

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»



А. Г. Щербо

ИСПЫТАНИЕ НА РАСТЯЖЕНИЕ ОБРАЗЦА ИЗ МАЛОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
для студентов строительных специальностей

Текстовое электронное издание

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2019

Об издании – 1, 2

УДК 539.3

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-строительного факультета (протокол № 3 от 25.04.2016)

Кафедра строительных конструкций

РЕЦЕНЗЕНТ:

канд. хим. наук, доц. кафедры строительных конструкций
Л. С. ТУРИЩЕВ;

Представлен алгоритм выполнения лабораторной работы «Испытание на растяжение образца из малоуглеродистой стали».

Предназначены для студентов специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью», 1-70 03 01 «Автомобильные дороги», 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна», 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов», 1-70 05 01 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства»

© Щербо А. Г., 2019

© Полоцкий государственный университет, 2019

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Испытание на растяжение образца из малоуглеродистой стали» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Редактор *И. Н. Чапкевич*

Подписано к использованию 24.09.2019.
Объем издания: 900 Кб. Заказ 857.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>

СОДЕРЖАНИЕ

Методика выполнения работы.....	5
Краткие теоретические сведения.....	5
Постановка и порядок проведения работы.....	12
Обработка результатов наблюдений	13
Анализ полученных результатов	18
Контрольные вопросы	18
Литература	19
Приложение	20

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Цель работы

1. Наблюдение за деформацией образца малоуглеродистой стали.
2. Определение основных механических характеристик материала, используемых в прочностных расчетах.
3. Исследование явления наклепа.
4. Определение марки стали исследуемого образца.

Оборудование и инструменты

1. Испытательная машина Р-20.
2. Штангенциркуль.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Испытания образцов материала при растяжении – основной метод исследования поведения материалов при нагружении с целью определения механических характеристик, используемые в прочностных расчетах. Следует различать испытания, определяемые ГОСТом и те, что проводятся в исследовательских целях.

Действующие технические условия определяют следующие механические характеристики материала: предел текучести, предел прочности, относительную остаточную деформацию, относительное сужение.

При комнатной температуре материалы можно условно разделить на пластичные и хрупкие. Пластичные материалы разрушаются только после значительных упругопластических деформаций, хрупкие – при весьма малых деформациях. К пластичным материалам относятся: малоуглеродистая сталь, медь, бронза; к хрупким – чугун, бетон, кирпич.

В настоящей работе проводится исследование растяжения образца малоуглеродистой стали как одного из наиболее типичных пластичных материалов.

Испытание на растяжение проводится на испытательной машине Р-20 (рис. 1) на образцах с круглым или прямоугольным поперечным сечением, размеры которых определяются ГОСТом на испытание.

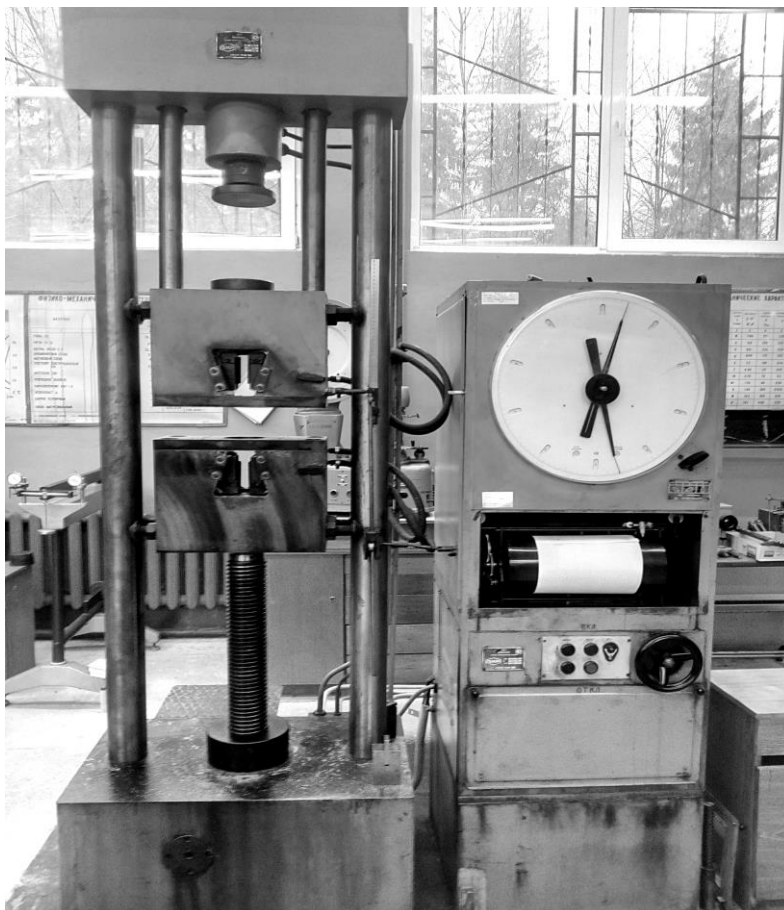


Рис. 1. Испытательная машина Р-20

В настоящей работе используются круглые образцы с отношением рабочей длины l_0 к диаметру d_0 , равным 10 (рис. 2). Образец имеет на концах головки для захватов испытательной машины.

