

Лабораторне заняття

Волочіння

Мета роботи: вивчити основи волочіння та визначити основні параметри процесу волочіння суцільного круглого профілю.

Теоретичні відомості

Сутність процесу волочіння. *Волочіння* полягає в протягуванні (частіше в холодному стані) прокатаних або пресованих заготовель крізь отвір у матриці (волоці), переріз якого менший за переріз заготовки (рис. 2.11). При протягуванні прутка крізь отвір з зусиллям P виникають сили реакції N , які обтискують заготовлю.

$$\text{Обтискання } E = \frac{F_0 - F_1}{F_0},$$

де F_0 і F_1 – площини поперечного перерізу відповідно до і після волочіння, що допускається за один прохід, залежить від властивостей металу і становить для сталей 10–19 %, для кольорових металів – до 36 %.

Щоб запобігти обривам, напруження при волочінні не повинно перевищувати 0,6 границі міцності матеріалу заготовки. Для отримання профілів потрібних розмірів волочіння виконують за кілька проходів крізь ряд отворів, що поступово зменшуються. В результаті холодного пластичного деформування метал зміцнюється. Для усунення наклепу і підвищення пластичності метал піддають проміжному рекристалізаційному відпалюванню.

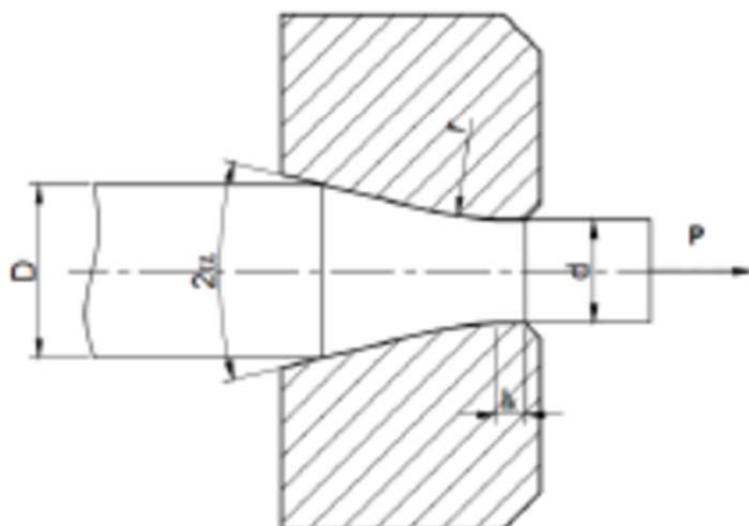


Рисунок 2.11 – Схема волочіння

Із різних сортів сталі та кольорових металів волочінням виготовляють дріт діаметром 0,002–10 мм, різноманітні профілі калібровані прутки діаметром 3–

150 мм, холоднотягнені труби діаметром до 500 мм із стінками завтовшки 0,1–10 мм з високою точністю і високоякісною зовнішньою поверхнею. Завдяки наклепу волочинням можна підвищити міцність і твердість металу.

Інструмент і обладнанням для волочіння. Інструментом для волочіння є волочильна матриця (волока). Волоки можуть бути суцільними, складними та роликковими. Суцільна волока має отвір, який складається з чотирьох зон: мастильної воронки, робочого конуса, калібрувального пояса і вихідного конуса (або заокруглення).



Рисунок 2.12 – Волочильна матриця

Кут робочого конуса залежить від оброблюваного матеріалу і становить 6–12°. Ширина калібрувального пояса 2–10 мм. Робочу частину матриці виготовляють з інструментальних сталей, твердих сплавів, мінералокераміки й технічних алмазів.

Волочіння виконують на волочильних станах, в яких заготівлі за допомогою тягового пристрою протягуються крізь отвір матриці. Розрізняють волочильні стани з прямолінійним рухом заготівлі (найчастіше ланцюгові) і стани безперервної дії (барабанні).

Ланцюгові стани призначені для волочіння прутків і труб. Кінець заготівлі пропускається крізь отвір у матриці та що захоплюється кліщами, закріпленими на волочильному візку, що переміщується на стані за допомогою шарнірно-пластинчастого ланцюга і гака. При виході виробу з матриці натяг між гаком і ланцюгом зменшується і противага піднімає гак і відчіплює його від ланцюга.

Барабанні стани з безперервною подачею заготівлі призначені в основному для волочіння дроту. Вони поділяються на стани одно- і багатозовного волочіння, в яких заготівлі послідовно проходить крізь кілька (до 20) волочильних матриць. Дріт після проходження крізь отвори кожної матриці намотується в 2–3 витки на проміжні тягові барабани, а потім на приймальний барабан. Швидкість обертання кожного наступного барабана зростає

пропорційно видовженню дроту. Швидкість волочіння досягає 10 м/с, а для тонкого дроту – 40 м/с.

Волочіння прутків, дроту і труб. Основу технологічного процесу становить маршрут волочіння, який показує послідовну зміну розмірів заготівлі по проходах. Ступінь обтискування для кожного проходу беруть однаковою і по ній визначають їх кількість і діаметри калібрувальних поясків отворів волок. Наприклад, для виготовлення сталевого дроту діаметром 0,5 мм з прутка діаметром 5 мм треба виконати 20 проходів і не менше трьох проміжних рекристалізаційних процесів відпалювання. Для видалення окалини, що утворюється при відпалюванні, дріт травлять у розчині сірчаної кислоти, промивають у гарячій воді та підсушують гарячим повітрям.

