

# УЗОР НАПИСАННЯ СПРАВАЗДАЧЫ ПА КУРСЕ “ФІЗІЧНЫ ПРАКТЫКУМ”

## Лабараторная работа №1

### ВЫЗНАЧЭННЕ ШЧЫЛЬНАСЦІ ЦЕЛАЎ ПРОСТАЙ ГЕАМЕТРЫЧНАЙ ФОРМЫ

Мэта: вызначэнне шчыльнасці целаў доследным шляхам.

01.09.2008

Аскірка Валянцін Фёдаравіч, Аляксеенкава Алена Ўладзіміраўна

	$m, \text{г}$	$H_i, \text{мм}$	$\langle H \rangle, \text{мм}$	$D_{1i}, \text{мм}$	$\langle D_1 \rangle, \text{мм}$	$D_{2i}, \text{мм}$	$\langle D_2 \rangle, \text{мм}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
1.	227,2	65,00	64,91	28,50	28,46	17,05	17,11	8617
2.		64,80		28,45		17,10		
3.		65,10		28,35		17,25		
4.		64,80		28,55		17,00		
5.		64,85		28,45		17,15		

$$\rho = \frac{4m}{\pi H (D_1^2 - D_2^2)};$$

дзе  $m$  – маса цыліндра,  $D_1$  і  $D_2$  – знешні і ўнутраны дыяметры цыліндра адпаведна.

$$\rho = \frac{4 \cdot 0,2272}{3,1415 \cdot 0,06491 (0,02846^2 - 0,01711^2)} = 8617 \text{ кг/м}^3 = 8,617 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$$

### Ацэнка хібнасцей прамых вымярэнняў

масы цыліндра:

$$\Delta m_{\text{inc}} = 0,1 \text{ г};$$

$$m = \langle m \rangle \pm \Delta m = (2,772 \pm 0,001) \cdot 10^{-1} \text{ кг};$$

$$\varepsilon_m = \frac{\Delta m}{\langle m \rangle} = 0,04\%$$

акруглення ліку  $\pi$ :

$$\Delta \pi = 0,00005 \text{ г};$$

$$\pi = \langle \pi \rangle \pm \Delta \pi = 3,1415 \pm 0,00005;$$

$$\varepsilon_\pi = \frac{\Delta \pi}{\langle \pi \rangle} = 0,002\%$$

вышыні цыліндра:

$$\Delta H_i = H_i - \langle H \rangle;$$

$$\Delta H_1 = H_1 - \langle H \rangle = +0,09 \text{ мм};$$

$$\Delta H_2 = H_2 - \langle H \rangle = -0,11 \text{ мм};$$

$$\Delta H_3 = H_3 - \langle H \rangle = +0,19 \text{ мм};$$

$$\Delta H_4 = H_4 - \langle H \rangle = -0,11 \text{ мм};$$

$$\Delta H_5 = H_5 - \langle H \rangle = -0,06 \text{ мм};$$

$$\Delta H_{\text{inc}} = 0,05 \text{ мм};$$

$$\Delta H_{\text{был}} = 0,05 \text{ мм};$$

$$\Delta H_{\text{был}} = t_{n,\alpha} \sqrt{\frac{\sum \Delta H_i^2}{n(n-1)}} = 2,8 \sqrt{\frac{0,0801}{5(5-1)}} = 0,18 \text{ мм};$$

$$\Delta H = \sqrt{\Delta H_{\text{inc}}^2 + \Delta H_{\text{был}}^2 + \Delta H_{\text{был}}^2} = \sqrt{0,05^2 + 0,05^2 + 0,18^2} = 0,19 \text{ мм}.$$

## УЗОР НАПИСАННЯ СПРАВАЗДАЧЫ ПА КУРСЕ “ФІЗІЧНЫ ПРАКТЫКУМ”

$$H = \langle H \rangle \pm \Delta H = (6,491 \pm 0,019) \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$\varepsilon_H = \frac{\Delta H}{\langle H \rangle} = 0,29\%$$

**знешняга дыяметру цыліндра:**

$$\Delta D_{1i} = D_{1i} - \langle D_1 \rangle;$$

$$\Delta D_{11} = D_{11} - \langle D_1 \rangle = +0,04 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{12} = D_{12} - \langle D_1 \rangle = -0,01 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{13} = D_{13} - \langle D_1 \rangle = -0,11 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{14} = D_{14} - \langle D_1 \rangle = +0,09 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{15} = D_{15} - \langle D_1 \rangle = -0,01 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{1inc} = 0,05 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{1выл} = 0,05 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{1вып} = t_{n,\alpha} \sqrt{\frac{\sum \Delta D_{1i}^2}{n(n-1)}} = 2,8 \sqrt{\frac{0,022}{5(5-1)}} = 0,09 \text{ мм};$$

$$\Delta D_1 = \sqrt{\Delta D_{1inc}^2 + \Delta D_{1выл}^2 + \Delta D_{1вып}^2} = \sqrt{0,05^2 + 0,05^2 + 0,09^2} = 0,11 \text{ мм}.$$

$$D_1 = \langle D_1 \rangle \pm \Delta D_1 = (2,846 \pm 0,011) \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$\varepsilon_{D_1} = \frac{\Delta D_1}{\langle D_1 \rangle} = 0,4\%.$$

