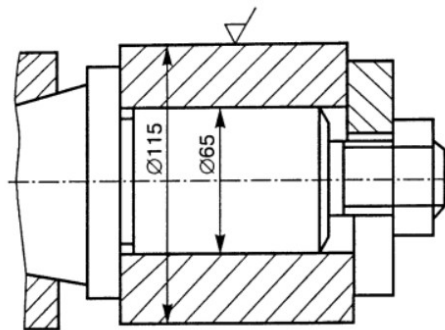


**ЄДИНИЙ КОНКУРСНИЙ БІЛЕТ**  
**Всеукраїнська олімпіада «Технологія машинобудування»**  
(м. Хмельницький, ХНУ, 29.05.2026 р.)  
**Завдання оцінюється у десять балів**

**Завдання 7**

Оброблення зовнішньої циліндричної поверхні втулок  $\varnothing 115$  мм здійснюють при установці їх із зазором на жорсткій шпindelній оправці. Діаметр базового отвору втулок –  $\varnothing 65^{+0,035}$  мм. Циліндрична робоча поверхня оправки, виконана в розмір  $\varnothing 65_{-0,06}$  мм, має радіальне биття відносно її конічної поверхні 0,020 мм, а биття шпинделя верстата становить 0,010 мм. Точність методу оброблення  $\omega = 0,05$  мм. Визначити очікувану точність виконання зовнішньої циліндричної поверхні втулки та її можливу несоосність відносно базового отвору.



Розв'язок

Допуск на розмір при оброблення зовнішньої циліндричної поверхні втулок діаметром  $\varnothing 115$  мм визначимо за формулою

$$T = \varepsilon_{\text{в}} + \omega,$$

де  $\varepsilon_{\text{в}}$  – похибка встановлення втулки на шпindelній оправці;

$\omega$  – середня економічна точність оброблення на металорізальних верстатах, за умовою прикладу приймаємо  $\omega = 0,05$  мм.

Похибка встановлення оброблюваної втулки визначається

$$\varepsilon_{\text{в}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2},$$

де  $\varepsilon_{\text{б}}$  – похибка базування втулки на шпindelльному оправленні;

$\varepsilon_{\text{з}}$  – похибка закріплення, обумовлена колюванням твердості базового торця втулки й сили закріплення, тобто моменту затягування гайки кріплення втулки на оправці;

$\varepsilon_{\text{п}}$  – похибка положення заготовки, обумовлена радіальним биттям циліндричної шийки оправки, на яку встановлюють оброблювані втулки, відносно її конічного хвостовика, вставленого в шпindel верстата, а також радіальним биттям шпинделя.

Оскільки оброблювані втулки встановлюють на циліндричну робочу поверхню оправки діаметром 65 мм із верхнім і нижнім відхиленнями  $(-0,03)$  і

(−0,06) мм із зазором (базовий отвір втулок має діаметр  $65^{+0,035}$  мм), то похибка базування втулок буде дорівнювати максимальному зазору в з'єднанні "центрального отвіру втулки – робоча циліндрична шийка оправки". Числове значення максимального зазору

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 65,035 \text{ мм} - 64,94 \text{ мм} = 0,095 \text{ мм}$$

де  $D_{\max}$  – найбільший граничний діаметр отвору втулки;

$$D_{\max} = D_{\text{ном}} + ES = 65 + 0,035 = 65,035 \text{ мм};$$

$d_{\min}$  – найменший граничний розмір робочої шийки оправки;

$$d_{\min} = d_{\text{ном}} + EI = 65 - 0,06 = 64,94 \text{ мм};$$

$ES$ ,  $EI$  – верхнє й нижнє відхилення на діаметр втулки й робочої шийки оправки відповідно.

Отже, похибка базування дорівнює  $\varepsilon_6 = S_{\max} = 0,095$  мм.

Похибка закріплення  $\varepsilon_3 = 0$ , тому що сила закріплення втулки на оправці за допомогою гайки спрямована по осі оправлення, тобто перпендикулярно оброблюваному діаметру 115 мм втулки. У цих умовах зміна числового значення сили закріплення викликає похибку закріплення в осьовому, а не в радіальному напрямку.

Похибка положення втулки на оправці залежить від радіального биття  $\varepsilon_0$  конічного хвостовика й робочої шийки оправки, а також від радіального биття осі шпинделя  $\varepsilon_{\text{ш}}$ , у який установлюється конус оправки.

Тому що величини  $\varepsilon_0$  і  $\varepsilon_{\text{ш}}$  незалежні один від одного і їх відносне кутове положення є випадковою величиною, то

$$\varepsilon_{\text{п}} = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_{\text{ш}}^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,01^2} = 0,0224 \text{ мм.}$$

Похибка установки визначиться

$$\varepsilon_y = \sqrt{S_{\max}^2 + 0 + \varepsilon_{\text{п}}^2} = \sqrt{0,095^2 + 0,0224^2} = 0,0976 \text{ мм.}$$

Тоді допуск оброблюваного діаметра 115 мм визначається

$$T = \varepsilon_y + \omega = 0,0976 + 0,05 = 0,147 \text{ мм.}$$