

$$\delta_r = d_r - \frac{K_r \cdot D_3}{100},$$

де K_r - розкочування гільзи по діаметру в ділянці за облямовуванням в результаті округляючого гільзи залежно від настройки стану;

$$\delta_r = 104 - \frac{5 \cdot 120}{100} = 98$$

Загальний коефіцієнт витяжки по установці:

$$\mu_{\Sigma} = \frac{F_3}{F_T} = \frac{D_3^2}{4(D_{Kr} - S_T)S_T},$$

де F_3 - і F_T площі перетинів заготовки труби,

$$\mu_{\Sigma} = \frac{120^2}{4(103 - 4)4} = 9.05.$$

Для труб завдовжки 12 м потрібна заготовка завдовжки (з урахуванням обрєзи 0,4 м)

$$\frac{12400}{9.05} = 1370 \text{ мм.}$$

Результати розрахунку вносяться в таблицю прокатки (таблиця 3.1)

Приклад 2. Розрахунок таблиці прокатки труб на установці з пілігримовим станом

Розрахунок таблиці проводиться проти ходу технологічного процесу.

Розмір труби в холодному стані: 196 × 9,0 мм.

Рішення

1. Зовнішній діаметр готової труби в гарячому стані:

$$D_{гор} = D_T (1 + \alpha),$$

де α - коефіцієнт лінійного розширення;

t - температура труби після калібрувального стану.

Таблиця прокатки труб на установці з автоматичним станом

| Розміри готових труб, мм | | Прошивний стан | | Автоматичний стан | | | | | | Обкату стан | | | Калібр увальний стан | | Сумарний коефіцієнт витяжки | |
|--------------------------|----------------|-----------------------|----------------|---------------------------|-------------------|----------------|---------------------------|-------------------|----------------|---------------------------|-------------------|----------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| | | | | Розміри гільзи, мм | | І прохід | | II прохід | | Розміри труби, мм | | | Розмір труби, мм | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Розміри труби, мм |
| Діаметр | Товщина стінки | Діаметр заготовки, мм | Товщина стінки | Діаметр облямовування, мм | Діаметр труби, мм | Товщина стінки | Діаметр облямовування, мм | Діаметр труби, мм | Товщина стінки | Діаметр облямовування, мм | Діаметр труби, мм | Товщина стінки | Діаметр облямовування, мм | Діаметр труби, мм | Товщина стінки | |
| 100 | 4,0 | 102 | 11,2 | 98 | 112 | 5,0 | 102 | 112 | 4,0 | 104 | 118 | 4,0 | 107 | 103 | 4,0 | 9,05 |

Для вуглецевих сталей

$$\alpha = (13.5/17.5) \cdot 10^{-6}.$$

Температура кінця катки в калібрувальному стані - 900-1000С.

Тоді $1 + \alpha t = 1,010/1,015$.

$$D_{гор} = 1,01 \cdot D_T = 1,01 \cdot 196 = 198 \text{ мм.}$$

2. Розміри труби в калібрувальному стані:

$$D_{KII} = D_{гор} = 198 \text{ мм};$$

$$S_K = S_{гор} = S_T (1 + \alpha t) = 9,1 \text{ мм};$$

$$d_K = d_{гор} = D_{гор} - 2S_{гор} = 179,8 \text{ мм}.$$

Розмір труби після пілігримового стану визначаємо виходячи з обжимання в калібрувальному стані ΔD_K :

$$D_{II} = D_K + \Delta D_K.$$

Обжимання по діаметру в калібрувальному стані визначається наступною емпіричною залежністю:

$$\Delta D_k = \frac{1000}{D_r} - 1,0, \text{мм};$$

$$\Delta D_k = \frac{1000}{196} - 1,0 = 4,1 \text{мм}.$$

Діаметр труби після пілігримового стану

$$D_n = 198 + 4,1 = 202,1 \text{мм}$$

Товщина стінки труби в калібрувальному стані трохи відмінється, що дозволяє прийняти:

$$S_n = S_k = 9,1 \text{мм}.$$

Внутрішній діаметр труби після пілігримового стану:

$$d_n = d_k = D_n - 2S_n;$$

$$d_n = 202,1 - 2 \cdot 9,1 = 183,9 \text{мм}.$$

4. Визначення розмірів гільзи.

Внутрішній діаметр гільзи визначають з урахуванням забезпечення необхідного зазора між гільзою і дорном для вільного введення дорна в гільзу.

Цей зазор звичайно складає 10+25 мм (великі величини відносяться до великих діаметрів)

$$d_r = d_n + (10/25) \text{мм};$$

$$d_r = 183,9 + 10 = 193,9 \approx 194 \text{мм}.$$

Зовнішній діаметр гільзи визначається, задаючись коефіцієнтом витяжки в пілігримовому стані μ_n , який знаходиться в межах $\mu_n = 8-15$,

$$D_r = \sqrt{d_r^2 + \mu_n(D_n^2 - d_n^2)}.$$

Приймаємо $\mu_n = 13$, тоді:

$$D_r = \sqrt{194^2 + 13(202,1^2 - 183,9^2)} = 368 \text{мм}.$$

Товщина стінки гільзи:

$$S_r = \frac{368 - 194}{2} = 87 \text{мм}.$$

Для визначення довжини гільзи, що виходить, розрахуємо її вагу:

$$G_r = L_r \cdot q_r + q_{обр},$$

де L_r - довжина труби, м,

q_r - вага погонного метра труби, кг/м,

$q_{обр}$ - вага обрєзи труби на пілігримовому стані, кг.