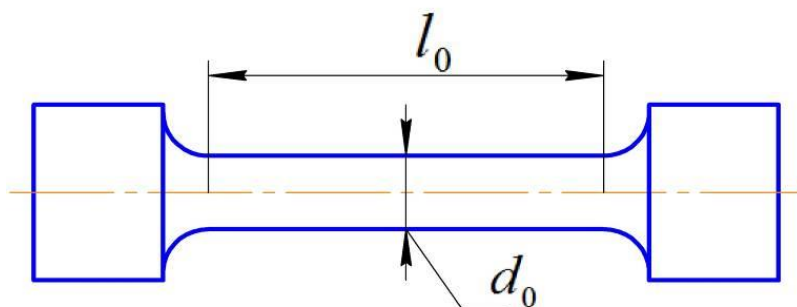


Рис. 2. Образец до испытания

Машина в процессе растяжения образца автоматически вычерчивает график, изображающий в прямоугольной системе координат зависимость между удлинением образца Δl и продольной силой F , действующей в об-

разце. Этот график принято называть машинной диаграммой растяжения образца. Для малоуглеродистой стали очертание этой диаграммы приведено на рисунке 3.

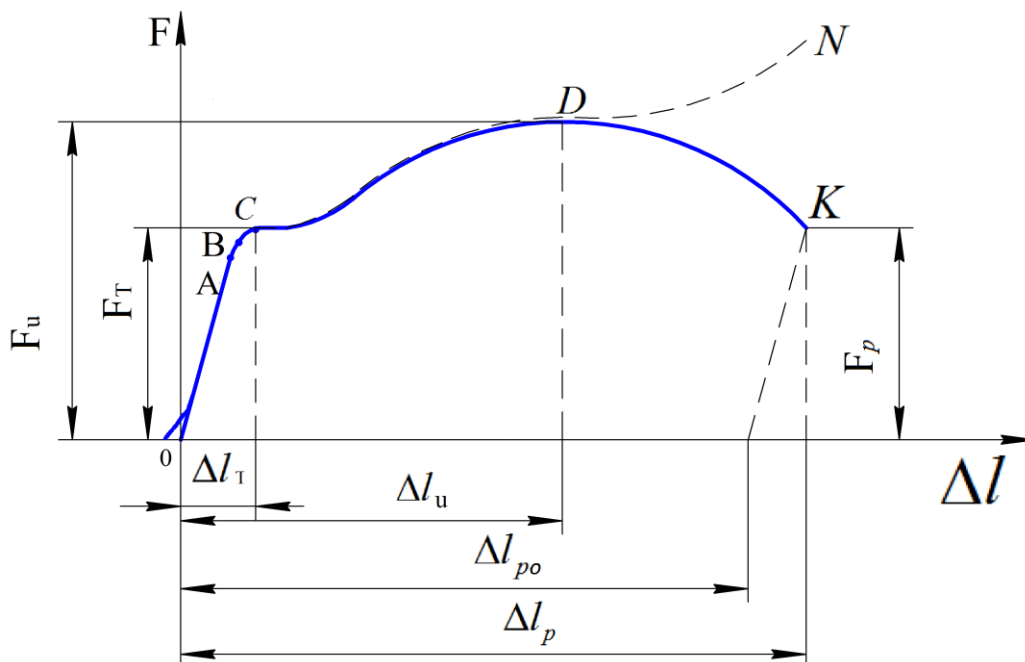


Рис. 3. Машинная диаграмма растяжения

Точки диаграммы определяют силу F , соответствующую:

A – пределу пропорциональности;

B – пределу упругости;

C – началу площадки текучести;

D – пределу прочности;

K – точке разрыва;

N – точке разрыва при истинных напряжениях.

Диаграмма растяжения в осях $\Delta l - F$ зависит от исходных размеров образца и поэтому характеризует поведение под нагрузкой не только материала, но и испытываемого образца, что не позволяет проводить сравнительный анализ разноразмерных образцов. Поэтому вычерченную машинную диаграмму растяжения перестраивают. По оси абсцисс новой диаграммы откладывают относительные удлинения, равные:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}, \quad (1)$$

а по оси ординат – нормальные напряжения, действующие в поперечном сечении образца, и равные

$$\sigma = \frac{F}{A_0}. \quad (2)$$

Полученная диаграмма в осях $\sigma - \varepsilon$ называется *условной* диаграммой. Она не зависит от исходных размеров образца и характеризует поведение при растяжении испытываемого материала. Очертание этой диаграммы для малоуглеродистой стали приведено на рисунке 4.

