

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Оренбургский государственный университет"

Индустриально-педагогический колледж
Отделение технологии производства и промышленного оборудования

Т.В. МИГОТИНА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2008

УДК 620.172(07)

ББК 38.34я7

М57

Рецензент

канд. техн. наук, профессор Р.В. Ромашов

Миготина, Т.В.

М57

Определение основных механических характеристик материалов при растяжении: методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Техническая механика» Т.В Миготина. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008.- 15 с

В методических указаниях освещены вопросы проведения испытаний на растяжение и определение механических характеристик материалов (сталей).

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Техническая механика» для студентов специальностей 0505001, 151001, 160203, 150411 и 220301.

ББК 38.34я7

© Миготина Т.В, 2008

© ГОУ ОГУ , 2008

Содержание

Введение.....	7
1 Определение основных механических характеристик материалов при растяжении..	8
1.1 Цель работы.....	8
1.2 Основные положения.....	8
1.3 Описание образца и испытательной машины.....	8
1.3.1 Образец для испытаний.....	8
1.3.2 Описание испытательной машины.....	9
1.4 Порядок выполнения работы.....	10
1.4.1 Порядок подготовки к эксперименту.....	10
1.4.2 Проведение эксперимента.....	10
1.4.3 Обработка результатов эксперимента.....	12
1.5 Контрольные вопросы.....	15
Список использованных источников.....	15
Приложение А.....	16
Протокол испытаний образца на растяжение.....	16
Приложение Б.....	17
Механические характеристики углеродистой конструкционной стали.....	17
Приложение В.....	18
Правила безопасности при выполнении лабораторной работы.....	18

Введение

Важнейшими механическими свойствами материала, числовые значения которых определяются опытным путём являются: упругость, пластичность, прочность и твёрдость. Создано много способов для механического испытания материалов (статические, динамические, на растяжение, на срез, на изгиб, на кручение).

Растяжение (сжатие) это вид нагружения, при котором вдоль оси бруса приложены две равные и противоположно направленные силы. Испытания на одноосное растяжение – один из основных и наиболее распространенных видов испытаний. Полученные в результате эксперимента характеристики позволяют судить о прочности материала при статических нагрузках, выбирать материал для проектируемой конструкции и считаются основными при расчетах деталей машин и элементов конструкций на прочность

1 Определение основных механических характеристик материалов при растяжении

1.1 Цель работы

Изучить поведение материалов при растяжении вплоть до разрушения и определить механические характеристики прочности.

1.2 Основные положения

Испытания на одноосное растяжение – один из основных и наиболее распространенных видов испытаний. Полученные в результате эксперимента характеристики позволяют судить о прочности материала при статических нагрузках, выбирать материал для проектируемой конструкции и считаются основными при расчетах деталей машин и элементов конструкций на прочность.

Методы испытания на растяжение стандартизованы. Имеются отдельные стандарты на испытания при комнатной температуре – ГОСТ 1497-84, при повышенных до 1473 К – ГОСТ 9651-84 и пониженных от 273 до 173 К – ГОСТ 11150-84 температурах.

1.3 Описание образца и испытательной машины

1.3.1 Образец для испытаний

В качестве образцов при испытании на растяжение в основном применяют цилиндрические образцы с диаметром $d=10$ мм и расчетной длиной $L=100$ мм (длинный образец) и $L=50$ мм (короткий образец) (рисунок 1). Допускается применение и других образцов, в которых выдержаны следующие соотношения размеров:

$L=113$ мм – для длинных образцов,

$L=565$ мм – для коротких образцов.

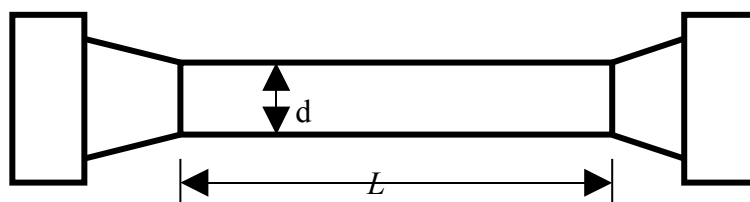


Рисунок 1 - Образец для испытаний на растяжение

Для измерений используют штангенциркуль с ценой деления 0,05 мм.

1.3.2 Описание испытательной машины

Испытания проводят на универсальной машине УММ-50, рассчитанной на разрушающие усилия до 500 кН. В силовой цепи этой машины применяется гидравлический силовозбудитель, а в измерительной – маятниковый силоизмеритель.

