

**Министерство науки и образования РФ**  
Ангарский государственный технический университет  
Кафедра управления на автомобильном транспорте

**СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

**Отчет по лабораторной работе № 1**  
**ИСПЫТАНИЕ НА РАСТЯЖЕНИЕ ОБРАЗЦОВ**  
**ИЗ МАЛОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ**

Разработал	Студент группы	Подпись	Дата сдачи	Дата защиты	Оценка
Ф.И.О.	Баентурова А.С		23.06.23		
Принял	Профессор (доцент, ст. преподаватель)	Подпись	Дата приемки		
Ф.И.О.	Черепанов А.П.				

Ангарск 2023

Цель работы:

1 Ознакомление с методикой проведения испытания на растяжение;

2 Определение механических характеристик материала;

3 Проверка явления наклепа.

## 1 Общие положения по проведению испытания

Испытание на растяжение является одним из основных видов испытания материалов, позволяющим выявить наиболее важные их свойства: Для испытания применяют лабораторные образцы цилиндрической (рисунок 1) или плоской формы, размеры и режим нагружения которых соответствуют ГОСТ 1497-95. Между расчетной длиной образца  $l_0$  и размерами поперечного сечения  $A_0$  (или  $d_0$  для круглых образцов) выдерживается определенное соотношение:

– у длинных (десятикратных) образцов  $l_0 \geq 11,3\sqrt{A_0}$  (или  $l_0 \geq 10d_0$ );

– у коротких (пятикратных) образцов  $l_0 \geq 5,65\sqrt{A_0}$  (или  $l_0 \geq 5d_0$ ).

Образцы изготавливают с головками на концах для закрепления их в захватах испытательной машины. Кроме этого, головки препятствуют развитию деформаций в прилегающих к ним участкам.

## 2 Порядок проведения испытания и обработка результатов

2.1 Перед испытанием измерить и записать в журнал испытаний основные размеры образца. Ознакомиться с устройством испытательной машины, диаграммного аппарата и силоизмерительного устройства.

2.2 Закрепить лабораторный образец в захваты испытательной машины, подготовить диаграммный аппарат и включить устройство нагружения образца.

2.3 Наблюдая за стрелкой силоизмерителя, зафиксировать величины нагрузок текучести, максимальной и разрыва. Выполнить проверку явления наклепа путем разгрузки и последующего нагружения образца. Обратить внимание на образование "шейки" в процессе разрушения образца.

2.4 После выключения испытательной машины освободить образец из захватов, снять диаграмму растяжения с диаграммного аппарата.

2.5 Выполнить обработку результатов испытания: снять замеры образца после разрушения, перерисовать первичную диаграмму растяжения и перестроить ее в координатах  $\sigma - \epsilon$ , определить механические характеристики образца. Все результаты свести в журнал испытаний, сделав соответствующие выводы по испытываемому материалу (например, о соответствующей марке стали).

### 3 Журнал испытания

#### 3.1 Лабораторный образец и его размеры

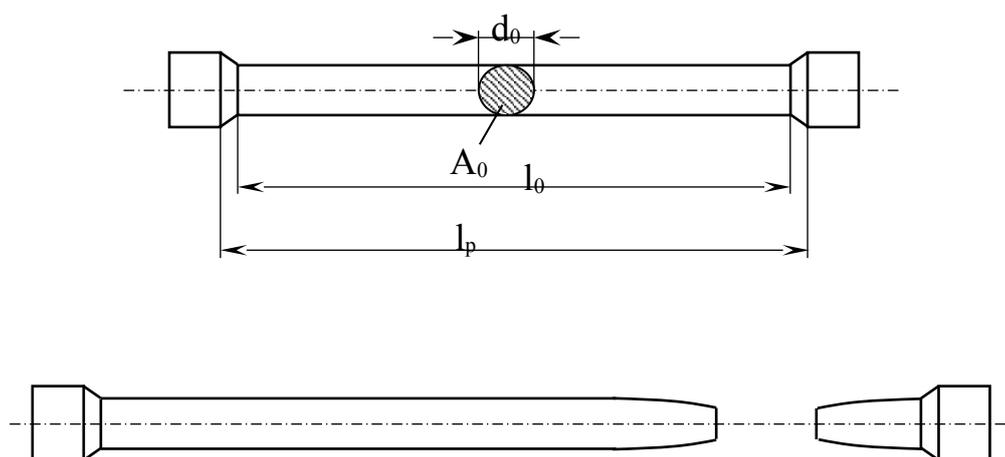


Рисунок 1 – Образец до и после испытания

Диаметр образца

$$d_0 = 10 \text{ мм.}$$

Начальная длина

$$l_0 = 100 \text{ мм.}$$

Рабочая длина

$$l_p = 104 \text{ мм.}$$

Площадь сечения:

$$A_0 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}. \quad (1)$$

Подставляя числовые значения получим

$$A_0 = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

Объем рабочей части:

$$V = A_0 \cdot l_p. \quad (2)$$

Подставляя числовые значения получим

$$V = 7,85 \cdot 10^{-5} \cdot 0,104 = 8,16 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Конечная длина

$$l_k = 123 \text{ мм.}$$

Диаметр шейки

$$d_{ш} = 5,6 \text{ мм.}$$

Площадь сечения в месте разрыва:

$$A_{ш} = \frac{\pi \cdot d_{ш}^2}{4}. \quad (3)$$

Подставляя числовые значения получим

$$A_{\text{ш}} = \frac{3,14 \cdot 0,0056^2}{4} = 2,46 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

### 3.2 Результаты испытания

Нагрузка, соответствующая пределу текучести

$$F_T = 21000 \text{ Н.}$$

Наибольшая нагрузка при испытании

$$F_{\text{max}} = 30500 \text{ Н.}$$

Нагрузка в момент разрыва

$$F_p = 20000 \text{ Н.}$$

Нагрузка, соответствующая пределу пропорциональности

$$F_{\text{пц}} = \frac{F_{\text{max}} \cdot h_{\text{шц}}}{h_{\text{max}}},$$

$$F_{\text{пц}} = \frac{30500 \cdot 71}{123} = 17605 \text{ Н.}$$

F, Н ↑

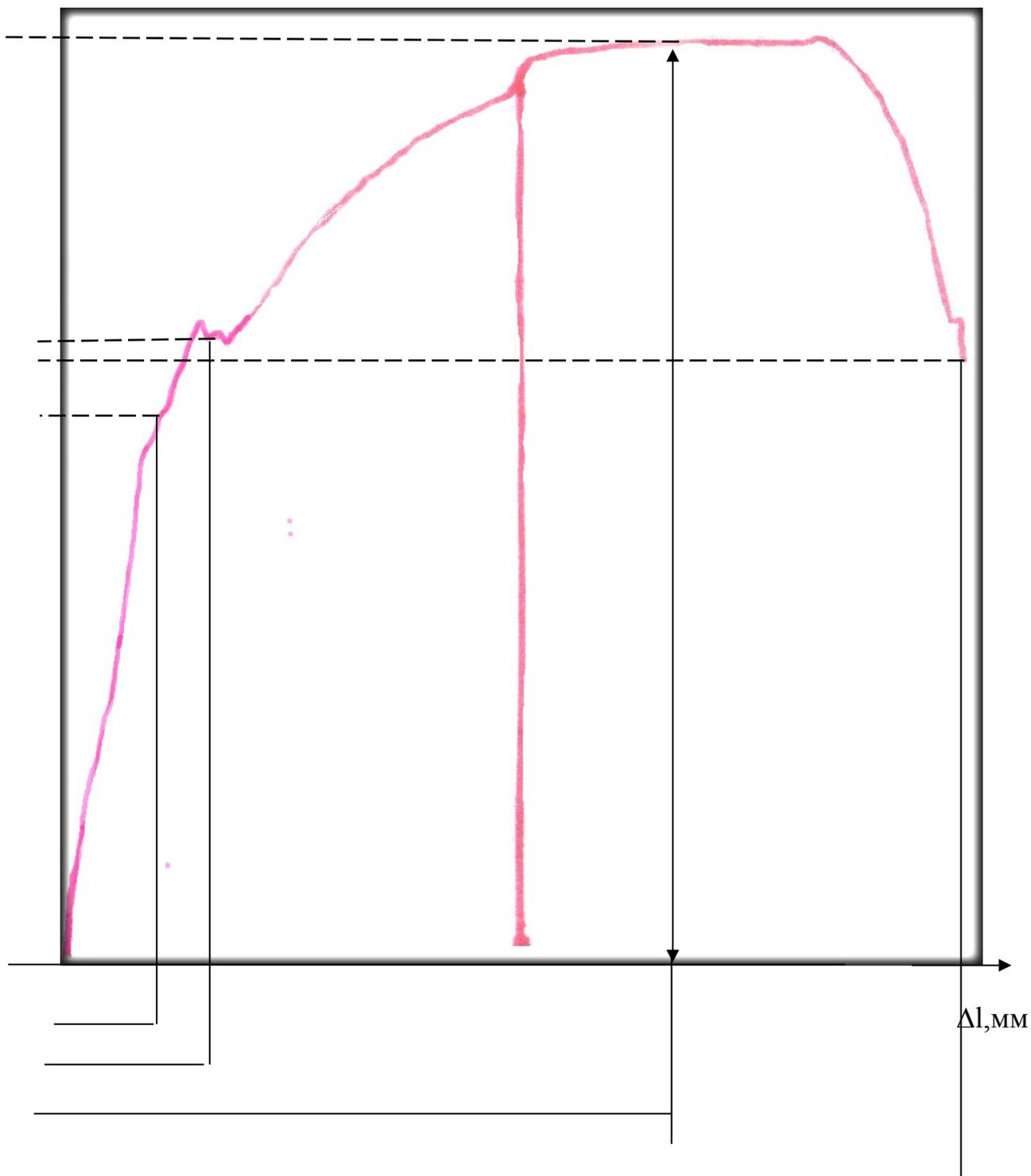


Рисунок 2 – Диаграмма растяжения образца (первичная)

### 3.3 Механические характеристики материала

Предел пропорциональности:

$$\sigma_{\text{шт}} = \frac{F_{\text{шт}}}{A_0}. \quad (4)$$

Подставляя числовые значения, получим

$$\sigma_{\text{шт}} = \frac{17605}{7,85 \cdot 10^{-5}} = 224,26 \text{ МПа.}$$

Предел текучести:

$$\sigma_{\text{т}} = \frac{F_{\text{т}}}{A_0}. \quad (5)$$