Вага погонного метра труби:

$$q_r = 0,0245(D - S)S;$$

$$q_r = 0,0245(196 - 9) \cdot 9 = 41,3 \text{кг}.$$

Вага обрєзи на пілігримовому стані визначається по формулі, одержаній статистичним шляхом Ю.М.Матвєєвим і Я.Л.Ваткиним:

$$q_{обр} = (0,4 + \frac{5}{S_r})q_r + 0,39, \text{г},$$

де q_r - вага погонного метра гільзи, кг/м;

$$q_r = 0,0245(368 - 87) \cdot 87 = 505 \text{кг};$$

$$q_{обр} = (0,4 + \frac{5}{9})41,3 + 0,39 \cdot 505 = 190 \text{кг}.$$

Вага гільзи:

$$G_r = 36 \cdot 41,3 + 190 = 1680 \text{кг}.$$

Довжина гільзи

$$L_r = \frac{G_r}{q_r} = \frac{1680}{505} = 3,3 \text{м}.$$

5. Визначення розмірів злитка.

Діаметр злитка вибирають, виходячи з оптимального обжимання в пережимі

$$D_c = D_r + \Delta d_c,$$

де D_c - діаметр злитка в пережимі.

Діаметр злитка в пережимі є D_c пов'язаний з діаметром гільзи наступною залежністю:

$$D_c = \frac{D}{K_{рас} \cdot K_{ос}},$$

де $K_{рас}$ - коефіцієнт розширення гільзи безпосередньо за пережимом, $K_{рас} = 1,03/1,07$;

$K_{ос}$ - коефіцієнт осадження гільзи, $K_{ос} = 0,95/0,98$.

На підставі вищевикладеного, одержуємо:

$$D_c = (0,98/1,05)D_r + \Delta d_c$$

Оптимальне обжимання злитка в пережимі складає 5-6%, тоді

$$\Delta d_c = 0,05D_c;$$

$$D_r = D_c - 0,05D_c = 0,95D_c;$$

$$D_c = \frac{D_r}{0,95} = \frac{368}{0,95} = 385 \text{ мм.}$$

Висота злитка знаходиться по формулі:

$$L_c = \frac{(1,03/1,05)G_r}{0,25\pi D_c^2 \cdot \gamma_c},$$

де γ_c - питома вага металу злитка (звичайно приймають $\gamma_c = 6,5 - 7,3$).

$$L = \frac{1,05 \cdot 1680}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,385^2 \cdot 7,3} = 2,08 \text{ м.}$$

Результати вносяться в таблицю прокатки (таблицю 3.2)

Приклад 3. Зразковий розрахунок калібрування валків для швеллерного профілю 80Ч100Ч3 мм

Вибір режиму профілізації. При виборі режиму профілізації швеллерного профілю 80Ч100Ч3 мм необхідно передбачити малі кути подгибки в перших проходах, збільшення кутів подгибки в середніх пропусках і зменшення їх в останніх.

Таблиця прокатки труб на установці з пілірмовим станом

| Розміри труби, мм | | Розмір злитка, мм | | Прошивний стан | | | | | Пілірмовий стан | | | | | | |
|-------------------|----------------|-------------------|---------|--------------------|----------------|--------------------|---------|-------------------|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------|--------------------|-----|
| Зовнішній діаметр | Товщина стінки | Діаметр | Довжина | Розміри гільзи, мм | | | | | Вага гільзи, кг | Коефіцієнт витяжки | Розміри труби, мм | | | | |
| | | | | Зовнішній діаметр | Товщина стінки | Внутрішній діаметр | Довжина | Зовнішній діаметр | | | Товщина стінки | Внутрішній діаметр | Довжина | Коефіцієнт витяжки | |
| 196 | 9,0 | 385 | 2080 | 368 | 8,0 | 7,0 | 6,0 | 4,0 | 1680 | 1,6 | 202,1 | 9,1 | 8,6 | 8,0 | 7,3 |

| Калібрувальний стан | | | Розміри труби в гарячому стані, мм | | |
|---------------------|----------------|--------------------|------------------------------------|----------------|--------------------|
| Розміри труби, мм | | | Зовнішній діаметр | Товщина стінки | Внутрішній діаметр |
| Зовнішній діаметр | Товщина стінки | Внутрішній діаметр | | | |
| 198 | 9,1 | 179,8 | 198 | 9,1 | 179,8 |

Режим профілізації по проходах приведений в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Кути подгибки і радіуси закруглює по проходах при профілізації швеллерного профілю 80Ч100Ч3 мм

| Характеристика режиму | Номер кліті | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Вертикальні ролики | 10 |
| Сумарний кут подгибки, град | 0 | 8 | 18 | 30 | 44 | 58 | 70 | 80 | 88 | 92 | 90 |
| Кут подгибки, град | 0 | 8 | 10 | 12 | 14 | 14 | 12 | 10 | 8 | 4 | -2 |
| Радіус, мм | - | 9,0 | 7,5 | 6,0 | 5,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | - | 3,0 |

Визначення ширини початкової заготовки виробляємо аналітичним методом. Відповідно до конфігурації перетину профілю (Рис. 3.1) маємо: