

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

КАФЕДРА № 1

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ
РУКОВОДИТЕЛЬ

доцент, канд.техн.наук
должность, уч. степень, звание

подпись, дата

В. Б. Коцкович
инициалы, фамилия

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

РАСТЯЖЕНИЕ. МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ

по дисциплине: МЕХАНИКА

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ ГР.

M251

подпись, дата

А.Д. Бутенко
инициалы, фамилия

Санкт-Петербург
2024

Протокол лабораторной работы
Определение механических характеристик материала
при растяжении

Результаты измерений

Замеры до испытания

Материал образца	Сталь 3		
Замеры	1	2	3
Диаметр образца (мм)	4,9	5,0	5,0
Средние значения диаметра образца (мм)	5,0		
Длина образца (мм)	31,0		

Замеры после испытания

Диаметр шейки (мм)	2,9
Длина образца (мм)	30,8

Работу выполнили студенты:

№ п/п	Фамилия и инициалы студента	Группа	подпись
1	Бутенко А.Д.	М251	Бутенко
2	Галевская О.А.	М251	Галевская
3	Голодец Л.В.	М251	Голодец
4	Уконожика Н.М.	М251	Уконожика
5	Линдберг А.С.	М251	Линдберг

Руководитель занятия: _____

(Подпись)

(Фамилия и инициалы)

Дата выполнения: « 20 » 20 24 г.

1. Цель работы:

Ознакомление с испытательной машиной и измерительными приборами; получение диаграммы растяжения образца; определение характеристик прочности и пластичности материалов по диаграмме растяжения; определение марки материала, из которого изготовлен образец; выяснение примерного назначения испытанного материала и определение для него допускаемого напряжения по заданной величине коэффициента запаса прочности.

2. Описание и принцип работы лабораторной установки:

Испытание образца производят на машине ИМ-4Р, предназначенной главным образом для растяжения материалов.

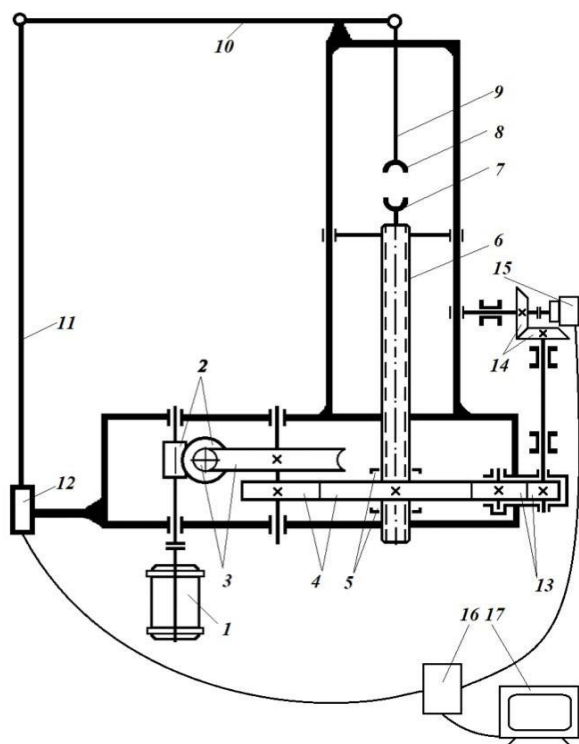


Рис.1 – Принципиальная схема разрывной машины ИМ-4Р

1 – Электродвигатель; **2,3** – Червячные передачи; **4** – Зубчатая пара; **5** – Осевые опоры; **6** – Грузовой винт; **7,8** – Нижний и верхний захваты; **9, 11** – Тяги; **10** – Рычаг; **12** – Датчики веса (тензодатчики); **13** – Зубчатая пара; **14** – Коническая зубчатая пара; **15** – Датчик ЛИР-158Г; **16** – Контроллер; **17** – Компьютер.

Нагружение исследуемого образца осуществляется от электродвигателя 1, который через две пары червячных передач 2,3 и цилиндрическую зубчатую передачу 4 вращает винт 6. Зубчатая пара 4 состоит из зубчатого колеса и зубчатого колеса-гайки, которая втягивает в себя винт 6. В верхней части винта 6 устроен захват 7.

Так как колесо-гайка ограничено от осевых перемещений шарикоподшипниками 5, то при его вращении происходит вертикальное перемещение тягового винта 6 (с трапецеидальной резьбой), который с помощью захвата 7 создает растягивающую нагрузку на образце.

Создаваемое при этом усилие через образец передаётся захвату 8. Усилие, пропорциональное силе, растягивающей образец. От захвата 8 через тягу 9 усилие действует на рычаг 10 и передается через тягу 11 на датчики веса 12 (тензодатчики YZC-131), установленные на кронштейнах к станине.