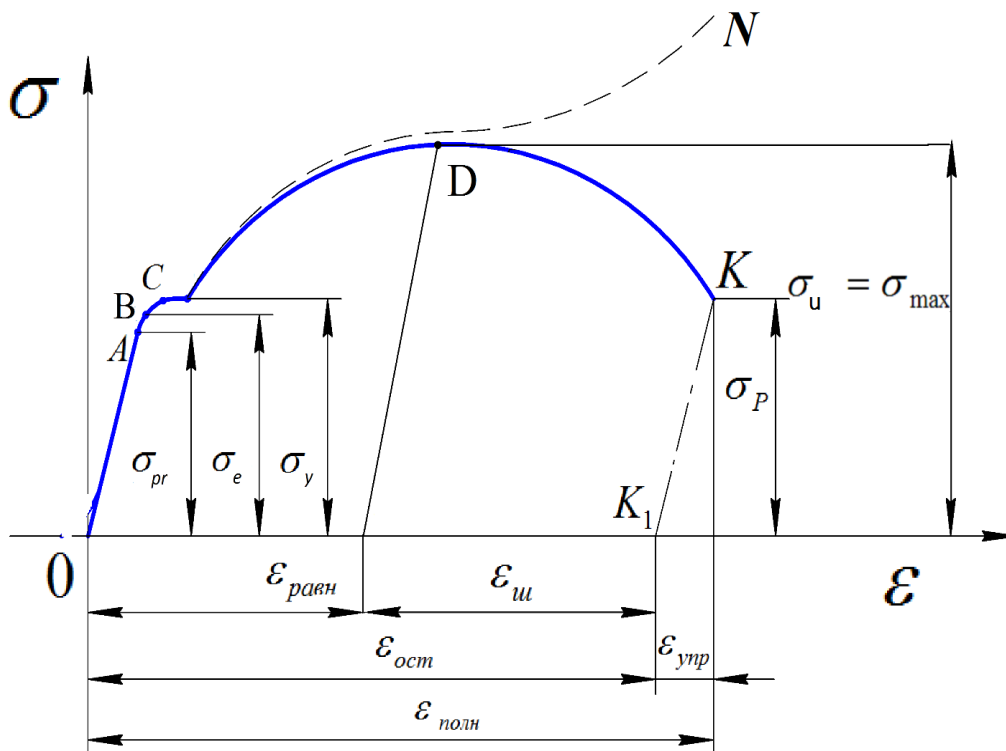


Рис. 4. Условная диаграмма растяжения

Диаграмма в осях $\sigma - \varepsilon$ называется *условной*, потому что при вычислении ее абсцисс учитывается *исходная* рабочая длина l_0 образца, а при вычислении ординат – *исходная* площадь A_0 поперечного сечения образца (выражения 1, 2). Однако в процессе растяжения образца с течением времени изменяется и длина образца, и площадь его поперечного сечения. Поэтому диаграмма оказывается построенной по отношению к *исходным* (а не к реальным) размерам образца.

Исследуем поведение малоуглеродистой стали при растяжении по условной диаграмме (см. рис. 4). На этой диаграмме необходимо отметить ряд характерных точек и участков.

На участке OA диаграмма представляет собой наклонную прямую. В этих пределах нормальные напряжения σ , возникающие в поперечном сечении образца, растут прямо пропорционально относительным продольным деформациям ε , т.е. соблюдается закон Гука. Точка A соответствует пределу пропорциональности.

Предел пропорциональности σ_{pr} – наибольшее напряжение, при котором справедлив закон Гука.

Тангенс угла наклона прямолинейного участка диаграммы к оси абсцисс численно равен модулю продольной упругости E :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sigma}{\varepsilon} = E. \quad (3)$$

Выше точки A деформации растут быстрее напряжений, и диаграмма искривляется, т.е. закон Гука нарушается. Таким образом, закон Гука соблюдается только до предела пропорциональности. Вблизи точки A , но выше неё, находится точка B , соответствующая пределу упругости.

Предел упругости σ_e – максимальное напряжение, при котором материал не обнаруживает признаков остаточной деформации при разгрузке образца. Вид диаграммы непосредственно после точки, соответствующей пределу пропорциональности, указывает наличие пластических деформаций на этом участке. Отсутствие остаточных деформаций после разгрузки от предела упругости, как правило, связано с недостаточной точностью оборудования. Принято считать, что до предела упругости в материале имеются только упругие деформации, а при напряжениях больших предела упругости – упругие и пластические деформации. Предел упругости в инженерной практике не используется. При более тщательном проведении опыта предел упругости практически совпадает с пределом пропорциональности.

Начиная от точки C диаграмма имеет горизонтальный или почти горизонтальный участок. На этом участке деформации растут без увеличения нагрузки – материал «течёт». Этот участок называется *площадкой текучести*. Точка C , расположенная в начале площадки текучести, соответствует пределу текучести.

