

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ

Студент _____

Группа _____

№ зачетной книжки _____

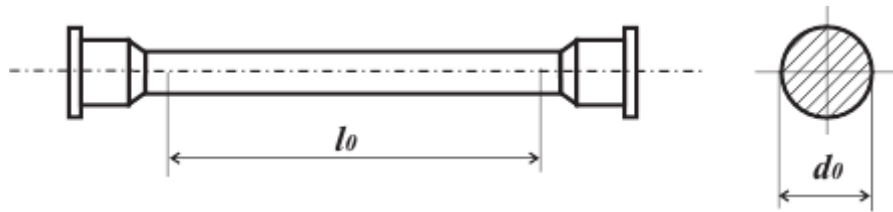
Принял _____ Глушко Н.И.

Лабораторная работа №1а

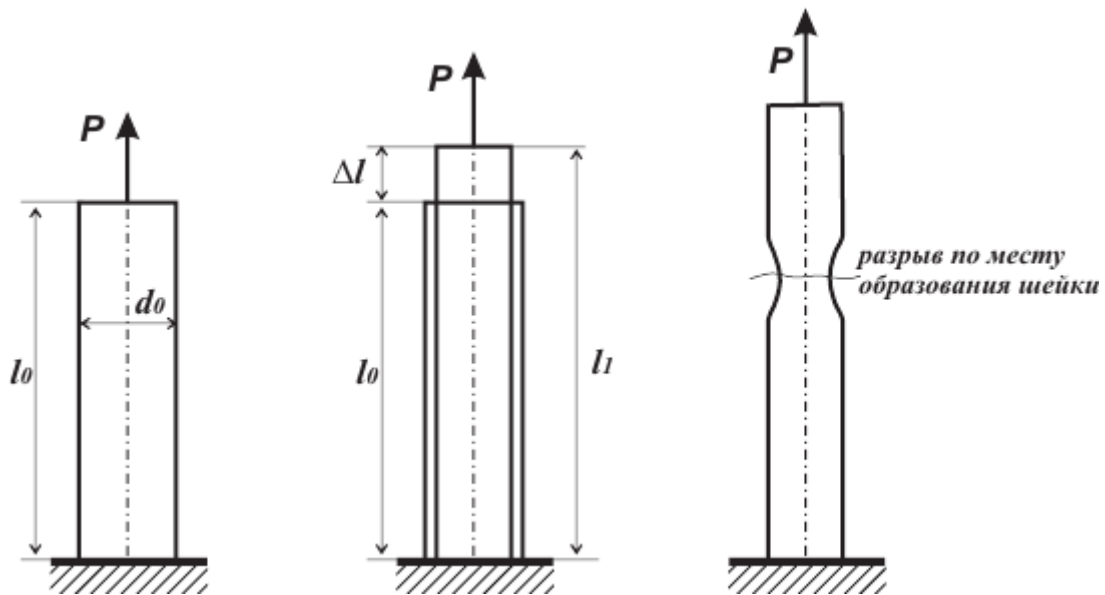
Испытание на растяжение стального образца

1. **Цель работы:** Получение диаграммы растяжения, определение основных механических характеристик, изучение характера разрушения образца.

