

# Лекція № 35

## Тема 14. Пресові з'єднання

### 14.1 Загальна характеристика

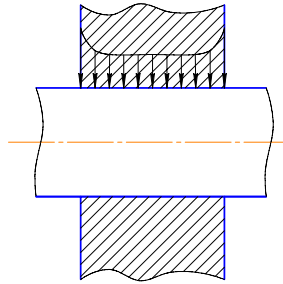
З'єднання деталей за допомогою посадки із гарантованим натягом називають пресовими. Ці з'єднання займають проміжне положення між не рознімними і рознімними з'єднаннями: при невеликих натягах – рознімні, при великих – нерознімні, оскільки при розбиранні можливі пошкодження деталей.

#### Переваги пресових з'єднань:

1. Простота, технологічність і дешевизна з'єднання.
2. Висока точність центрування деталей.
3. Рівномірний розподіл навантаження на всю посадочну поверхню.

#### Недоліки пресових з'єднань:

1. Залежність несучої здатності від ряду факторів, які важко піддаються врахуванню: невизначеність коефіцієнта тертя і дійсного натягу, вплив температури та ін.
2. Наявність високих напружень в деталях після пресування..
3. Виникнення концентрації напружень біля країв отворів, що зменшує опір втомному руйнуванню деталей.



На практиці часто застосовують комбінацію пресового і шпонкового з'єднання. Оскільки існують труднощі у визначенні частки навантаження, яку передає кожна із з'єднань, одне із з'єднань приймають за основне, яке передає все навантаження, а інше служить для підвищення надійності з'єднання.

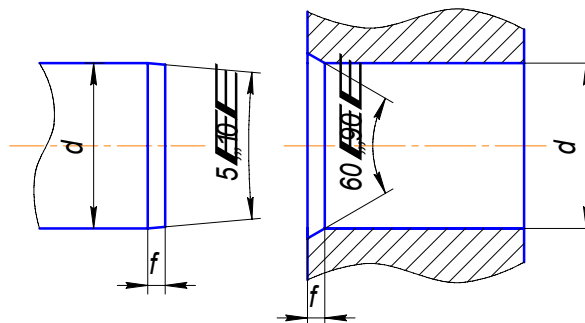
Для пресових з'єднань рекомендують посадки:  $\frac{H7}{n6}$ ;  $\frac{H7}{p6}$ ;  $\frac{H7}{r6}$ ;  $\frac{H7}{s6}$ .

#### Технологія складання пресових з'єднань

Складання пресових з'єднань здійснюють двома способами:

- а) запресуванням на гідравлічних або ручних гвинтових або важільних пресах;
- б) нагріванням охоплюючої або охолодженням охоплюваної деталі.

Швидкість запресування не повинна перевищувати 5 м/с. Поверхні рекомендується змащувати свіриповим або льняним мастилом. Щоб полегшити центрування деталей, вони повинні мати фаски  $f \geq 0,1d$



Максимальна сила для запресування або випресування деталей наближено визначається формулою

$$F = 2 \cdot 10^4 \delta_{\max} l(H)$$

де  $\delta_{\max}$  – максимальний натяг, мм;  $l$  – довжина пресування, мм.

Для складання з'єднання за допомогою нагрівання або охолодження потрібно забезпечити різницю температур деталей

$$\Delta t = \frac{\delta_{\max} + \Delta}{\alpha \cdot d},$$

де  $\delta_{\max}$  – максимальний натяг у з'єднанні, мм;

$\Delta = (0,1 \dots 0,08) \text{ мм}$  – зазор для зручності складання;

$\alpha$  – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу деталей під час нагрівання;

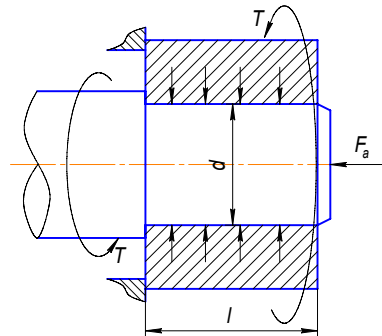
$d$  – діаметр поверхонь з'єднання.

Нагрівання охоплюючої деталі – в маслі або в спеціальній печі. Охолодження охоплюваної деталі - в сухій вуглекислоті ( $-79^{\circ}\text{C}$ ), в рідкому повітрі ( $-190^{\circ}\text{C}$ ).

При складанні запресуванням згладжуються нерівності поверхонь і відповідно зменшується натяг у з'єднанні. При з'єднанні нагріванням або охолодженням цього не спостерігається. Тому несуча здатність останніх в 1,5 рази більша, чим складених запресуванням.