Подставляя числовые значения получим

$$\sigma_{\text{т}} = \frac{21000}{7,85 \cdot 10^{-5}} = 267,5 \text{ МПа.}$$

Предел прочности:

$$\sigma_{\text{в}} = \frac{F_{\text{max}}}{A_0}. \quad (6)$$

Подставляя числовые значения получим

$$\sigma_{\text{в}} = \frac{30500}{7,85 \cdot 10^{-5}} = 388,5 \text{ МПа.}$$

Условное напряжение в момент разрыва:

$$\sigma_{\text{п}}^{\text{усл}} = \frac{F_{\text{п}}}{A_0}. \quad (7)$$

$$\sigma_{\text{п}}^{\text{усл}} = \frac{20000}{7,85 \cdot 10^{-5}} = 254,77 \text{ МПа.}$$

Истинное напряжение в момент разрыва:

$$\sigma_{\text{п}}^{\text{ист}} = \frac{F_{\text{п}}}{A_{\text{шт}}}. \quad (8)$$

$$\sigma_p^{\text{ист}} = \frac{20000}{2,46 \cdot 10^{-5}} = 813 \text{ МПа}$$

Относительное удлинение при разрыве:

$$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100\%, \quad (9)$$

$$\delta = \frac{123 - 100}{100} \cdot 100\% = 23\%.$$

Относительное сужение при разрыве:

$$\psi = \frac{A_0 - A_{\text{ш}}}{A_0} \cdot 100\%; \quad (10)$$

Подставляя числовые значения получим

$$\psi = \frac{7,85 - 2,46}{7,85} \cdot 100\% = 68,66\%.$$

Полная работа, затраченная на разрушение образца:

$$P = F_{\text{max}} \cdot \Delta l_{\text{ост}} \cdot \eta, \quad (11)$$

где,  $\eta = 0,8$ ;

$$\Delta l_{\text{ост}} = 121 \text{ мм.}$$

Тогда, получим:

$$P = 30500 \cdot 0,121 \cdot 0,8 = 2952,4 \text{ Дж.}$$

Удельная работа, затраченная на разрушение образца:

$$p = \frac{P}{V}, \quad (12)$$

$$p = \frac{2952,4}{8,16 \cdot 10^{-6}} = 3,62 \cdot 10^8 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}.$$