Вращение всех зубчатых передач пропорционально величине опускания захвата 7. Опускание захвата 8 мало (оно равно вертикальному перемещению конца очень короткого плеча рычага 10), поэтому можно считать, что датчик 15 измеряет величины, пропорциональные абсолютной деформации образца. Датчик перемещения 15 (ЛИР-158Г) фиксирует, удлинение образца, так как получает вращение через пару конических зубчатых колес 14 и зубчатую пару 13 от приводного колеса-гайки. Датчик ЛИР-158Г является инкрементным оптоэлектронным преобразователем угловых перемещений.

Растягивающее усилие, действующее на образец, а также удлинение образца преобразуются датчиками 12 и 15 через контроллер 16 в сигналы по координатам Y и X соответственно. Полученные данные обрабатываются и в виде графика (диаграммы растяжения) представляются на компьютере 17. Диаграмма 12 растяжения записывается в координатах: растягивающая сила – по оси ординат; удлинение образца – по оси абсцисс.

3. Рабочие формулы:

- 1) Первоначальная площадь поперечного сечения:

$$S_{0\text{cp}} = \frac{\pi d_{0\text{cp}}^2}{4}, \text{ где}$$

$d_{0\text{cp}}^2$ – среднее значение диаметра образца.

- 2) Площадь поперечного сечения шейки:

$$S_{\text{шср}} = \frac{\pi d_{\text{шср}}^2}{4},$$

где $d_{\text{шср}}^2$ – значение диаметра шейки.

- 3) Предел пропорциональности:

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{пр}}}{S_{0\text{cp}}},$$

где $P_{\text{пр}}$ – сила, соответствующая пределу пропорциональности.

- 4) Предел упругости:

$$\sigma_{\text{уп}} = \frac{P_{\text{уп}}}{S_{0\text{cp}}},$$

где $P_{\text{уп}}$ – сила, соответствующая пределу упругости.

- 5) Предел текучести:

$$\sigma_{\text{т}} = \frac{P_{\text{т}}}{S_{0\text{cp}}},$$

где $P_{\text{т}}$ – сила, соответствующая пределу текучести.

6) Предел прочности:

$$\sigma_B = \frac{P_B}{S_{0cp}},$$

где P_B – сила, соответствующая пределу прочности.

7) Относительное остаточное удлинений:

$$\delta = \frac{l_{1cp} - l_{0cp}}{l_{0cp}} * 100\%,$$

где l_{1cp}, l_{0cp} – длины испытуемого образца после и до деформации соответственно.

8) Относительное остаточное сужение:

$$\psi = \frac{S_{0cp} - S_{шcp}}{S_{0cp}} * 100\%,$$

9) Допускаемое напряжение материала:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{оп}}{n},$$

где

$\sigma_{оп}$ – опасное напряжение, при котором может произойти разрушение испытуемого образца

n – коэффициент запаса прочности.

4. Примеры расчётов:

1) Первоначальная площадь поперечного сечения:

$$S_{0cp} = \frac{\pi d_{0cp}^2}{4} = \frac{3,14 * 5^2}{4} = 19,63 \text{ мм}^2$$

2) Площадь поперечного сечения шейки:

$$S_{шcp} = \frac{\pi d_{шcp}^2}{4} = \frac{3,14 * 2,9^2}{4} = 6,6 \text{ мм}^2$$

3) Предел пропорциональности:

$$\sigma_{пр} = \frac{P_{пр}}{S_{0cp}} = \frac{5,3 * 10^3}{19,63} = 269,9 \text{ МПа}$$

4) Предел упругости:

$$\sigma_{уп} = \frac{P_{уп}}{S_{0cp}} = \frac{5,8 * 10^3}{19,63} = 295,5 \text{ МПа}$$

5) Предел текучести:

$$\sigma_T = \frac{P_T}{S_{0cp}} = \frac{6 * 10^3}{19,63} = 305,6 \text{ МПа}$$

6) Предел прочности:

$$\sigma_B = \frac{P_B}{S_{0cp}} = \frac{9,3 * 10^3}{19,63} = 473,8 \text{ МПа}$$

7) Относительное остаточное удлинений:

$$\delta = \frac{l_{1cp} - l_{0cp}}{l_{0cp}} * 100\% = \frac{38,8 - 31,0}{31,0} * 100\% = 25,2\%$$

8) Относительное остаточное сужение:

$$\psi = \frac{s_{\text{оср}} - s_{\text{шср}}}{s_{\text{оср}}} * 100\% = \frac{19,63 - 6,6}{19,63} * 100\% = 66,4\%$$

9) Допускаемое напряжение материала:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{оп}}}{n} = \frac{473,8}{4} = 118,5$$

5. Результаты измерений и вычислений:

Название точки	Координаты точки		Механические характеристики		
	Δl , мм	P , кН	σ , МПа	δ , %	ψ , %
A	0,6	$P_{\text{пр}} = 5,3$	$\sigma_{\text{пр}} = 269,9$	25	66
B	0,81	$P_{\text{уп}} = 7,8$	$\sigma_{\text{уп}} = 295,2$		
C	1,1	$P_{\text{T}} = 6$	$\sigma_{\text{T}} = 305,6$		
D	1,1	$P_{\text{T}} = 6$	$\sigma_{\text{T}} = 305,6$		
E	5,65	$P_{\text{в}} = 9,3$	$\sigma_{\text{в}} = 473,8$		
M	8	$P_{\text{р}} = 6$	$\sigma_{\text{р}} = 305,6$		
			$\sigma_{\text{оп}} = \sigma_{\text{T}};$ $[\sigma] = 118,5$		