Рабочая часть машины состоит из двух захватов 1 и 2, предназначенных для закрепления испытуемого образца 3 (рисунок 2). Во время испытания нижний захват 1 остается неподвижным, а верхний – перемещается вместе с траверсой 4, за счет чего передается растягивающее усилие испытуемому образцу. Подвод нижнего захвата 1 в исходное положение для установки образца производится при помощи механического привода 14. К гидроцилиндру 5, снабженному поршнем 6, который соединен с подвижной траверсой 4, подведены три трубопровода: трубопровод 7, подающий масло из цилиндра, и трубопровод 9, связывающий цилиндр с силоизмерительным устройством пульта управления посредством плунжера 10.

На пульте управления установлен диаграммный аппарат 11 барабанного типа, вращение барабану которого передается посредством троса, соединенного с подвижной траверсой машины. Вдоль образующей барабана перемещается перо 12, соединенное с рейкой 13 силоизмерительного механизма. Совмещение двух движений пера вдоль образующей по окружности барабана, дает график (диаграмму) зависимости «нагрузка-удлинение» при испытании образца.

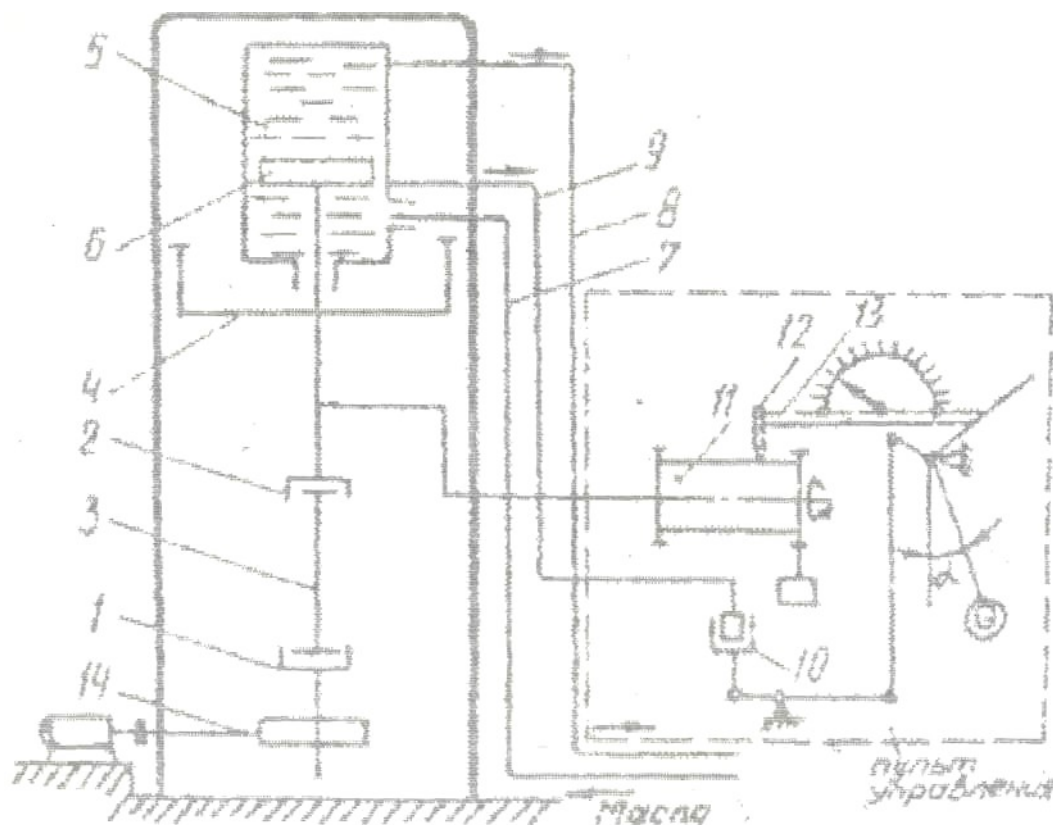


Рисунок 2 - Схема гидравлической испытательной машины

Масштаб записи нагрузки зависит от шкалы, установленной во время испытаний. Масштаб удлинений зависит от скорости поворота барабана 11 и может составлять 1:1 или 5:1.