3.4 Проведя вычисления по первичной диаграмме растяжения образца, вычислим следующие величины:

$$\varepsilon_{\text{шт}} = \frac{\Delta l_{\text{шт}}}{l_0};$$

$$\varepsilon_{\text{шт}} = \frac{14}{100} = 0,14.$$

$$\varepsilon_{\text{т}} = \frac{\Delta l_{\text{т}}}{l_0};$$

$$\varepsilon_{\text{т}} = \frac{23}{100} = 0,23.$$

$$\varepsilon_{\text{в}} = \frac{\Delta l_{\text{max}}}{l_0};$$

$$\varepsilon_{\text{в}} = \frac{94}{100} = 0,94.$$

$$\varepsilon_{\text{п}}^{\text{усл}} = \varepsilon_{\text{п}}^{\text{ист}} = \frac{\Delta l_{\text{п}}}{l_0};$$

$$\varepsilon_{\text{п}}^{\text{усл}} = \varepsilon_{\text{п}}^{\text{ист}} = \frac{121}{100} = 1,21.$$

3.5 В соответствии с полученными выше значениями, построим диаграмму условных и истинных напряжений образца (рисунок 3).

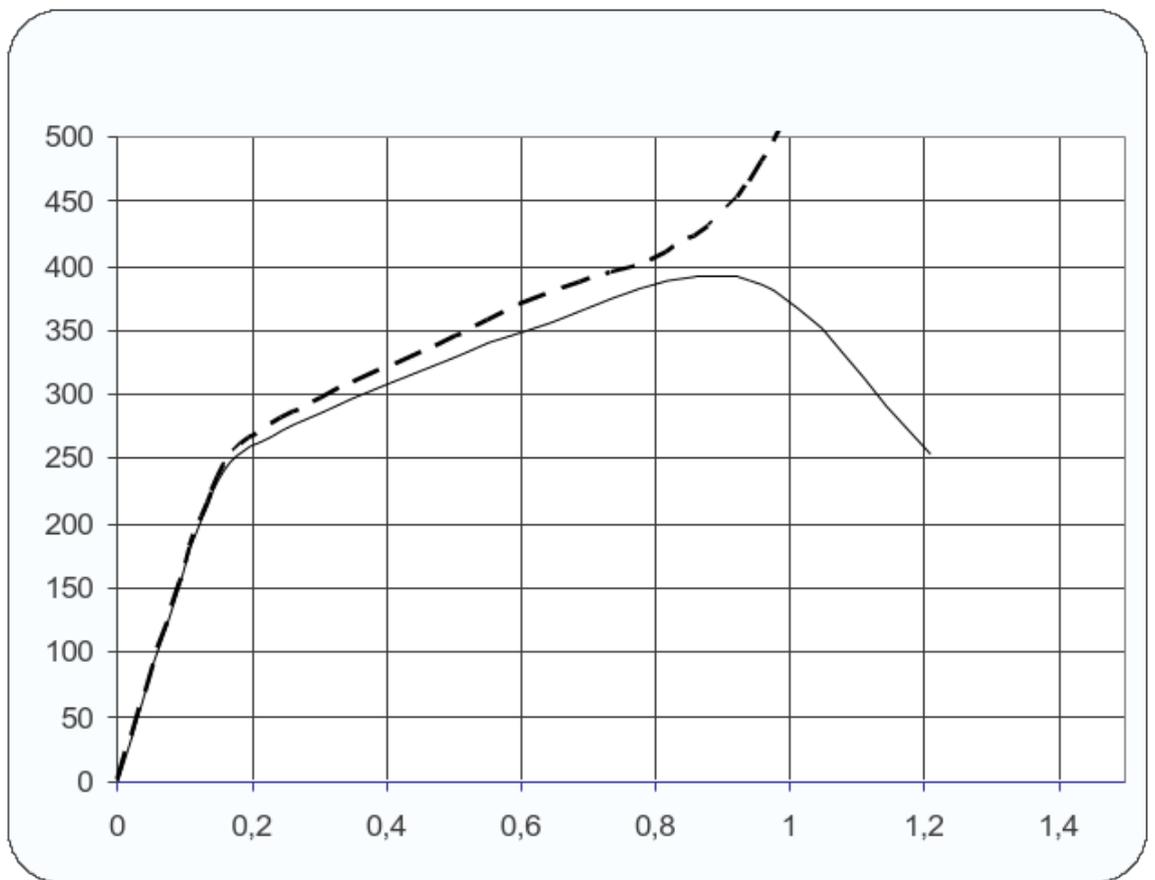


Рисунок 3 – Диаграмма условных и истинных напряжений образца

### Выводы

Испытание на растяжение является одним из видов испытания, позволяющим выявить наиболее важные свойства материалов. Мы ознакомились с методикой проведения испытания на растяжение, определили механические характеристики материала. Из диаграммы растяжения мы можем предположить, что данный образец изготовлен из