

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

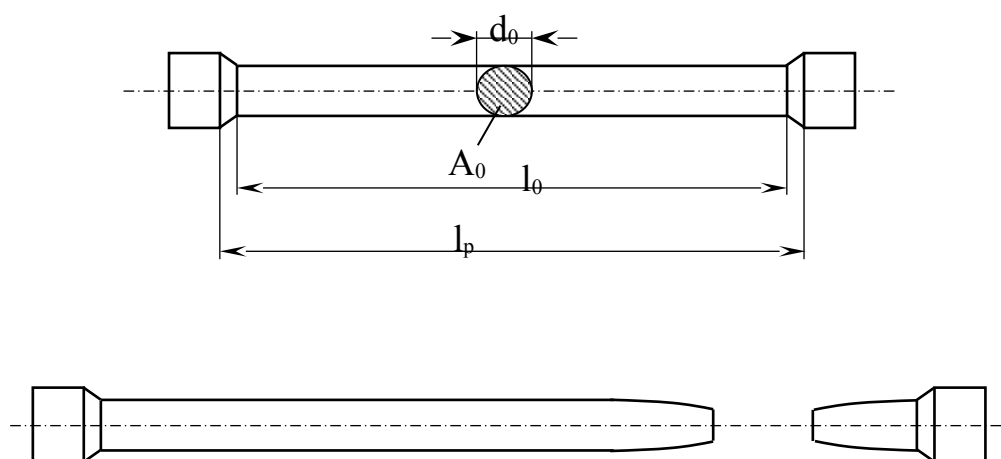


Рисунок 1 – Образец до и после испытания

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 ↑

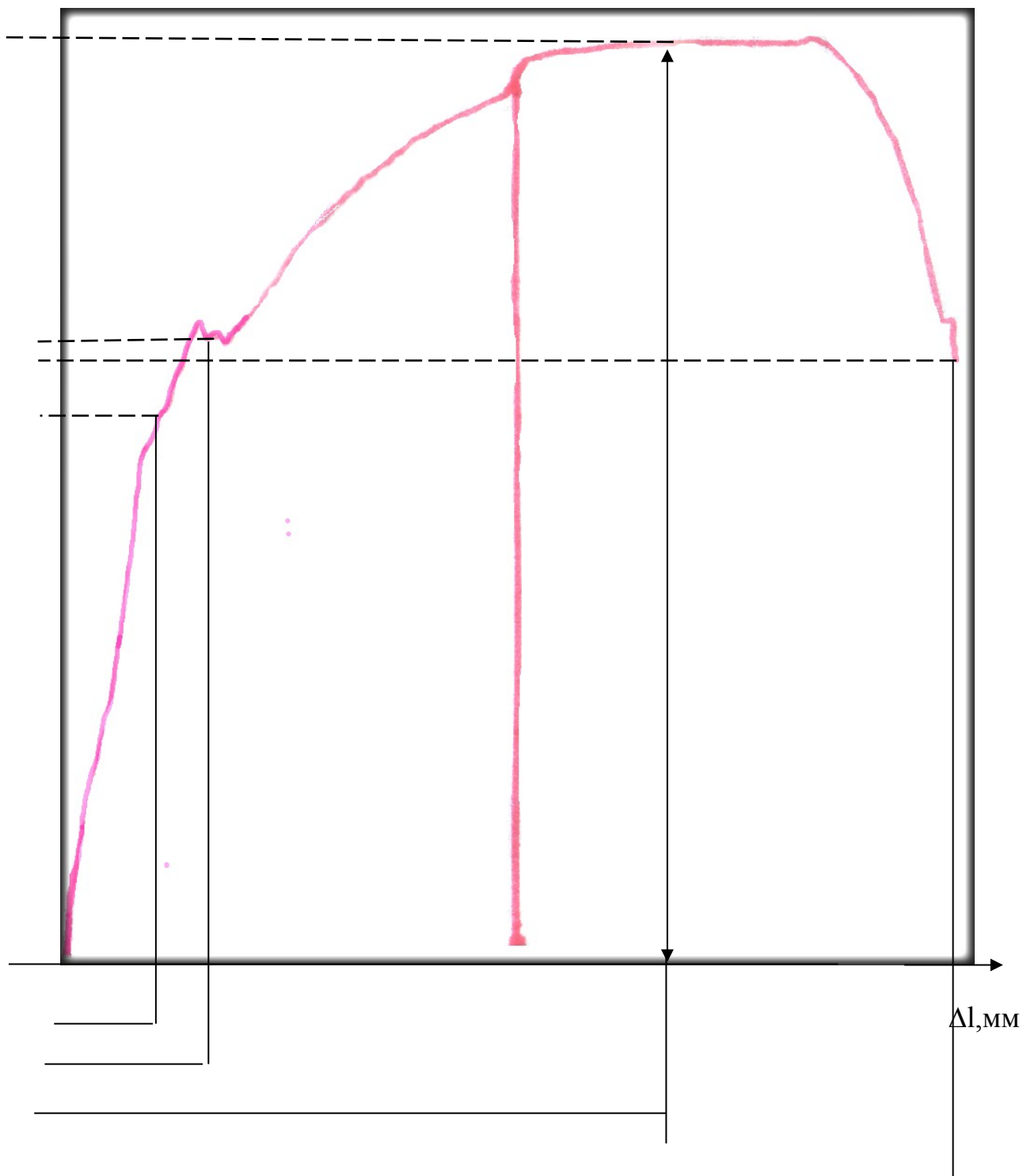


Рисунок 2 – Диаграмма растяжения образца (первичная)

3.3 Механические характеристики материала

Предел пропорциональности:

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

Подставляя числовые значения, получим