Предел текучести σ_y – напряжение, при котором деформации растут без увеличения нагрузки. Предел текучести – важнейшая механическая характеристика пластичного материала, используемая в прочностных расчетах.

Некоторые пластичные материалы (например, дюралюминий), не имеют на диаграмме растяжения площадки текучести. Для таких материалов вводится условный предел текучести.

Условный предел текучести $\sigma_{0.2}$ это напряжение, соответствующее относительной остаточной деформации равной 0.002.

После прохождения площадки текучести при дальнейшем увеличении относительной деформации напряжения вновь увеличиваются. Происходит «самоупрочнение» стали, и диаграмма изменяется по плавной кривой с наивысшей точкой D . Точка D соответствует пределу прочности (предел временного сопротивления).

Предел прочности (предел временного сопротивления) σ_u – наибольшее условное напряжение в образце перед разрывом. Если при достижении нагрузки величины, соответствующей некоторой точке участка CD диаграммы, производится разгрузка образца с последующим нагружением, то линия нагружения при этом практически совпадает с линией разгрузки, выходит в точку разгрузки, и дальнейшее деформирование происходит в соответствии с диаграммой, продолжаящей начальный участок до точки разгрузки, при этом повторная текучесть материала не наблюдается. Это явление называется *наклепом*.

До предела прочности продольные и поперечные деформации образца равномерно распределяются по всей его расчетной длине при незначительном сужении. После достижения предела прочности эти деформации концентрируются в одном, ослабленном месте. Здесь появляется значительное местное сужение, образуется «шейка» (рис. 5), в пределах которой и происходит затем разрыв образца. Поэтому при дальнейшем растяжении образца вплоть до его разрыва происходит уменьшение растягивающей нагрузки (на рисунке 4 участок DK). После достижения предела прочности условное напряжение в образце (определяемое делением растягивающей силы на первоначальную площадь поперечного сечения образца) уменьшается соответственно уменьшению величины растягивающей силы.

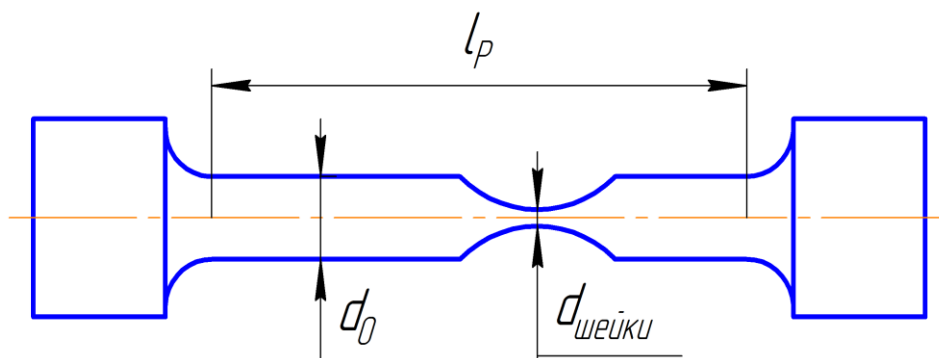


Рис. 5. Образец после испытания

Истинное напряжение по сечению шейки (т.е. напряжение, определяемое делением величины растягивающей силы на площадь поперечного сечения шейки) возрастает при этом вплоть до разрыва образца (как показано на рисунке 4 штриховой линией, точка *N* рисунок 4). Различие между условным и истинным напряжением до предела прочности (на участке *OABCD* рисунок 4) весьма мало (так как до предела прочности уменьшение площади поперечного сечения образца происходит весьма незначительно). Следует отметить, что при проектировании конструкций напряжения в них определяют без учета изменения их размеров. Поэтому в расчетах конструкций используют значения условных напряжений, полученных при лабораторных испытаниях образцов. Истинная диаграмма имеет в основном теоретический интерес и в инженерной практике обычно не применяется. Поэтому в лабораторной работе подробная обработка и построение выполняются лишь для диаграммы условных напряжений, а диаграмма истинных напряжений строится схематически. Для ее построения вычисляется лишь значение истинного напряжения в момент разрыва

$$\sigma_{p.u} = \frac{F_p}{A_{ui}}, \quad (4)$$

где F_p – значение растягивающей нагрузки в момент разрыва образца;
 A_{ui} – площадь поперечного сечения образца в месте разрыва.

Предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности характеризуют прочностные свойства материала и называются *механическими характеристиками*.

На машинной диаграмме растяжения, которую можно получить на испытательных машинах, четко можно указать лишь точки, соответствующие пределу текучести и пределу прочности. Эти механические характеристики и используются в основном при расчетах инженерных конструкций.