Силоизмеритель имеет 4 диапазона измерения усилий, представленных четырьмя шкалами на циферблате:

шкала «А» от 0 до 50 кН (мм диаграммы-250 Н)

шкала «Б» от 0 до 100 кН (мм диаграммы-500 Н)

шкала «В» от 0 до 250 кН (мм диаграммы-1250 Н)

шкала «Г» от 0 до 500 кН (мм диаграммы-2500 Н)

1.4 Порядок выполнения работы

1.4.1 Порядок подготовки к эксперименту

1 Нанести на образец риски, ограничивающие начальную расчетную длину образца L с точностью до 1 %.

2 Измерить с точностью не ниже 0,05 мм диаметр образца d . Замер d производят в середине и по краям рабочей части образца с последующим определением среднего значения, по которому рассчитывают площадь его поперечного сечения.

Площадь поперечного сечения определяем по формуле (1).

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (1)$$

3 Закрепить образец в захватах испытательной машины.

4 Проверить готовность диаграммного аппарата и всей машины к проведению эксперимента.

1.4.2 Проведение эксперимента

Во время опыта образец подвергается растяжению, при этом наблюдают за поведением образца, процессом вычерчивания диаграммы растяжения и одновременно следят за показаниями силоизмерителя. Как только испытательная машина сообщит образцу принудительное удлинение, силоизмеритель начнет регистрировать его сопротивление, т.е. нагрузку, соответствующую этому удлинению, а перо диаграммного аппарата – вычерчивать диаграмму растяжения в координатах растягивающее усилие P – абсолютное удлинение ΔL (рисунок 3)

Криволинейный участок в начале диаграммы получается за счет устранения люфтов в машине и обжатия головок образца, а его деформация начинается позднее. С возрастанием нагрузки диаграмма принимает вид строгой прямой 01. Начало координат диаграммы, соответствующие нулевой нагрузке, находится на пересечении этой прямой с осью абсцисс. Прямолинейный участок указывает на пропорциональную зависимость между

удлинением и нагрузкой (закон Гука), а точка 1 соответствует наибольшей нагрузке P_{np} , до которой материал подчиняется закону Гука. Если нагрузку снять, то первоначальная длина образца L восстанавливается, т.е. полученная деформация – упругая, и она практически исчезает после нагрузки.

Дальнейшее увеличение нагрузки выше нагрузки P_{np} приводит к некоторому отклонению диаграммы от прямой (закон Гука). Если при этом образец разгрузить, то деформация исчезает не полностью, т.е. появляется некоторая остаточная деформация. За характерную нагрузку принимается сила P_y , вызывающая в образце остаточную деформацию заданной малой величины – 0,05 %. На рисунке 3 сила P_y соответствует точке 2. Определение нагрузки P_y довольно сложно, так как требует очень точных измерений при испытаниях. Как показывают опыты P_{np} и P_y весьма близки друг к другу, т.е. можно считать $P_{np} = P_y$.