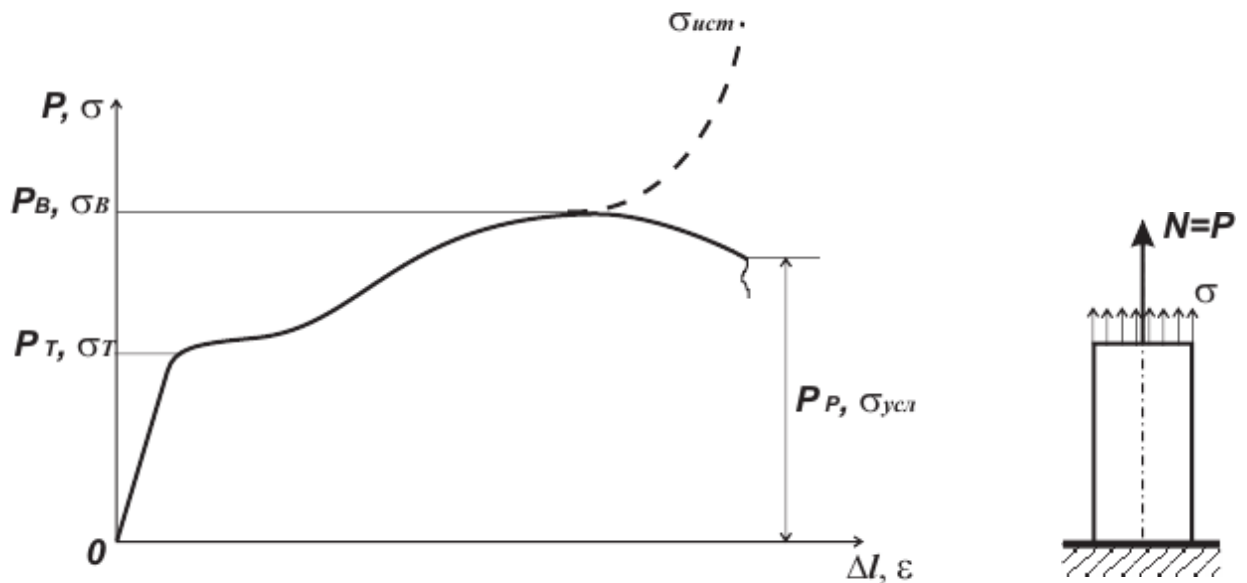
2. **Форма и размеры образца:**



3. **Схема нагружения образца:**



4. **Диаграмма растяжения:**



Оси диаграммы: P - нагрузка, $\Delta l = l_1 - l_0$ абсолютное удлинение,

$\sigma = \frac{P}{F_0}$ - напряжение в поперечном сечении, $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ - относительная продольная деформация.

5. Результаты измерений образца:

До испытания	После испытания
$d_0=10 \text{ мм}$	$d_{ш}=7,5 \text{ мм}$
$l_0=100 \text{ мм}$	$l_1=114 \text{ мм}$
$F_0=0,785d_0^2=78,5 \text{ мм}^2$	$F_{ш}= 44,16 \text{ мм}^2$
$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\% = \frac{14}{100} \cdot 100\% = 14\%$	

$F_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} \approx 0,785d_0^2$ - исходная площадь поперечного сечения образца

$d_{ш}$ – диаметр шейки по месту разрыва

$F_{ш} = \frac{\pi d_{ш}^2}{4} \approx 0,785d_{ш}^2$ - площадь поперечного сечения по месту разрыва

δ - относительное остаточное удлинение (мера пластичности материала)

6. Вычисления:

Экспериментальные нагрузки:

Нагрузка, соответствующая пределу текучести $P_T = 27,0 \text{ кН}$

Нагрузка, соответствующая пределу прочности (временное сопротивление)

$$P_B = 44,5 \text{ кН}$$

Нагрузка в момент разрыва

$$P_P = 40,0 \text{ кН}$$

Прочностные механические характеристики:

Предел текучести

$$\sigma_T = \frac{P_T}{F_0} = \frac{27000 \text{ Н}}{78,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 343,95 \cdot 10^6 \text{ Па} = 343,95 \text{ МПа}$$

Предел прочности

$$\sigma_B = \frac{P_B}{F_0} = \frac{44500 \text{ Н}}{78,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 566,88 \cdot 10^6 \text{ Па} = 566,88 \text{ МПа}$$

Напряжения в момент разрыва:

Условные напряжения

$$\sigma_{\text{усл}} = \frac{P_P}{F_0} = \frac{40000 \text{ Н}}{78,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 509,55 \cdot 10^6 \text{ Па} = 509,55 \text{ МПа}$$

Истинные напряжения

$$\sigma_{\text{ист}} = \frac{P_P}{F_{ш}} = \frac{40000 \text{ Н}}{44,16 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 905,80 \cdot 10^6 \text{ Па} = 905,80 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{ист}} = \left(\frac{d_{ш}}{d_0} \right)^2 = \frac{905,80}{509,55} = 1,78$$

7. Результаты испытаний

Нагрузки			Механические характеристики		Напряжения в момент разрыва		
$P_T, кН$	$P_B, кН$	$P_P, кН$	$\sigma_T, МПа$	$\sigma_B, МПа$	$\sigma_{усл}, МПа$	$\sigma_{ист}, МПа$	$\sigma_{ист} / \sigma_{усл}$
27,0	44,5	40	343,95	566,88	509,55	905,80	1,78