Степень пластичности материала может быть охарактеризована величинами относительного остаточного удлинения образца, доведенного при растяжении до разрыва, и относительного остаточного сужения шейки образца в момент разрыва. Чем больше эти величины, тем пластичнее материал.

Относительное остаточное удлинение:

$$\delta = \frac{l_{po} - l_o}{l_o}, \quad (5)$$

где l_o – первоначальная длина образца;
 l_{po} – длина образца после разрыва.

Относительное остаточное сужение:

$$\psi = \frac{A_o - A_{ш}}{A_o}, \quad (6)$$

где A_o – первоначальная площадь поперечного сечения образца;

$A_{ш}$ – площадь поперечного сечения образца в месте разрыва.

Относительное остаточное удлинение и относительное остаточное сужение характеризуют деформационную способность материала, доведенного до разрушения, и называются *характеристиками пластичности* материала.

ПОСТАНОВКА И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

В лаборатории испытание стали на растяжение проводится на машине Р-20 (см. рис. 1). Для испытания используются цилиндрические образцы (см. рис. 2) из малоуглеродистой стали с соотношением $l_o / d_o = 10$. Растяжение образца производится до разрыва.

В процессе испытания записывается машинная диаграмма растяжения образца в осях $\Delta l - F$.

Лабораторная работа проводится в определенной последовательности:

1. На образце (см. рис. 2) штангенциркулем фиксируется начальная рабочая длина образца $l_o = 100$ мм (фиксирование производится с помощью двух рисок на одинаковых расстояниях от головок образца).

2. Штангенциркулем измеряется средний начальный диаметр d образца (измерение производится в трех местах по длине образца: по краям расчетной длины и в середине, в расчет вводится среднее значение).

3. Образец закрепляется головками в захватах испытательной машины.

4. Производится плавное нагружение образца.

5. Из некоторой точки участка CD (см. рис. 3) производится частичная разгрузка (явление наклёпа) с последующим нагружением его до разрыва.

6. Образец освобождается из захватов испытательной машины.

7. Со шкалы силоизмерителя снимается значение нагрузки, соответствующей пределу прочности F_v (значение нагрузки на шкале отмечено фиксирующей стрелкой).

8. Штангенциркулем замеряется диаметр образца в месте разрыва $d_{ш}$ и рабочая длина образца между рисками l_{po} . Для измерения $d_{ш}$ и l_{po} обе части разорванного образца плотно стыкуются по месту разрыва (см. рис. 4).

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

1. Обработка машинной диаграммы растяжения в осях $F - \Delta l$

В начале испытания обычно диаграммный аппарат на машинной диаграмме растяжения вычерчивает криволинейный участок, соответствующий устранению зазоров в захватных приспособлениях испытательной машины. Криволинейный участок в начале диаграммы не отражает истинной зависимости между F и Δl , поэтому его следует исключить, продолжив прямолинейный участок диаграммы (рис. 6).

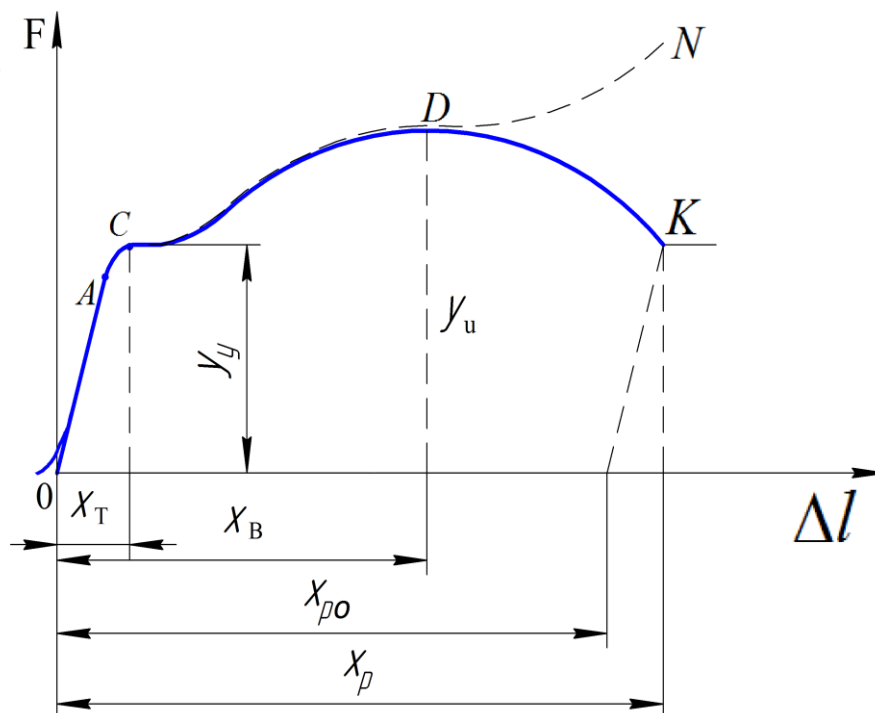


Рис. 6. Функция отклика

2. Определение масштабов машинной диаграммы растяжения (в осях $F - \Delta l$)

Масштаб записи деформаций, т.е. направление горизонтальной оси Δl , устанавливается лаборантом перед испытанием и принимается равным

$$M_{\Delta l} = 5 : 1.$$

Для определения масштаба записи сил (направление вертикальной оси F) на машинной диаграмме растяжения после устранения первоначального криволинейного участка и проведения осей F , Δl необходимо установить положение точки D , соответствующей пределу прочности образца, и измерить ее ординату Y_u .