## 14.2. Розрахунок пресових з'єднань

### 14.2.1. Визначення необхідного контактного тиску.



а) Навантаження осьовою силою  $F_a$ .

Умова міцності з'єднання  $F_s = \pi d l p f \geq F_a$

$$p \geq \frac{F_a}{\pi d l f}. \quad (1)$$

б) Навантаження обертальним моментом  $T$ .

$$T_s = \pi d l p f \frac{d}{2} \geq T;$$

$$p \geq \frac{2T}{\pi d^2 l f}. \quad (2)$$

в) Одночасне навантаження осьовою силою  $F_a$  і обертальним моментом  $T$

$$F_s = \pi d l p f \geq \sqrt{F_a^2 + F_t^2}, \quad F_t = \frac{2T}{d};$$

$$p \geq \frac{\sqrt{F_a^2 + F_t^2}}{\pi d l f}. \quad (3)$$

Коефіцієнт тертя  $f$  залежить від багатьох факторів: способу складання з'єднання, виду мастила, що застосовується при запресуванні, шорсткості поверхні та ін.

В наближених розрахунках беруть:

$f = 0,08 \dots 0,10$  – при складанні запресуванням;

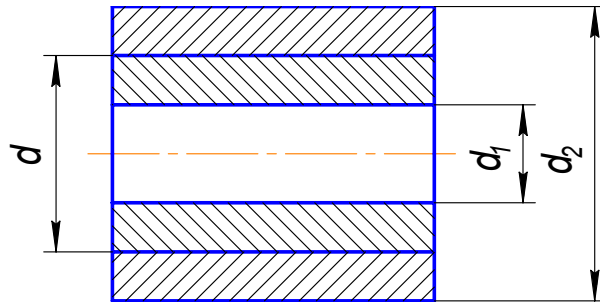
$f = 0,12 \dots 0,15$  – при складанні нагріванням або охолодженням..

#### 14.2.2. Визначення необхідного натягу і підбір посадки

Розрахунковий натяг

$$\delta_p = pd \left( \frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2} \right); \quad (4)$$

$E_1, E_2$  – модулі пружності деталей;



$c_1, c_2$  – коефіцієнти Ляме

$$c_1 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} - \mu_1; \quad c_2 = \frac{d_2^2 + d^2}{d_2^2 - d^2} - \mu_2,$$

де  $\mu_1, \mu_2$  – коефіцієнти Пуассона.

Дійсний натяг  $\delta_o \geq \delta_p$

При з'єднанні запресуванням

$$\delta_o = \delta_p + 1,2(R_{z1} + R_{z2}), \quad (5)$$

де  $R_{z1}, R_{z2}$  – висоти нерівностей поверхонь деталей.

$R_{z1}$  і  $R_{z2} \approx 2 - 8 \text{ мкм}$

При складанні нагріванням або охолодженням

$$\delta_o = \delta_p.$$

За  $\delta_o$  підбираємо посадку, для якої мінімальний натяг  $N_{\min} \geq \delta_o$ .

#### 14.2.3. Розрахунок на міцність деталей пресового з'єднання

Розрахунок на міцність проводиться з врахуванням можливого максимального натягу посадки  $N_{\max}$

Розрахунковий максимальний натяг

$\delta_p = N_{\max} - 1,2(R_{z1} + R_{z2})$  – при складанні запресуванням;

$\delta_p = N_{\max}$  – при складанні нагріванням або охолодженням.

З формули (4)

$$p_{\max} = \frac{\delta_{p \max}}{d \left( \frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2} \right)}$$

Умова міцності за 3-ю теорією (задача Лапласа):

Для охопленої деталі, навантаженої зовнішнім тиском,

$$\sigma_{E1} = \frac{2p_{\max}}{1 - K_1^2} \leq [\sigma]_1, \text{ де } K_1 = \frac{d_1}{d}.$$

Для охоплюючої деталі, навантаженої внутрішнім тиском,

$$\sigma_{E2} = \frac{2p_{\max}}{1-K_2^2} \leq [\sigma]_2, \text{ де } K_2 = \frac{d}{d_2}.$$

Небезпечні точки на внутрішній поверхні деталей.

Якщо охоплювана деталь суцільна, тобто  $d_1 = 0$ , то в довільній її точці виникає двовісний стиск  $\sigma_1 = 0$ ,  $\sigma_2 = \sigma_3 = -p_{\max}$ .

Умова міцності  $\sigma_{E1} = p_{\max} \leq [\sigma]_1$ .

$[\sigma]_1$ ,  $[\sigma]_2$  – беруть близькими до  $\sigma_T$ .