8. Предполагаемая марка стали

Ст 6

Основные механические характеристики для различных марок сталей

Марка стали	Предел прочности $\sigma_B, МПа$	Предел текучести $\sigma_T, МПа$	Относительное удлинение $\delta, \%$
Сталь 0	320-470	190	22
Сталь 1	320-400	---	33
Сталь 2	340-420	220	31
Сталь 3	380-400	240	27
	410-430		26
Сталь 4	420-440	260	26
	450-480		20
	490-520		23
Сталь 5	500-530	280	21
	540-570		20
	580-620		19
Сталь 6	600-630	310	15
	640-670		14
	680-720		13
Сталь 7	700-740	---	11
	750-790		10
	800 и более		9

9. Выводы

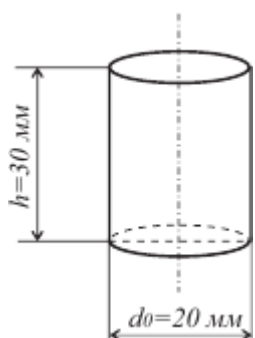
- в ходе испытаний определены прочностные механические характеристики: предел текучести и предел прочности, которые используются для выбора допускаемых напряжений;
- определена мера пластичности материала: относительное остаточное удлинение δ ;
- разрушение стального образца происходит в результате разрыва по месту образования шейки, разрыв вызван нормальными напряжениями, возникающими в поперечных сечениях образца;
- диаграмма в напряжениях, полученная экспериментально, не совпадает с диаграммой истинных напряжений в зоне разрушения образца; наибольшее истинное напряжение возникает в момент разрыва; истинные напряжения всегда больше условных, поскольку площадь поперечного сечения в любой момент времени на протяжении испытания меньше исходной (особенно в зоне разрушения при образовании шейки)

Лабораторная работа №16

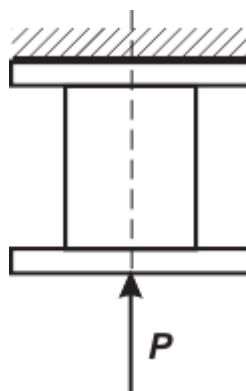
Испытание на сжатие стального и чугунного образцов

1. Цель работы: Получение диаграмм сжатия, определение основных механических характеристик при сжатии, изучение характера разрушения образцов из стали и чугуна.

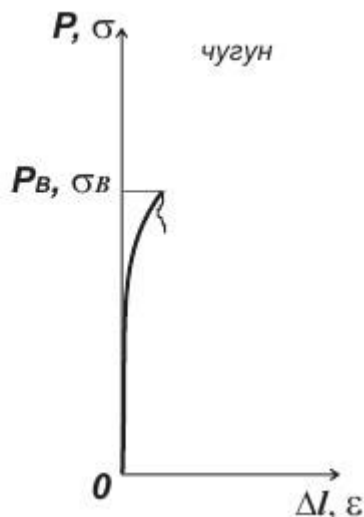
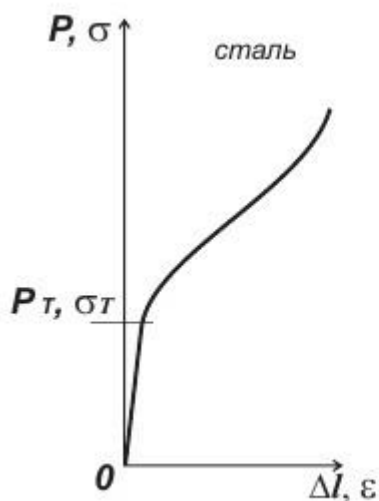
2. Форма и размеры образцов:



3. Схема нагружения образцов:



4. Диаграммы сжатия:



Оси диаграммы: P - нагрузка, Δl - абсолютное удлинение (укорочение),

$\sigma = \frac{P}{F_0}$ - напряжение в поперечном сечении, $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ - относительная продольная деформация.