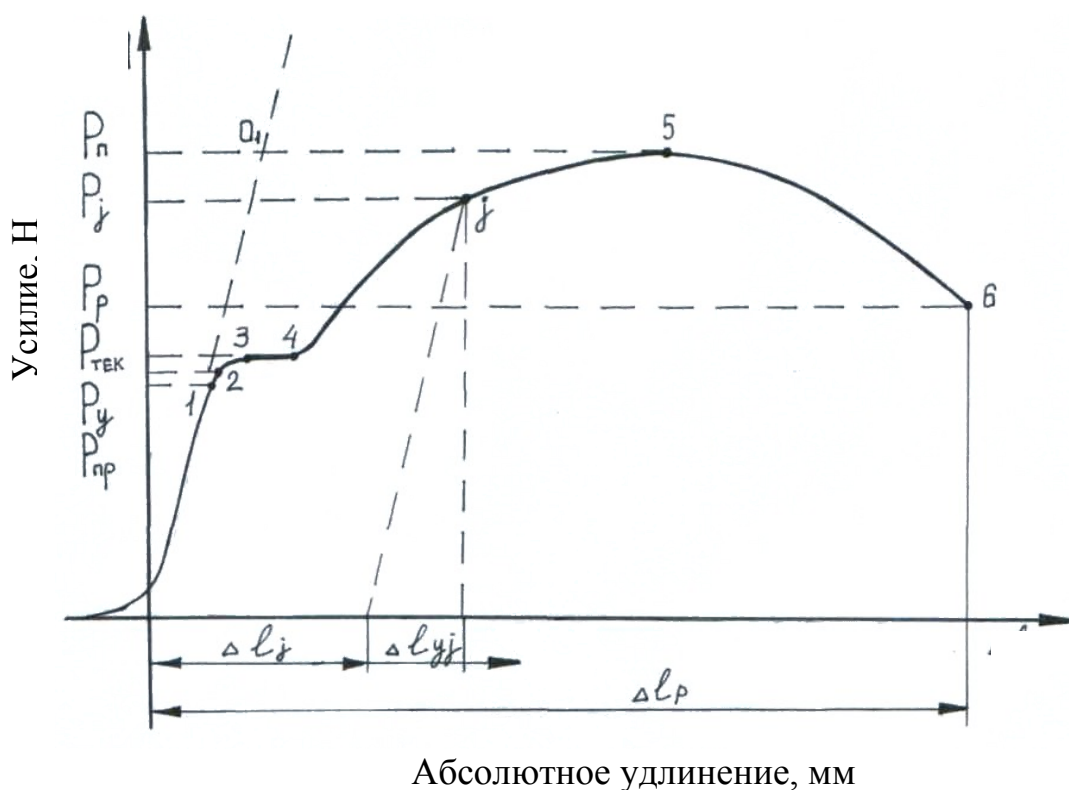


Рисунок 3 - Диаграмма растяжения малоуглеродистой (мягкой) стали

Продолжая нагружать образец выше P_y замечаем, что диаграмма идет почти по горизонтальной прямой. Точка 3 соответствует нагрузке $P_{тек.}$, при которой образец деформируется без возрастания нагрузки. Это явление называется текучестью материала, и на диаграмме отмечается горизонтальная площадка, называемая площадкой текучести 3-4. Стрела силоизмерителя в это время показывает постоянную нагрузку или даже некоторое ее падение.

Текучесть заканчивается тем, что материал вновь приобретает способность сопротивляться деформации. Это регистрируется силоизмерителем как возрастание нагрузки, и на диаграмме наблюдается так называемая зона упрочнения 4-5 материала.

Если в пределах зоны упрочнения (например, начиная с некоторой точки g), начать разгрузку образца, то диаграмма пойдет по прямой $g-0$, параллельной начальной прямой 01 . В этом заключается закон разгрузки: между силой и деформацией при разгрузке всегда сохраняется пропорциональная зависимость (соответствию закону Гука). Полная деформация ОК, соответствующая точке g , складывается из упругой ΔL , исчезающей при разгрузке, и остаточной ΔL , деформацией.

При повторном нагружении образца, получившего остаточную деформацию ΔL , диаграмма пойдет из нового начала координат $0'$, т.е. усилия, соответствующие P_{np} и P_y увеличатся. Это означает, что повышаются упругие свойства материала, но снижается пластичность. Такое изменение свойств материала вследствие предварительного растяжения до нагрузки выше P_y называется наклепом.

Далее от точки g диаграмма будет продолжаться, совпадая с кривой упрочнения $g5$.

Точка 5 соответствует максимальной (предельной) нагрузке P_n , которую нужно определить по силоизмерителю при помощи специальной контрольной стрелки. Ее увлекает за собой основная стрелка циферблата и оставляет в крайнем положении, когда нагрузка начинает падать. После достижения нагрузкой значения P_n начинается местное сужение образца в виде шейки, в результате чего происходит падение нагрузки, вплоть до разрушения образца. Точка 6 соответствует нагрузке P_p , при которой образец разрушается.

1.4.3 Обработка результатов эксперимента

1 Определить начало координат 0 на диаграмме. Для этого от высшей точки 5 отложить вниз в масштабе найденную по силоизмерителю наибольшую силу P_n и провести горизонтальную прямую (ось абсцисс). Начальную наклонную линию диаграммы продолжить вниз до пересечения с полученной горизонталью в точке 0 , которая и является действительным началом координат диаграммы.

2 Определить величины характерных нагрузок соответствующие $P_{np}, P_y, P_{тек}, P_n$ по силоизмерителю.

3 Плотнo соединив друг с другом обе части разорванного образца, измерить расстояние L_1 между рисками (длину расчетной части образца после разрушения) и диаметр d_1 , в самом узком месте шейки.

Вычислить площадь поперечного сечения шейки по формуле (2).

$$A = \frac{\pi d_1^2}{4} \quad (2)$$

4 Определить основные характеристики прочности материала по формулам.

Предел пропорциональности определить по формуле (3).

$$\sigma_{np} = \frac{P_{np}}{A} \quad (3)$$

σ_{np} - **предел пропорциональности** - максимальное напряжение, до которого материал подчиняется закону Гука.

Предел текучести определить по формуле (4).