Масштаб записи сил определяется по формуле

$$M_F = \frac{Y_u}{F_u}, \quad (7)$$

где Y_u – максимальная ордината машинной диаграммы растяжения, соответствующая пределу прочности;

F_u – нагрузка, соответствующая пределу прочности. Это максимальная нагрузка образца при растяжении. Ее значение снимается со шкалы испытательной машины после разрыва образца.

3. Определение нагрузок, соответствующих характерным точкам машинной диаграммы растяжения (в осях $F - \Delta l$)

Для определения нагрузки F_i , соответствующей любой точке машинной диаграммы растяжения, необходимо разделить ординату соответствующей точки Y_i этой диаграммы на масштаб сил:

$$F_i = \frac{Y_i}{M_F}; \quad (8)$$

нагрузка, соответствующая пределу текучести:

$$F_T = \frac{Y_T}{M_F}; \quad (9)$$

нагрузка, соответствующая разрыву образца:

$$F_p = \frac{Y_p}{M_F}, \quad (10)$$

где Y_i, Y_u – ординаты машинной диаграммы растяжения в осях $F - \Delta l$.

M_F – масштаб записи сил машинной диаграммы растяжения.

4. Определение абсолютных продольных деформаций, соответствующих характерным точкам машинной диаграммы растяжения (в осях $F - \Delta l$)

Для определения абсолютной продольной деформации Δl_i , соответствующей любой точке машинной диаграммы растяжения, абсциссу соответствующей точки X_i этой диаграммы необходимо разделить на масштаб деформаций:

$$\Delta l_i = \frac{x_i}{M_{\Delta l}}. \quad (11)$$

Абсолютная продольная деформация, соответствующая пределу текучести:

$$\Delta l_T = \frac{x_T}{M_{\Delta l}}. \quad (12)$$

Абсолютная продольная деформация, соответствующая разрыву образца:

$$\Delta l_p = \frac{x_p}{M_{\Delta l}}. \quad (13)$$

Абсолютная остаточная продольная деформация, соответствующая разрыву образца (определить двумя способами, как указано ниже):

$$\Delta l_{p.o.} = \frac{x_{p.o.}}{M_{\Delta l}};$$
$$\Delta l_{p.o.} = l_{p.o.} - l_o,$$

где $x_T, x_b, x_p, x_{p.o.}$ – абсциссы машинной диаграммы растяжения, соответствующие пределу текучести, пределу прочности, точке разрыва, остаточной деформации после разрыва образца (см. рис. 6);

$M_{\Delta l}$ – масштаб записи деформаций машинной диаграммы растяжения;

l_o – первоначальная рабочая длина образца (расстояние между рисками, равное 100 мм);

$l_{p.o.}$ – длина образца после разрыва (расстояние между рисками, для измерения которых обе части разорванного образца плотно стыкуются в месте разрыва).

Для получения отрезка $X_{p.o.}$ на машинной диаграмме растяжения (см. рис. 6) из точки M необходимо провести прямую линию, параллельную линии OA .

5. Вычисление масштабов диаграммы условных напряжений (в осях $\sigma - \varepsilon$).

Чтобы диаграмма условных напряжений в осях $\sigma - \varepsilon$ по очертанию и занимаемой площади совпадала с машинной диаграммой растяжения в осях $F - \Delta l$ масштабы диаграммы условных напряжений следует вычислять по следующим выражениям:

– по оси напряжений:

$$M_{\sigma} = M_F \cdot A_0,$$

– по оси деформаций:

$$M_{\varepsilon} = M_{\Delta l} \cdot l_0,$$

где M_F , $M_{\Delta l}$ – масштабы сил деформаций машиной диаграммы растяжения в осях $F - \Delta l$;

$l_0 = 100$ мм – первоначальная длина образца;

A_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца.

6. *Определение напряжений, соответствующих характерным точкам диаграммы условных напряжений (в осях $\sigma - \varepsilon$).*

Для определения напряжения σ_i , соответствующего любой точке диаграммы условных напряжений, необходимо соответствующую этой точке нагрузку F_i , взятую из машинной диаграммы растяжений (в осях $F - \Delta l$), разделить на площадь первоначального поперечного сечения A_0 образца:

$$\sigma_i = \frac{F_i}{A_0}.$$

Предел текучести:

$$\sigma_y = \frac{F_T}{A_0}.$$

Предел прочности:

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_0}.$$

Напряжение (условное), соответствующее разрыву образца:

$$\sigma_p = \frac{F_p}{A_0},$$

где A_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца;

F_T , F_u , F_p нагрузки, соответствующие пределу текучести, пределу прочности и разрыву образца (вычислены в п. 4 формулы (8) – (10)).