5. Характер разрушения образцов:



Сталь (пластичный материал) – разрушения не происходит, образец при сжатии принимает бочкообразную форму. Форма бочонка возникает из-за сил трения между опорными плитами пресса и основаниями образца, которые затрудняют поперечные деформации материала на торцах образца.



Чугун (хрупкий материал) – разрушается в результате скола по поверхности, составляющей 45° с продольной осью образца. Скол вызывают наибольшие касательные напряжения, которые действуют в этом наклонном сечении (площадка сдвига).

6. Вычисления:

Площадь поперечного сечения образцов:

$$F_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = 3,14 \text{ см}^2 = 314 \text{ мм}^2$$

Экспериментальные нагрузки:

Нагрузка, соответствующая пределу текучести стали

$$P_T = 110,0 \text{ кН}$$

Нагрузка, соответствующая пределу прочности чугуна

$$P_B = 215,0 \text{ кН}$$

Прочностные механические характеристики:

Предел текучести стали

$$\sigma_T = \frac{P_T}{F_0} = \frac{110000 \text{ Н}}{314 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 350,32 \cdot 10^6 \text{ Па} = 350,32 \text{ МПа}$$

Предел прочности чугуна

$$\sigma_B = \frac{P_B}{F_0} = \frac{215000 \text{ Н}}{314 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 684,71 \cdot 10^6 \text{ Па} = 684,71 \text{ МПа}$$

7. Результаты испытаний

Материал образца	Нагрузки		Механические характеристики		Характер разрушения
	P_T , кН	P_B , кН	σ_T , МПа	σ_B , МПа	
сталь	110	-----	350,32	-----	Разрушение невозможно
чугун	-----	215	-----	684,71	Скол под углом 45°

8. Выводы

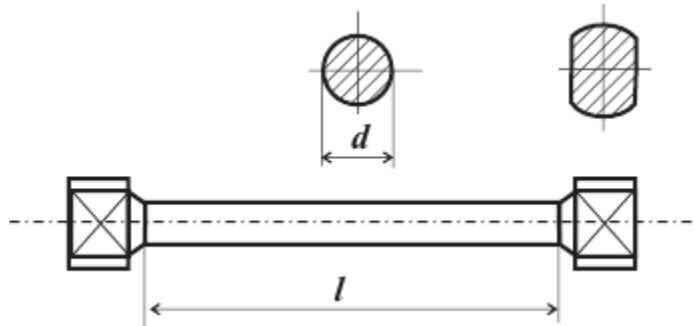
- Стальной образец (пластичный материал) при статическом сжатии деформируется, не разрушаясь, он принимает бочкообразную форму вследствие возникновения значительных сил трения между его торцами и опорными плитами.
- Предел прочности для стального образца определить невозможно. Площадь поперечного сечения в процессе испытания постоянно увеличивается, и как следствие необходима все большая и большая нагрузка для деформации образца, поэтому дальнейшее испытание ограничивается возможностями машины. При неограниченном увеличении сжимающей нагрузки, образец сплющивается, обращаясь в лепёшку. Напряжения, аналогичного пределу прочности при разрыве, наблюдать не приходится.
- Предел текучести стали на сжатие совпадает с пределом текучести стали на растяжение.
- Чугунный образец (хрупкий материал) разрушается в результате скола по наклонной поверхности, расположенной под углом 45° к продольной оси образца, от действия касательных напряжений.
- Предел текучести у чугуна определить не удастся, т.к. он является ярко выраженным хрупким материалом, явление текучести в таких материалах не наблюдается.
- Предел прочности чугуна на сжатие превышает предел прочности чугуна на растяжение в 3-5 раз.

Лабораторная работа №5

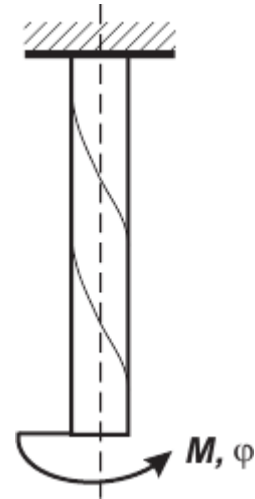
Испытание на кручение стального и чугунного образцов

1. Цель работы: Получение диаграмм кручения, определение основных механических характеристик при кручении, изучение характера разрушения образцов из стали и чугуна.