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

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:

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

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

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).

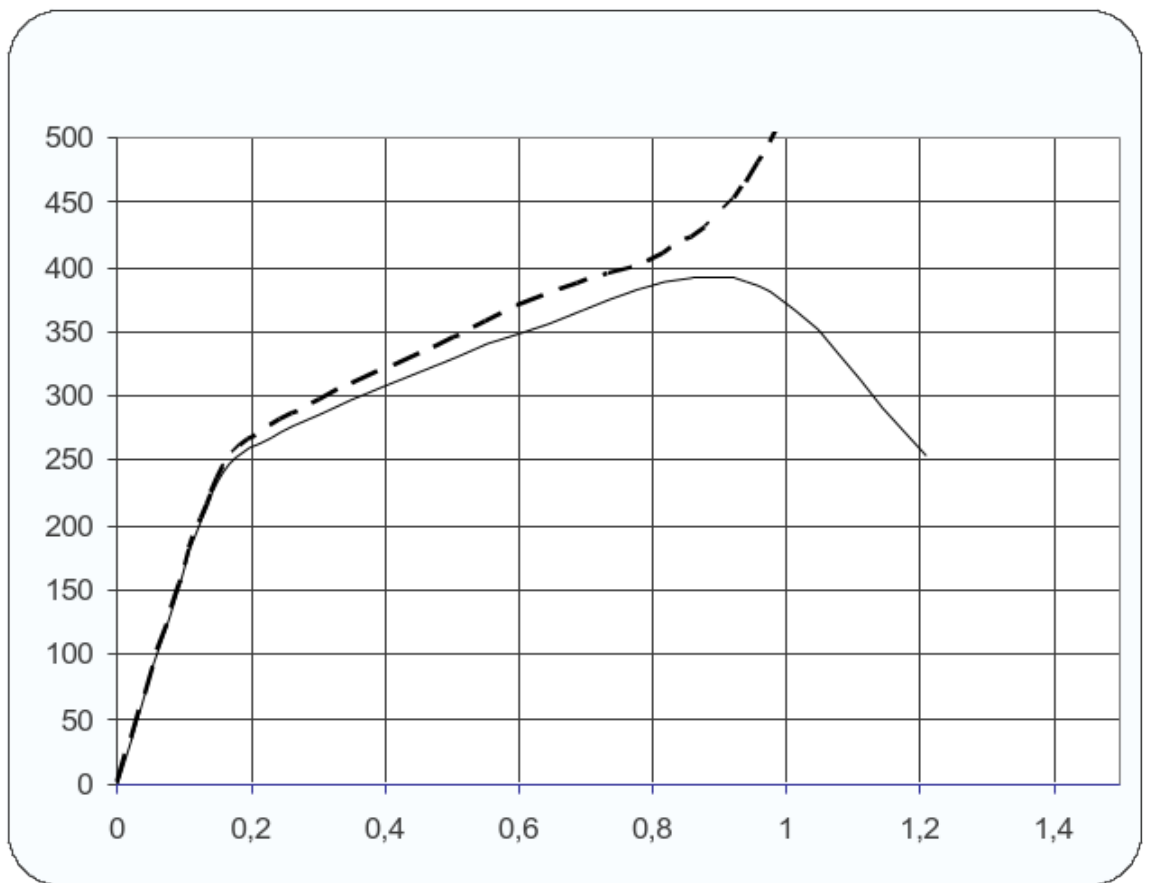


Рисунок 3 – Диаграмма условных и истинных напряжений образца

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