7. *Определение истинного напряжения, соответствующего разрыву образца*

$$\sigma_{p.и.} = \frac{F_p}{A_{и.}}$$

где F_p – нагрузка, соответствующая разрыву образца;

$A_{и.}$ – площадь поперечного сечения образца в месте разрыва.

8. *Определяем относительные продольные деформации, соответствующие характерным точкам диаграммы условных напряжений (в осях $\sigma - \varepsilon$).*

Для определения относительной продольной деформации ε_i , соответствующей любой точке диаграммы условных напряжений, необходимо соответствующую этой точке абсолютную деформацию Δl_i , взятую из машинной диаграммы растяжения (в осях $F - \Delta l$), разделить на первоначальную длину l_0 образца:

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta l_i}{l_0}.$$

Относительная (полная) деформация, соответствующая пределу текучести:

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta l_y}{l_0}.$$

Относительная (полная) деформация, соответствующая пределу прочности:

$$\varepsilon_u = \frac{\Delta l_u}{l_0}.$$

Относительная полная деформация, соответствующая разрыву образца:

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta l_p}{l_0}.$$

Относительная остаточная деформация, соответствующая разрыву образца:

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta l_{p.o.}}{l_0},$$

где l_0 – первоначальная длина образца

$\Delta l_y, \Delta l_u, \Delta l_p, \Delta l_{p.o.}$ – абсолютные продольные деформации, соответствующие пределу текучести, пределу прочности, разрыву образца, остаточной деформации после разрыва.

9. Построение машинной диаграммы растяжения (в осях $F - \Delta l$) и диаграммы условных напряжений (в осях $\sigma - \varepsilon$).

На обе диаграммы нанести масштабы и координаты характерных точек.

10. Определяем характеристики пластичности материала.

Относительное остаточное удлинение:

$$\delta = \frac{l_{p.o.} - l_0}{l_0} 100\%.$$

Относительное остаточное сужение:

$$\phi = \frac{A_0 - A_{ш}}{A_0} 100\%,$$

где A_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца;

$A_{ш}$ – площадь поперечного сечения образца;

l_0 – первоначальная длина образца;

l_p – длина образца после разрыва (расстояние между рисками, состыкованных по месту разрыва частей образца).

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. По вычисленным значениям предела текучести σ_y и предела прочности σ_u по справочной литературе установить марку стали.
2. Установить и описать характер разрушения образца в месте разрыва.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова цель лабораторной работы?
2. По какому признаку материалы условно делятся на пластичные и хрупкие?
3. Дать определение абсолютной и относительной продольных деформаций. Их размерность.
4. Дать определение предела прочности, предела упругости, предела текучести, условного предела текучести, предела прочности.
5. Почему от машинной диаграммы растяжения (в осях $F - \Delta l$) переходят к диаграмме условных напряжений (в осях $\sigma - \varepsilon$)?
6. Почему диаграмма напряжений в осях $\sigma - \varepsilon$ называется условной?
7. Что относится к механическим характеристикам материала?
8. Что относится к характеристикам пластичности материала, и как они вычисляются?
9. Что называется деформацией тела?
10. Дайте определение упругой и остаточной деформаций тела.
11. Для произвольной точки диаграммы условных напряжений показать полную, упругую и остаточную деформации.
12. Вычертить диаграмму условных напряжений (в осях $\sigma - \varepsilon$) и охарактеризовать все участки и все характерные точки этой диаграммы.

13. Как вычисляются масштабы машинной диаграммы растяжения и диаграммы условных напряжений?

14. Как вычисляются в работе нагрузки, напряжения, абсолютные и относительные деформации для характерных точек обеих диаграмм (в осях $F - \Delta l$, $\sigma - \varepsilon$)?

15. Как вычисляются условные и истинные напряжения, соответствующие разрыву образца?

16. Каково приблизительное очертание диаграммы истинных напряжений?

17. Почему в инженерной практике используется диаграмма условных, а не истинных напряжений?

18. Чему равен тангенс угла наклона первоначального прямолинейного участка (от начала испытания до предела пропорциональности) диаграммы условных напряжений к оси абсцисс?

Правила техники безопасности

1. При работе машины Р-20 студенты находятся не ближе 1 м от неё.
2. Все работы по подготовке и проведению опыта выполняет лаборант.