2. Форма и размеры образцов:



3. Схема нагружения образца:

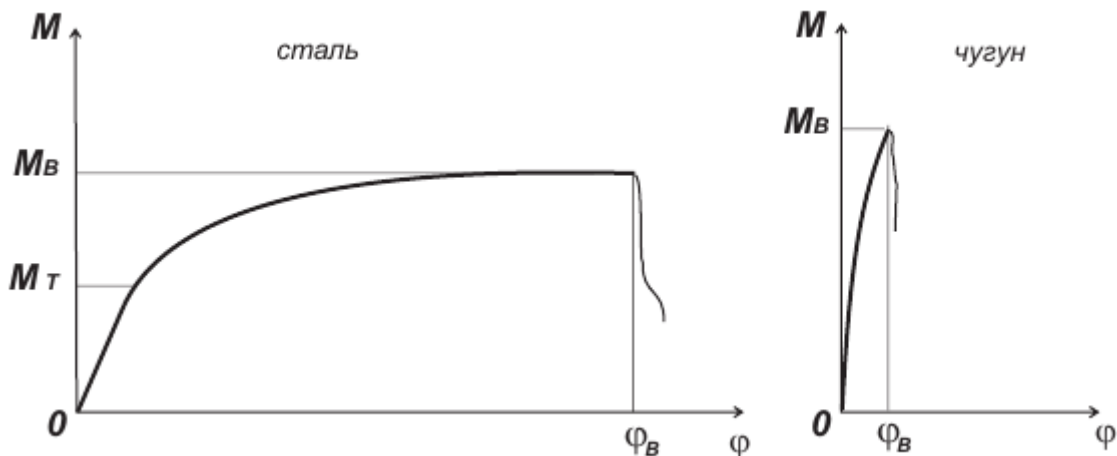


4. Размеры и геометрические характеристики образцов:

Материал образца	Диаметр d , мм	Расчетная длина l , мм	Полярный момент сопротивления сечения W_p , см ³
сталь	10	100	0,20
чугун	12	100	0,3456

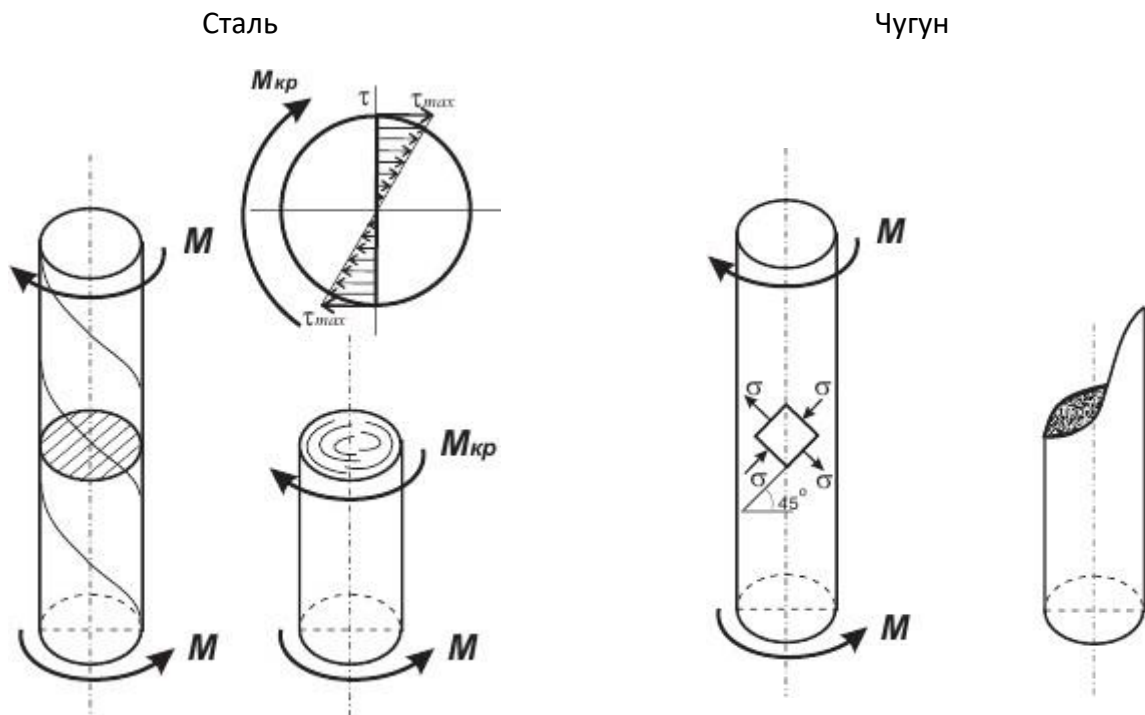
$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2d^3 \text{ - полярный момент сопротивления поперечного сечения образца}$$