**унутранага дыяметру цыліндра:**

$$\Delta D_{2i} = D_{2i} - \langle D_2 \rangle;$$

$$\Delta D_{21} = D_{21} - \langle D_2 \rangle = -0,06 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{22} = D_{22} - \langle D_2 \rangle = -0,01 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{23} = D_{23} - \langle D_2 \rangle = +0,14 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{24} = D_{24} - \langle D_2 \rangle = -0,11 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{25} = D_{25} - \langle D_2 \rangle = -0,04 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{2inc} = 0,05 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{2выл} = 0,05 \text{ мм};$$

$$\Delta D_{2вып} = t_{n,\alpha} \sqrt{\frac{\sum \Delta D_{2i}^2}{n(n-1)}} = 2,8 \sqrt{\frac{0,037}{5(5-1)}} = 0,12 \text{ мм};$$

$$\Delta D_2 = \sqrt{\Delta D_{2inc}^2 + \Delta D_{2выл}^2 + \Delta D_{2вып}^2} = \sqrt{0,05^2 + 0,05^2 + 0,12^2} = 0,13 \text{ мм}.$$

$$D_2 = \langle D_2 \rangle \pm \Delta D_2 = (1,711 \pm 0,013) \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$\varepsilon_{D_2} = \frac{\Delta D_2}{\langle D_2 \rangle} = 0,8\%.$$

**Ацэнка хібнасцей ускосных вымярэнняў**

$$\rho = \frac{4m}{\pi H (D_1^2 - D_2^2)}; \text{ пасля лагарыфмавання}$$

$$\ln \rho = \ln 4 + \ln m - \ln \pi - \ln H - \ln (D_1^2 - D_2^2).$$

**Частковыя вытворныя:**

$$\frac{\partial \ln \rho}{\partial m} = \frac{1}{m}; \quad \frac{\partial \ln \rho}{\partial \pi} = -\frac{1}{\pi}; \quad \frac{\partial \ln \rho}{\partial H} = -\frac{1}{H}; \quad \frac{\partial \ln \rho}{\partial D_1} = -\frac{2D_1}{D_1^2 - D_2^2}; \quad \frac{\partial \ln \rho}{\partial D_2} = \frac{2D_2}{D_1^2 - D_2^2}.$$

## УЗОР НАПІСАННЯ СПРАВАЗДАЧЫ ПА КУРСЕ “ФІЗІЧНЫ ПРАКТЫКУМ”

Адносная хібнасць ускоснага вымярэння шчыльнасці  $\rho$ :

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\rho} &= \frac{\Delta\rho}{\langle\rho\rangle} = \sqrt{\sum\left(\frac{\partial\ln\rho}{\partial x_i}\Delta x_i\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{m}\Delta m\right)^2 + \left(-\frac{1}{\pi}\Delta\pi\right)^2 + \left(-\frac{1}{H}\Delta H\right)^2 + \left(-\frac{2D_1}{D_1^2 - D_2^2}\Delta D_1\right)^2 + \left(\frac{2D_2}{D_1^2 - D_2^2}\Delta D_2\right)^2} = \\&= \sqrt{\varepsilon_m^2 + \varepsilon_{\pi}^2 + \varepsilon_H^2 + \left(-\frac{2D_1}{D_1^2 - D_2^2}\Delta D_1\right)^2 + \left(\frac{2D_2}{D_1^2 - D_2^2}\Delta D_2\right)^2} = \\&= \sqrt{0,04^2 + 0,002^2 + 0,29^2 + \left(-\frac{2 \cdot 28,46}{28,46^2 - 17,11^2} \cdot 0,11\right)^2 + \left(\frac{2 \cdot 17,11}{28,46^2 - 17,11^2} \cdot 0,13\right)^2} = \\&= \sqrt{0,04^2 + 0,002^2 + 0,29^2 + 0,012^2 + 0,009^2} \approx \sqrt{0,29^2} = 0,29\%,\end{aligned}$$

дзе ўлічана, што чатыры складаемыя адрозніваюцца ад найбольшага болей, чым у 10 разоў.

$$\varepsilon_{\rho} = \frac{\Delta\rho}{\langle\rho\rangle} = 0,29\%, \text{ адкуль}$$

$$\Delta\rho = \langle\rho\rangle\varepsilon_{\rho} = 8,617 \cdot 10^3 \cdot 2,9 \cdot 10^{-3} = 25 \text{ кг/м}^3.$$

Канчаткова

$$\rho = \langle\rho\rangle \pm \Delta\rho = (8,617 \pm 0,025) \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$$

### Вывад:

Па-першае, навучыўся карыстацца штангенцыркулем. Мяркую, што гэта можа мне спатрэбіцца ў будучыні. Па-другое, разлікі хібнасцей паказваюць, што найбольшы ўнёсак у агульную хібнасць вымярэння шчыльнасці мае хібнасць прамога вымярэння вышыні цыліндра. Гэта можа быць звязана з “ненатрэніраванасцю” навыкаў карыстання штангенцыркулем.

### Заўвагі:

Прапаную зрабіць больш разнастайным выкананне лабараторнай работы, уключыўшы вызначэнні шчыльнасці целаў іншых форм (або з аднолькавага, або з розных рэчываў). Стыпендыю атрымалі напярэдадні выканання лабы, я не вельмі добра сябе адчуваў у лабараторыі.