ЛИТЕРАТУРА

1. Родионов, В. К. Сопротивление материалов : учеб.-метод. комплекс : в 2 ч. / В. К. Родионов, А. Г. Щербо. – Новополоцк : ПГУ, 2007.

Образец отчёта

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Испытание на растяжение образца из малоуглеродистой стали

1. Цель работы.

2. Используемые приборы и оборудование: разрывная машина Р-20, штангенциркуль.

3. Эскиз образца до испытания (рис. 2).

4. Размеры образца до испытания:

а) начальная рабочая длина образца (расстояние между рисками)

$$l_o = \quad \text{мм};$$

б) средний начальный диаметр образца

$$d_o = \quad \text{мм.}$$

5. Эскиз образца после испытания (рис. 5)

6. Размеры образца после испытания:

а) рабочая длина образца после разрыва (расстояние между рисками)

$$l_{po} = \quad \text{мм};$$

б) диаметр образца в месте разрыва

$$d_{ui} = \quad \text{мм.}$$

7. Разрушающая нагрузка (соответствующая пределу прочности)

$$F_u = \quad \text{Н.}$$

8. Ординаты и абсциссы точек машинной диаграммы растяжения, соответствующие:

а) пределу текучести

$$y_T = \quad \text{мм,}$$

$$x_T = \quad \text{мм};$$

б) пределу прочности

$$y_{\epsilon} = \quad \text{мм},$$

$$x_{\epsilon} = \quad \text{мм};$$

в) разрыву образца

$$y_p = \quad \text{мм},$$

$$x_p = \quad \text{мм},$$

$$x_{p.o} = \quad \text{мм}.$$

9. Масштабы машинной диаграммы растяжения (в осях $F, \Delta l$):

а) масштаб записи сил

$$M_F = \quad \text{мм/Н}$$

б) масштаб записи деформаций

$$M_{\Delta l} = \quad \text{мм}.$$

10. Нагрузки соответствующие характерным точкам машинной диаграммы растяжения (в осях $F - \Delta l$):

а) нагрузка, соответствующая пределу текучести

$$F_y = \quad \text{Н};$$

б) нагрузка, соответствующая пределу прочности

$$F_u = \quad \text{Н};$$

в) нагрузка, соответствующая разрыву образца

$$F_p = \quad \text{Н}.$$

11. Абсолютные продольные деформации, соответствующие характерным точкам машинной диаграммы растяжения (в осях $F - \Delta l$):

а) абсолютная (полная) продольная деформация, соответствующая пределу текучести

$$\Delta l_y = \quad \text{мм};$$

б) абсолютная (полная) продольная деформация, соответствующая пределу прочности

$$\Delta l_u = \quad \text{мм};$$

в) абсолютная (полная) продольная деформация, соответствующая разрыву образца

$$\Delta l_p = \quad \text{мм};$$

г) абсолютная остаточная продольная деформация, соответствующая разрыву образца

$$\Delta l_r = \quad \text{мм}.$$

12. Масштабы диаграммы условных напряжений (в осях $\sigma - \varepsilon$):

а) по оси напряжений

$$M_\sigma = \quad \text{мм/Н},$$

б) по оси деформаций

$$M_\varepsilon = \quad \text{мм}.$$

13. Напряжения, соответствующие характерным точкам диаграммы условных напряжений (в осях $\sigma - \varepsilon$):

а) предел текучести

$$\sigma_y = \quad \text{МПа};$$

б) предел прочности

$$\sigma_u = \quad \text{МПа};$$

в) напряжение (условное), соответствующее разрыву образца

$$\sigma_p = \quad \text{МПа}.$$

14. Истинное напряжение, соответствующее разрыву образца

$$\sigma_{p,u} = \quad \text{МПа}.$$

15. Относительные продольные деформации, соответствующие характерным точкам диаграммы условных напряжений (в осях $\sigma - \varepsilon$):

а) относительная (полная) продольная деформация, соответствующая пределу текучести

$$\varepsilon_y = \quad ;$$

б) относительная (полная) продольная деформация, соответствующая пределу прочности

$$\varepsilon_u = \quad ;$$

в) относительная (полная) продольная деформация, соответствующая разрыву образца

$$\varepsilon_p = \quad ;$$

г) относительная остаточная продольная деформация, соответствующая разрыву образца

$$\varepsilon_r = \quad ;$$

16. Характеристики пластичности материала:

а) относительное остаточное удлинение

$$\delta = \quad \%;$$

б) относительное остаточное сужение

$$\Psi = \quad \%.$$

17. Выводы (согласно анализу полученных результатов).

18. Привести:

а) диаграмму в осях $F - \Delta l$ с координатами характерных точек;

б) машинную диаграмму растяжения (в осях $F - \Delta l$) с нагрузками и абсолютными продольными деформациями, соответствующими характерным точкам;

в) условную диаграмму (в осях $\sigma - \varepsilon$) с напряжениями и относительными продольными деформациями, соответствующими характерным точкам.