)	$\sigma_{р},$ кг/см ² (МПа)
1										
2										
3										
4										

Контрольные вопросы

1. Назовите и охарактеризуйте зоны диаграммы растяжения пластичной стали.
2. Дайте определение упругих и пластичных деформаций.
3. Что относится к механическим характеристикам материала?