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A} \quad (4)$$

σ_y - **предел текучести** – напряжение, при котором происходит рост деформации без увеличения нагрузки.

У многих материалов явно выраженной площадки текучести на диаграмме растяжения нет. В этом случае согласно ГОСТ 1497-84 определяется **условный предел текучести** напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,2 % первоначальной длины L рабочей части образца.

Условный предел текучести определить по формуле (5).

$$\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{A} \quad (5)$$

Предел прочности определить по формуле (6).

$$\sigma_n = \frac{P_n}{A} \quad (6)$$

σ_n - **предел прочности** (или временное сопротивление) – напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, которое может воспринимать образец.

Напряжение в момент разрыва определить по формуле (7).

$$\sigma_p = \frac{P_p}{A} \quad (7)$$

σ_p - напряжение в момент разрыва.

Для вычисления σ_{np} , σ_y , σ_n , σ_p , в расчетные формулы вводится первоначальное значение площади A поперечного сечения рабочей части образца (до нагружения).

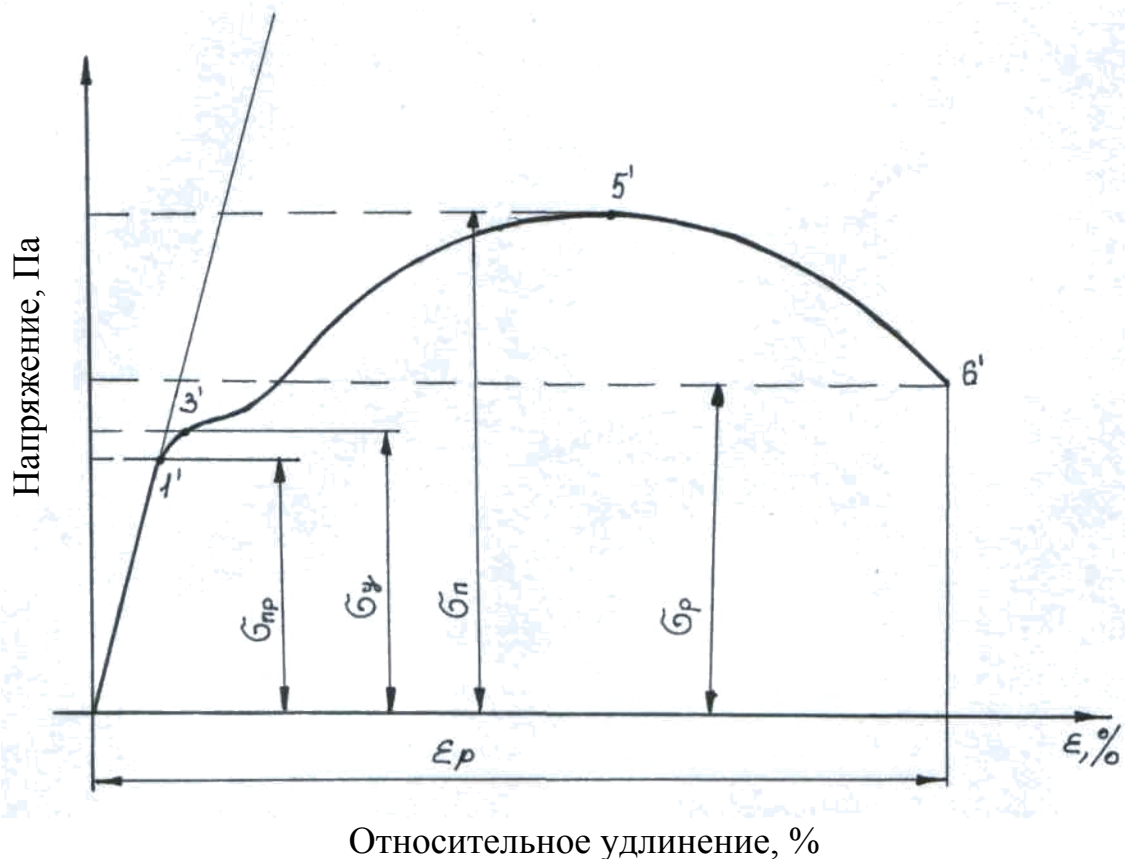


Рисунок 4 - Диаграмма условных напряжений

5 Построить диаграмму условных напряжений в координатах σ и ε , указать на ней характеристики прочности (рисунок 4).