5. Диаграммы кручения:



Оси диаграммы: M - момент, φ - угол закручивания

6. Характер разрушения образцов:



Стальной образец при кручении разрушается в результате среза в плоскости поперечного сечения. Срез вызывают касательные напряжения, действующие в поперечном сечении.

Чугунный образец разрушается в результате отрыва по винтовой поверхности, образующая которой составляет угол 45° с продольной осью образца. Орыв вызывают растягивающие нормальные напряжения, которые действуют на площадках расположенных под углом 45° к продольной оси образца (главные площадки).

7. Вычисления:

Экспериментальные данные:

Момент, соответствующий пределу текучести стали

$$M_T = 45 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент, соответствующий пределу прочности стали

$$M_B = 95 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Угол закручивания, соответствующий пределу прочности стали

$$\varphi_B = 1560 \text{ град}$$

Момент, соответствующий пределу прочности чугуна

$$M_B = 135 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Угол закручивания, соответствующий пределу прочности чугуна

$$\varphi_B = 75 \text{ град}$$

Геометрические характеристики поперечных сечений:

Полярный момент сопротивления поперечного сечения стального образца

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} = 0,2 \cdot d^3 = 0,2 \cdot 1^3 = 0,2 \text{ см}^3$$

Полярный момент сопротивления поперечного сечения чугунного образца

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} = 0,2 \cdot d^3 = 0,2 \cdot 1,2^3 = 0,3456 \text{ см}^3$$

Прочностные механические характеристики:

Предел текучести стали

$$\tau_T = \frac{M_T}{W_p} = \frac{45 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3} = 225 \cdot 10^6 \text{ Па} = 225 \text{ МПа}$$

Предел прочности стали

$$\tau_B = \frac{M_B}{W_p} = \frac{95 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3} = 475 \cdot 10^6 \text{ Па} = 475 \text{ МПа}$$

Предел прочности чугуна

$$\tau_B = \frac{M_B}{W_p} = \frac{135 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,3456 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3} = 390,625 \cdot 10^6 \text{ Па} = 390,625 \text{ МПа}$$

Мера пластичности материала при кручении:

Относительный остаточный угол закручивания стали

$$\theta_B = \frac{\varphi_B}{l} = \frac{1560}{10} = 156 \frac{\text{град}}{\text{см}}$$

Относительный остаточный угол закручивания чугуна

$$\theta_B = \frac{\varphi_B}{l} = \frac{75}{10} = 7,5 \frac{\text{град}}{\text{см}}$$

8. Результаты испытаний

Материал образца	Моменты		Прочностные механические характеристики		Мера пластичности	Характер разрушения
	$M_T, \text{Нм}$	$M_B, \text{Нм}$	$\tau_T, \text{МПа}$	$\tau_B, \text{МПа}$	$\theta_B, \text{град} / \text{см}$	
сталь	45	95	225	475	156	Срез в плоскости поперечного сечения
чугун	-----	135	-----	390,625	7,5	Отрыв по винтовой поверхности

9. Выводы

- В ходе испытаний определены прочностные механические характеристики: для стали – предел текучести и предел прочности, для чугуна – предел прочности.
- Стальной образец при кручении разрушается от действия касательных напряжений, возникающих в поперечном сечении. Чугунный образец разрушается под действием нормальных растягивающих напряжений, возникающих на площадках, расположенных под углом 45° к продольной оси образца.
- Для обоих образцов определена характеристика пластичности - относительный угол закручивания. Для хрупкого материала (чугуна) относительный угол закручивания в десятки раз меньше, чем для пластичного (стали).