Вывод:

Сравнив полученные данные с таблицей «Механические характеристики материалов» можно сделать вывод что наиболее подходящим материалом является «Сталь углеродистая качественная конструкционная 30», для данного материала погрешность с полученными данными минимальна и составляет:

σ_{T} в допустимом диапазоне

$$\Delta \sigma_{\text{в}} = 500 - 473,8 = 26,2$$

$$\Delta \delta = 25 - 21 = 4 \%$$

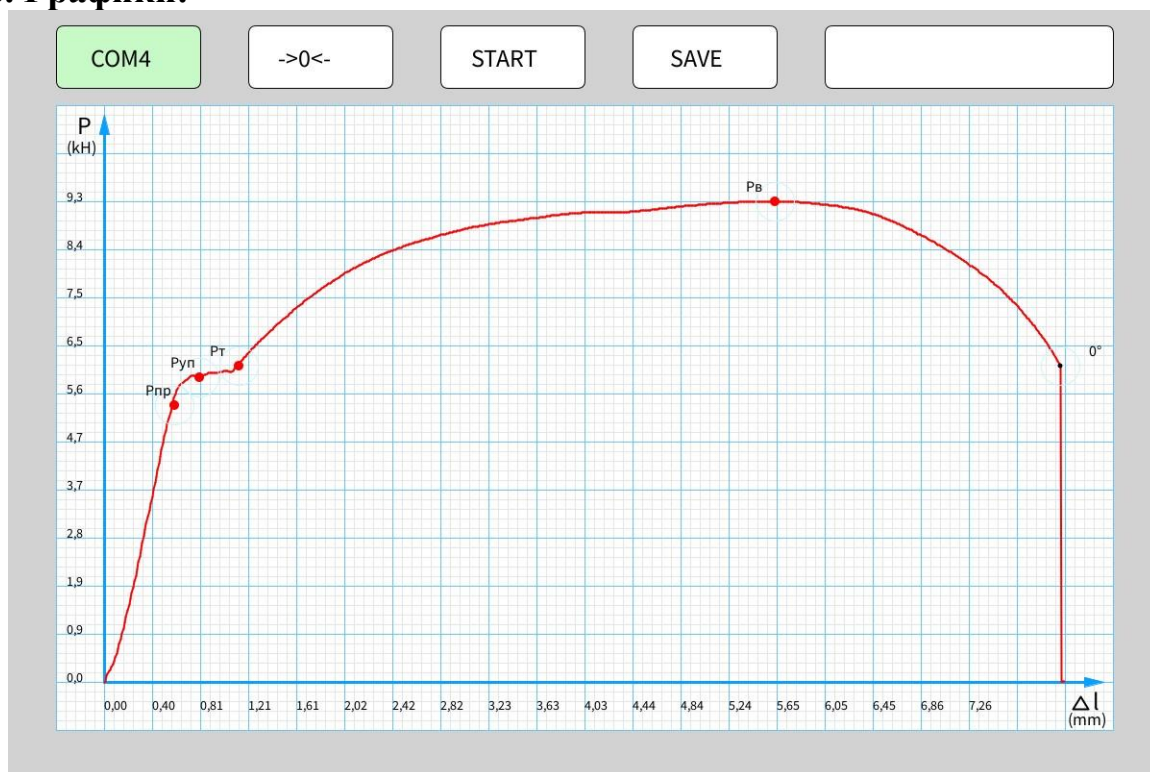
Фрагмент таблицы:

Марка материала	Содержание углерода, %	Характеристики				Твёрдость по Бринеллю
		Прочности		Пластичности		
		σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	HB
Сталь углеродистая качественная конструкционная						
10		210	310	31		143
20		250	420	25		163
30		300 - 350	500	21		179
40		340 - 380	580	19		200
45		360	610	16		215
65Г		440	750	9		230

Материал: Конструкционная качественная углеродистая сталь. Пластичный.

Марка материала: 30

6. Графики:



7. Выводы

В результате проведения испытаний на лабораторной установке и использования измерительных, в том числе электронных, приборов была получена диаграмма растяжения образца. Анализ этой диаграммы позволил определить прочностные и пластические характеристики исследуемого образца из неизвестного материала. Также, с учётом данной нам таблицы, была установлена марка материала, из которого изготовлен образец, сталь углеродистая качественная конструкционная 30, так как $\sigma_{т} = 305,6$ МПа, $\sigma_{в} = 473,8$ МПа, $\delta = 25\%$ определено допускаемое напряжение с использованием заданного коэффициента запаса прочности – 118,5 МПа.