Чтобы получить диаграмму условных напряжений, необходимо диаграмму растяжения (рисунок 3) перестроить в координатах σ - ε . Тогда ординаты диаграммы показывают характеристики прочности. Абсциссы, показывающие относительную деформацию, получают делением абсолютных удлинений на первоначальную длину согласно формуле (8).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (8)$$

Точкам 1,3,5,6 диаграммы растяжения (рисунок 3) соответствуют точки 1', 3', 5', 6' диаграммы σ - ε (рисунок 4). Таким образом, два указанных вида диаграмм отличаются между собой только масштабами.

6 Заполнить протокол испытания образца согласно указанной форме (приложение А).

7 Сделать вывод о предполагаемой марке стали образца, сравнив полученные характеристики прочности с табличными данными (приложение Б).

8 Сдать лаборанту измерительные инструменты и методические указания.

9 Отчитаться о проделанной работе.

1.5 Контрольные вопросы

1. Какова цель работы?
2. Какие образцы применяют при испытании?
3. Расскажите принцип работы испытательной машины.
4. Назовите характерные точки на диаграмме растяжения.
5. Какие деформации испытывает образец в процессе нагружения ?
6. Какие деформации называются упругими, какие остаточными?
7. Какие параметры характеризуют прочность материала?
9. В чем заключается разница между пластичными и хрупкими материалами по характеру деформации?

Список использованных источников

- 1 **Дарков, А.Б.** Сопротивление материалов: учебник для вузов / А.Б.Дарков, Г.С.Шпиро. - М.: Высшая школа, 1969. - 724 с.
- 2 **Дарков, А.В.** Сопротивление материалов / А.В. Дарков, Г.С. Шпиро. - М.: Высшая школа, 1975. - 643 с.
- 3 **Ицкович Г.М.** Сопротивление материалов / Г.М. Ицкович. - М.: Высшая школа, 1998. - 364 с.

Приложение А (обязательное)

Протокол испытаний образца на растяжение

1 Характеристики образца до испытания

Диаметр образца _____ м.
Длина расчетной части _____ м
Площадь поперечного сечения _____ м²

2 Диаграмма растяжений в координатах, $P-\Delta L$

Прикладывается к отчету: выполняется на миллиметровой бумаге- как копия диаграммы, записанной регистрирующим устройством испытательной машины с указанием характерных нагрузок:

Предела пропорциональности _____ Н
Предела текучести _____ Н
Предела прочности _____ Н
Разрушение _____ Н

3 Характеристика образца после испытания

Диаметр шейки _____ м
Площадь сечения шейки _____ м²
Длина расчетной части _____ м
Абсолютное удлинение _____ м

4 Диаграмма условных напряжений в координатах, $\sigma-\varepsilon$

Прикладывается к отчету: выполняется на миллиметровой бумаге путем перестройки диаграммы растяжения $P-\Delta L$ с указанием характеристик прочности:

Предел пропорциональности _____ МПа
Предел текучести _____ МПа
Предел прочности _____ МПа
Напряжения при разрыве _____ МПа

5 Вывод

Приложение Б
(справочное)
**Механические характеристики углеродистой
конструкционной стали**

Марка стали	$\sigma_{п}$, МПа	σ_{y} , МПа
08	320	180
10	340	210
15	370	220
20	410	250
25	440	260
30	480	290
35	520	310
40	570	320
45	600	340
50	630	350
55	640	360
60	650	370
65	660	360
70	670	390

Примечание: по механическим характеристикам ГОСТ 380-88

Сталь Ст3 соответствует стали 20

Сталь Ст4 соответствует стали 25

Сталь Ст5 соответствует стали 35

Сталь Ст6 соответствует стали 45

Приложение В **(обязательное)**

Правила безопасности при выполнении лабораторной работы

1 Студенты должны приступать к выполнению работ только с разрешения преподавателя, после проведенного им инструктажа по технике безопасности.

2 Управление пультом испытательных машин, а также закрепление образцов в зажимах и их снятие должно выполняться лаборантом.

3 При выполнении лаборантом испытания образца на растяжение или сжатие студенту не разрешается подходить к другим установкам, не используемым в данной работе, а также включать приборы и установки в электрическую сеть.

4 При выполнении испытаний на растяжение и сжатие студенты должны наблюдать за проведением испытаний, находясь на расстоянии не менее 3 м от испытательной машины.

5 В случае, если при испытании на сжатие имеется вероятность хрупкого разрушения материала с разделением образца на части и возможность отскоком отдельных его частей, место установки образца и его разрушения должно ограждаться экраном.