Волочіння труб здійснюють двома способами: для зменшення тільки діаметра – без оправки (див. рис. 2.11); для одночасного зменшення діаметра і товщини стінки труби, а також для виготовлення фасонних труб з циліндричних – із застосуванням оправки (див. рис. 2.12).

Для зменшення зусилля волочіння, зношування інструмента і поліпшення поверхні виробів застосовують мастила: тверді, пластичні та рідкі. Деякі вироби підвищеної точності та якості поверхні піддають калібруванню при невеликому обтискуванні.

✎ Порядок виконання роботи

Волочінням (протягуванням) називають тип обробки металів тиском, при якому початкова заготівля під дією сили волочіння P (рис. 2.11) протягується крізь волочильний канал конічної форми, приймаючи розмір його вихідного отвору. При цьому діаметр заготівлі зменшується від початкового D до кінцевого d . Одночасно змінюються механічні та фізичні властивості деформованого металу: міцність і твердість збільшуються, а його пластичність – знижується.

Волочіння широко застосовується для одержання холоднотягнутих виробів у вигляді прутків, профілів, труб та дроту круглого і фасонного перерізів.

Напруження розтягування, яке зазнає профіль на виході з волоки, зветься напруженням волочіння $\sigma_{\text{вол}}$. Для запобігання виникнення пластичної деформації протягнутого профілю або навіть обриву після волоки, напруження волочіння не повинно досягати границі текучості протягнутого виробу $\sigma_{\text{тк}}$, тобто $\sigma_{\text{вол}} < \sigma_{\text{тк}}$. Звичайне волочіння ведуть з визначеним запасом міцності. При волочінні круглих профілів значення коефіцієнта запасу міцності металу, який протягується, складає 1,35–2,0.

Інтенсивність пластичної деформації під час волочіння характеризується коефіцієнтом витяжки μ за перехід, значення якого при волочінні обмежене міцністю протягнутого виробу і практично змінюється у межах 1,2–1,6.

Під час волочіння суцільного круглого профілю частіше використовуються волоки з конічною формою волочильного каналу, який

включає роботу зону (з кутом волочіння α'), калібруючу зону довжиною l_k і перехідну зону, плавно з'єднуючу радіусом закруглення r перші дві зони.

Сила волочіння значною мірою визначається параметрами α' і r . Мінімальна сила волочіння досягається при використанні оптимальних значень кута α' і радіусу r , які складають $\alpha'_{оп} = 5 - 10^\circ$ і $r_{оп} = (0,8 - 1,5)d$

Роботу виконують на волочильній установці, змонтованій на розривній машині з максимальною силою 200 кН. Для волочіння використовують поперечно загострені зразки з м'якої сталі (або з кольорових металів) діаметром $D = 5 - 10$ мм. Волочіння проводять крізь волоку з твердого сплаву ВК8 на кінцевий діаметр d . (вказати кінцевий діаметр) за один перехід зі швидкістю волочіння 0,05 - 0,10 м/хв. В якості технологічного мастила використовують χ (вказати тип мастила). В процесі волочіння фіксують силу протягування P . Визначають напруження волочіння за формулою:

$$\sigma_{вол} = \frac{4P}{\pi d^2} \quad (2.20)$$

Розраховують теоретичне значення напруження волочіння за формулою Зикова:

$$\sigma_{вол} = \sigma_T \left[\frac{\delta+1}{\delta} (1-\mu^{\delta}) + \frac{2}{3\sqrt{3}} (1+\mu^{\delta}) \gamma \alpha + 4f \frac{l_k}{d} \right], \quad (2.21)$$

де σ_T – середній опір деформації металу, який визначається з:

$$\sigma_T = 0.5(\sigma_{вх} + \sigma_{вк}),$$

де $\sigma_{вх}$, $\sigma_{вк}$ – опори деформації металу на вході та виході з волоки,
 $\delta = f \operatorname{ctg} \alpha'$;

f – коефіцієнт тертя;

l_k – довжина калібруючої зони;

μ – витяжка металу за перехід,

$\mu = (D/d)^2$, D – діаметр дроту на вході у волоку.

Параметри $\sigma_{вх}$ і $\sigma_{вк}$ розраховуються за формулою Третьякова :

$$\sigma_{вх} = \sigma_{T0} + \sigma \varepsilon_{вх}^m$$

$$\sigma_{вк} = \sigma_{T0} + \sigma \varepsilon_{вк}^m$$

де σ_{T0} – опір деформації недеформованого металу;

σ , m – реологічні параметри ;

$\varepsilon_{вх}$, $\varepsilon_{вк}$ – сумарний ступінь відносної деформації металу на вході та на виході з волоки:

$$\varepsilon_{вх} = (1 - D^2 / D_0^2) \cdot 100\%, \quad \varepsilon_{вк} = (1 - d^2 / D_0^2) \cdot 100\%;$$

D_0 – початковий діаметр недеформованого металу.

Розраховують коефіцієнт запасу міцності дроту:

$$\gamma = \frac{\sigma_{ПК}}{\sigma_{НОТ}} \quad (2.22)$$

Результати зносять до таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Дослідні та розрахункові дані процесу волочіння дроту

D ₀ мм	D мм	d мм	μ	σ _T Н/мм ²	Р кН	σ _{НОТ} Н/мм ²		γ, за форм. (2.22)	
						За форм. (2.20)	За форм. (2.21)	За форм. (2.20)	За форм. (2.21)

Зміст звіту

1. Окреслити назву та мету роботи
2. Пояснити процес волочіння металевого зразка
3. Провести волочіння та результати.
4. Результатів дослідження занести до таблиці 2.3.
5. Зробити висновки за результатами виконання роботи.