

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія

О.Г. Васильєв

Ю.В. Бондаренко

ТЕХНОЛОГІЯ ПРЕСУВАННЯ ТА ВОЛОЧІННЯ
Методичні рекомендації до виконання
лабораторних робіт

для студентів ЗДІА спеціальності
«Металургія»
всіх форм навчання

Запоріжжя

2017

УДК 621.778

Технологія пресування та волочіння. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів ЗДІА спеціальності «Металургія» всіх форм навчання / Укл. О.Г. Васильєв, Ю.В. Бондаренко. Запоріжжя. Видавництво ЗДІА, 2017. 52 с.

Укладачі:

О.Г. Васильєв- старший викладач

Ю.В. Бондаренко- кандидат техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск:

Завідувач кафедри обробки

металів тиском

проф. В.О. Ніколаєв

Рецензент :

Таратуга К.В. - к.т.н., доцент кафедри МО ЗДІА

ЗМІСТ

Вступ	5
Правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт.....	6
Лабораторна робота № 1 Дослідження силових параметрів пресування.....	9
Лабораторна робота № 2 Дослідження сили пресування в залежності від довжини заготовки.....	13
Лабораторна робота № 3 Дослідження сили пресування в залежності від впливу змащування.....	17
Лабораторна робота №4 Дослідження сили пресування в залежності від відносного обтиснення.....	19
Лабораторна робота № 5 Дослідження процесу пресування труби	24
Лабораторна робота № 6 Виготовлення виробів із порошкових металів методом пресування	27
Лабораторна робота № 7 Технологія волочіння круглого профілю.....	30
Лабораторна робота №8. Технологія волочіння прямокутного профілю.....	35
Лабораторна робота №9. Вплив типу технологічного змащування на зусилля при волочінні	40
Лабораторна робота №10. Вплив коефіцієнту витягання на зусилля волочіння	44
Лабораторна робота №11 Дослідження оптимальних кутів волочіння штаби.....	47
Додаток А	51
Перелік використаної літератури.....	52

Вступ

Учебний курс “Технологія пресування та волочіння є одним з головних в підготовці студентів спеціальності “Обробка металів тиском”. Головна мета вивчення цього курсу є засвоєння студентами комплексу знань по теорії пресувального та волочильного виробництва, принципів розрахунків і володіння належним математичним апаратом. В свою чергу вивчаєма дисципліна дозволяє закріпити і поглибити знання студентів, отримані при вивченні курсів “Технологічний інструмент ОМТ”, “Технологія металів”, “Теорія обробки металів тиском”.

Метою дійсних методичних вказівок до лабораторного практикуму є те, щоб студенти при проведенні лабораторних робіт засвоїли основні теоретичні положення, необхідні для типових розрахунків, а також вміли проводити на лабораторному обладнанні експериментальні виміри з метою одержання вихідних даних для подальших теоретичних розрахунків.

Під час проведення лабораторного практикуму студенти повинні навчитись:

- проводити роботи згідно правил техніки безпеки;
- освоїти основне лабораторне обладнання;
- знімати показники з контрольно-вимірювальних приладів;
- аналізувати отримані данні та проводити їх математичну обробку.

Методичні вказівки складені згідно “Рекомендацій до складання і оформлення навчально-методичної літератури в Запорізькій державній інженерній академії”.

Правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт

1. Перед початком роботи необхідно переконатися, що усі проходи біля обладнання, на якому виконуються роботи, вільні. Якщо площадка, або проходи біля обладнання зайняті сторонніми предметами /портфелями, сумками та інш./, які ускладнюють переміщення, їх треба прибрати до початку роботи.

2. Не слід надто близько підходити до працюючого обладнання і обпіратися на нього, забороняється під час роботи відвертатися та займатися іншими справами, які не мають відношення до виконуваної роботи.

3. Забороняється знаходитись біля деталей, що обертаються /муфт, прокатних валків та інш./ в розстебнутому одязі, зі звисаючими кінцями шалей, шарфів, краваток та інш., а також з розпущеним волоссям.

4. Перед включенням кнопки "Пуск" необхідно переконатися, у тому, що всі деталі, які обертаються, закриті захисними засобами і включення агрегату не завдає небезпеки для присутніх, яких треба попередити про наступне включення.

5. Включати і виключати агрегати повинен тільки той студент, якому викладач доручив цю роботу. Під час перерви обладнання повинно бути зупинено. Після закінчення роботи обладнання повинно бути зупинено та знеструмлено.

6. Під час роботи на гідравлічному пресі та розривній машині всі операції, пов'язані з установкою зразків, бойків, інструменту для прошивки, пресування та волочіння, слід проводити, коли обладнання зупинено, тобто коли всі електромотори обладнання виключено.

7. При деформації зразків на гідравлічному пресі /або на розривній машині/ слід усунути можливість вискакування /виліту/ в бік стискуваних зразків, а також підкладувального інструменту і деталей /підкладувальних бойків, прошивнів та інш./. Для цього необхідно виконувати такі вимоги:

7.1 Контактні поверхні бойків /плит/ пресу повинні бути суворо паралельними.

7.2 Висота стискуваних зразків не повинна перевищувати їх діаметр більш ніж у 2,5 разів.

7.3. Довжина прошивнів не повинна перевищувати діаметр його п'яти більше ніж у 3 рази.

7.4. Зразки для деформації, а також використовуваний інструмент /підкладні бойки, прошивні, контейнери для пресування/ слід розміщувати по центру нижньої плити /бойка/ пресу.

7.5. Недопускати вдавлювання прошивню в контактну поверхню нижнього бойка.

7.6. Місця можливого виліту зразків /прошивнів/ повинні бути обгороджені, а обслуговуючий персонал повинен знаходитись на відстані не ближче ніж на 2 метри від пресу.

7.7. Процеси осадки, прошивки, волочіння та пресування металу слід вести без ривків і високих прискорень, плавно збільшуючи робоче навантаження.

8. Під час руху бойків пресу або розривної машини заборонено держати /чи придержувати/ руками деформівні зразки або підкладний інструмент /бойки, прошивні та інш./.

9. При роботі на розривній машині слід бути особливо обережним під час опускання рухомої траверси.

10. Щоб уникнути поломок обладнання заборонено виконувати деформацію зразків опусканням траверси верхнього бойка гідравлічного пресу, а також використовувати для цього привод нижнього захвату розривної машини.

11. При роботі зі зразками, які виготовлені зі свинцю, необхідно пам'ятати, що свинець - отрутливий метал, тому його не слід брати руками, якщо на них є незаживлені садні, дряпини. Після роботи необхідно вимити руки. При додержанні цих засобів обережності робота з свинцем безпечна.

12. Після закінчення роботи вимірювальний інструмент слід здавати керівнику, а використані зразки зібрати у місцях, які вказані керівником роботи.

13. В лабораторії виконуються наукові дослідження, часто на тому ж обладнанні, що і лабораторні роботи. Тому без спеціальної вказівки заборонено торкати вимірювальну апаратуру та зразки, які не належать до виконуваної роботи, щоб не нанести шкоди дослідженням.

14 . Під час проведення робіт суворо виконувати всі вимоги керівника.

Лабораторна робота № 1

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПРЕСУВАННЯ

Мета роботи: Вивчити основи технології пресування та дослідити силу пресування суцільного круглого профілю

Теоретична частина

1. Характеристики процесу. Пресування полягає у витісненні металу із закритого об'єму крізь отвір у матриці. Профіль пресованого виробу відповідає перерізу цього отвору. Пресування - високопродуктивний та економічний спосіб обробки металів і сплавів, яким можна отримати суцільні та порожнисті профілі (рис1.1). Пресовані вироби мають більшу точність, ніж катані.

Пресування відбувається в умовах всебічного стискання (див. рис. 1.1). При цій схемі деформування метал має найбільшу пластичність. Тому пресуванням можна обробляти як пластичні, так і малопластичні сплави: мідні, алюмінієві, магнієві, титанові, вуглецеві і леговані сталі тощо. До недоліків процесу належать значні (іноді до 40 %) відходи металу та інтенсивне зношування інструменту.

Пресуванням виготовляють прутки діаметром 5...250 мм, дріт діаметром 5... 10 мм, труби зовнішнім діаметром 20.. .400 мм із стінками завтовшки 1,5... 12 мм та інші вироби. Завдяки гнучкості, простому переналагодженню на виготовлення іншого профілю пресуванням доцільніше, ніж прокатуванням виготовляти малі серії профілів.

Отже, до основних переваг процесу пресування можна віднести:

- 1) можливість успішної пластичної обробки з високим витяжками, у тому числі мало пластичних металів та сплавів;
- 2) можливість отримання майже будь-якого поперечного перерізу виробу, що при обробці іншими методами не завжди вдається;

3) отримання широкого сортаменту виробів на одному й тому самому обладнанні з заміною тільки матриці;

4) виробництво деталей з високою якістю поверхні і високою точністю розмірів поперечного перерізу, що в багатьох випадках перевищує прийняту точність при пластичній обробці металів іншими методами (наприклад, при прокатуванні).

До недоліків отримання виробів пресуванням слід віднести:

1) підвищені витрати металу на одиницю виробу із-за істотного прес-залишку;

2) поява в деяких випадках помітної нерівномірності механічних та інших властивостей по довжині та поперечному перерізу виробу;

3) відносно висока вартість пресового інструменту.

Порядок виконання роботи

Роботу виконують на гідравлічному пресі з зусиллям /вказати максимальну силу пресування/.

Для пресування використовують свинцеві зразки діаметром 20...30 мм і довжиною 30...40 мм. Збирають установку для пресування і установлюють під прес. Під час пресування метал (1), який знаходиться в контейнері (2) (рис. 1.1) видавлюється пуансоном (3) крізь отвір в матриці (4) і набуває форми перерізу виробу (5), відповідно до форми отвору в матриці.

Фіксують силу пресування P на початку другої стадії процесу деформації. Визначають середній контактний тиск на прес-шайбі:

$$P_{cp} = \frac{4P}{\pi D^2}, \quad (1.1)$$

де D - діаметр прес-шайби /контейнеру/.

Розраховують теоретичне значення середнього контактного тиску за формулою Перліна [1]:

$$P_{cp} = \sigma_T \left[4f \frac{L}{D} + \left(\frac{2}{1 + \cos \alpha} + \frac{f}{\sin \alpha} \right) \ln \mu + 4f \frac{l}{d} \right], \quad (1.2)$$

де σ_T - опір деформації; L_{il} - довжина заготовки в контейнері та калібрувального кільця матриці; μ_{if} - коефіцієнти витяжки і контактної тертя; α - напівкут конуса матриці; d - діаметр отвору матриці.

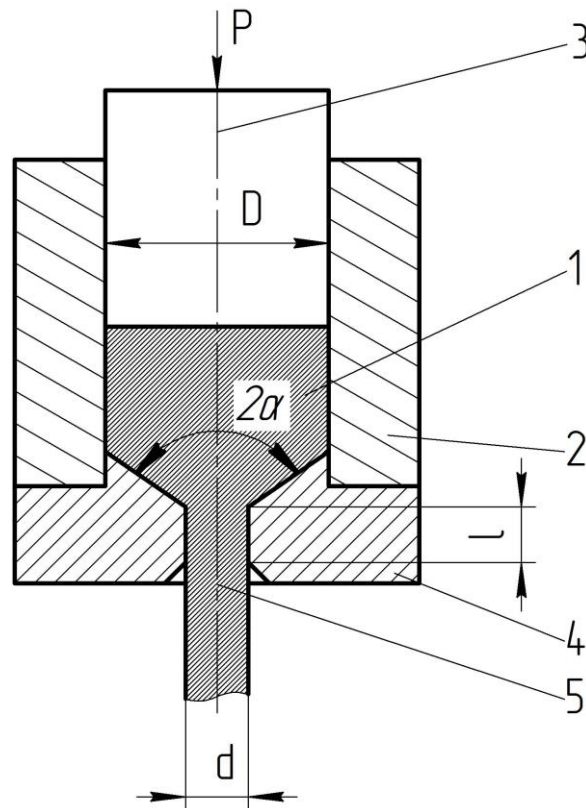


Рис. 1.1 Схема процесу пресування : 1 – метал; 2 – контейнер; 3 – пуансон; 4 – матриця; 5 – виріб з металу.

Визначаємо тиск на прес-шайбу, якщо відомо кут $2\alpha = 120^\circ$, коефіцієнт тертя $f = 0.8$, опір деформації складає $\sigma_m - 20H/мм^2$, довжина контейнера складає $l = 5мм$.

Відносне обтиснення розраховують за формулою:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{1}{\mu}\right) \cdot 100\%;$$

$$\mu = \frac{F_{\text{конт.}}}{F_{\text{изд.}}} = \frac{D^2}{d^2} \quad (1.3)$$

Досліди проводять при використанні ефективного технологічного мастила. Результати роботи заносять до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Експериментальні та розрахункові дані процесу пресування суцільного круглого профілю.

№ досліду	D, мм	d, мм	L мм	μ	ϵ , %	σ_T , Н/мм ²	P, Н	P _{ср} , Н/мм ² за	
								формула (1.1)	формула (1.2)

Зміст звіту

У звіті необхідно зазначити назву роботи, мету роботи. Навести стислі теоретичні відомості, зробити необхідні розрахунки та заповнити таблицю 1.1. Пояснити одержані результати [1 с.302-319; 2 с.19-22; 3с.78-87].

Контрольні запитання

1. Що таке пресування?
1. Які основні переваги одержання профілів пресуванням?
2. Суть прямої і зворотної схем пресування.
3. Що таке прес-залишок?
4. Від чого залежить сила пресування?
5. На якому обладнанні виконують пресування?
6. Назвіть недоліки пресування.
7. Назвіть основні стадії процесу пресування
8. Що служить заготівкою при пресуванні?
9. Який напружений стан при пресуванні?
10. Які особливості пресування труб?
11. Яке призначення калібрувального кільця?
12. Що таке зони «мертвого» тертя?

Лабораторна робота № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛИ ПРЕСУВАННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ДОВЖИНИ ЗАГОТОВКИ

Мета роботи: Дослідити залежність сили пресування суцільного профілю від довжини заготовки

Теоретична частина

Процес пресування знаходить широке застосування при пластичній обробці металів як в гарячому, так і в холодному стані, при цьому металів, що мають не тільки велику піддатливість, але і тих, що мають природну жорсткість. Отримання виробів з необхідними якісними показниками залежить від вірно прийнятого термомеханічного режиму обробки.

Зусилля пресування, яке прикладене пуансоном до прес-шайби, повинне долати опір деформуванню, сили тертя в калібрувальному кільці, в пластичній зоні і сили тертя заготовки о стінки контейнеру.

На силу пресування впливають багато чинників, таких як температура нагрівання зливок, температура інструменту, величина відносного обтиску метала, довжина зливка (заготовки), коефіцієнт тертя, профіль каналу матриці тощо.

Довжина зливка (заготовки) по різному впливає на силу пресування. Чим більше довжина, тим більше час процесу та вірогідніше охолодження металу в кінцевій стадії пресування, а відповідно, і збільшується нормальний тиск. Окрім цього, по мірі збільшення довжини заготовки збільшується вплив сил тертя, котрий теж збільшує тиск. Зі збільшенням повздовжніх розмірів вихідного продукту зменшується питома вага відходів у вигляді прес-залишку. Однак зі збільшенням довжини зливка збільшується зусилля пресування. Тому вважається, що оптимальна довжина зливка чи заготовки дорівнює 2-3 його діаметри при виробництві порожніх профілів.

Порядок виконання роботи

Роботу виконують на гідравлічному пресі для пресування свинцеві зразки діаметром 30мм та довжиною 12 та 32 мм. Під час пресування метал видавлюється крізь отвір матриці діаметром 15 мм. Фіксують силу пресування на початку 2-ї стадії, визначають середній контактний тиск на прес-шайбу

$$P_{\text{cp}} = \frac{4P}{\pi D^2}, \quad (2.1)$$

де D – діаметр прес-шайби (контейнера).

Розраховуємо теоретичне значення середнього контактного тиску [1]:

$$P_{\text{cp}} = \sigma_{\text{T}} \left[4f \frac{L}{D} + \left(\frac{2}{1 + \cos \alpha} + \frac{f}{\sin \alpha} \right) \ln \mu + 4f \frac{1}{d} \right], \quad (2.2)$$

де σ_{T} – опір деформації; L, l - довжина заготовки в контейнері та калібруючого кільця матриці; μ, f - коефіцієнти витяжки і тертя; α - напівкут конуса матриці; d - діаметр отвору матриці.

Дослідження проводять при використанні ефективного технологічного мастила $f = 0.8$. Усі результати заносяться до таблиці.

Знайдемо коефіцієнт витягання для зразків:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{1}{\mu} \right) \cdot 100\% \quad (2.3)$$

Відносний обтиснення зразків:

$$\mu = \frac{F_{\text{конт.}}}{F_{\text{изд.}}} = \frac{D^2}{d^2} \quad (2.4)$$

Проводять пресування двох зразків з різними значеннями довжин.

Розраховують значення середнього контактного тиску за формулами (1) та (2).

Результати розрахунків необхідно занести до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Результати розрахунків

№	D мм	d мм	l мм	μ	f	α °	σ_T Н/мм ²	ε %	P кН	P _{ср (1)} Н/мм ²	P _{ср (2)} Н/мм ²
L _{1, мм}											
L _{2, мм}											

Зміст звіту

У звіті необхідно зазначити назву роботи, мету роботи. Навести стислі теоретичні відомості, зробити необхідні розрахунку та заповнити таблицю 2.1, побудувати графік залежності сили пресування від довжини заготовки. Пояснити одержані результати [1 с.302-319; 3с.78-87; 4 с.17-19].

Контрольні запитання

1. Що впливає на зусилля пресування?
2. Як сила пресування залежить від довжини заготівки?
3. Чому дорівнює оптимальна довжина заготівки?.
4. Чи оказує вплив профіль каналу матриці на силу пресування?
5. Як впливає температура інструмента на зусилля пресування?
6. Що відбувається зі збільшенням довжини заготівки?
7. Чи впливає відносний обтиск на силу пресування і як?
8. Для чого застосовують мастила при пресуванні?
9. Як розраховується коефіцієнт витяжки?
10. Які оздоблювальні операції проводять після пресування?

Лабораторна робота № 3

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛИ ПРЕСУВАННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВПЛИВУ ЗМАЩУВАННЯ

Мета роботи: Дослідити залежність сили пресування суцільного профілю від впливу змащення

Теоретична частина

Процес пресування знаходить широке застосування при пластичній обробці металів як в гарячому, так і в холодному стані, при цьому металів, що мають не тільки велику піддатливість, але і тих, що мають природну жорсткість. Отримання виробів з необхідними якісними показниками залежить від вірно прийнятого термомеханічного режиму обробки.

Зусилля пресування, яке прикладене пуансоном до прес-шайби, повинне долати опір деформуванню, сили тертя в калібрувальному кільці, в пластичній зоні і сили тертя заготовки о стінки контейнеру.

На величину зусилля пресування впливає ряд факторів, головними з яких є: механічні властивості деформованого металу, ефективність технологічного мастила, стан поверхні металу та інструменту і швидкість пресування. При інших рівних умовах, ефективність технологічної змазки є важливішим фактором, що визначає зусилля пресування, стійкість інструменту та якість продукції.

Порядок виконання роботи

Роботу виконують на гідравлічному пресі для пресування свинцеві зразки діаметром 30мм та довжиною 30 мм. Під час пресування метал видавлюється крізь отвір матриці діаметром 15 мм. Фіксують силу пресування на початку 2-ї стадії, визначають середній контактний тиск на прес-шайбу

$$P_{cp} = \frac{4P}{\pi D^2}, \quad (3.1)$$

Зміст звіту

У звіті необхідно зазначити назву роботи, мету роботи. Навести стислі теоретичні відомості, зробити необхідні розрахунки та заповнити таблицю 3.1, побудувати графік залежності сили пресування від використання мастила. Пояснити одержані результати [1 с.302-319; 3с.78-87].

Лабораторна робота № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛИ ПРЕСУВАННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВІДНОСНОГО ОБТИСНЕННЯ

Мета роботи: Дослідити залежність сили пресування суцільного профілю від відносного обтиснення

Теоретична частина

Силові умови пресування визначаються властивостями деформованого металу, температурним режимом, розмірами заготовки, швидкістю і ступеню деформації, величиною контактного тертя, геометрією інструмента тощо.

Істотний вплив на нормальний тиск витіку металу при пресування дає ступень витягування металу. При цьому, чим більше ступень витяжки, тим більше середній тиск. Так, при збільшенні витягання з 6 до 36, питомий тиск збільшується майже у три рази, що обумовлене, по-перше, значним зміцненням металу і збільшенням опору течії з боку матриці.

При розробці технологічних операцій поперечні розміри зливка чи заготовки слід приймати виходячи з мінімально допустимої витяжки, що забезпечує отримання оптимальних механічних властивостей виробу та їх однорідність по перерізу і довжині.

Перед нагріванням зливок чи заготовку ретельно оглядають і всі виявлені на поверхні дефекти видаляють. Зачистка поверхні може бути повною, або частковою. Окрім цього, проводиться зачищення торцевих поверхонь.

Велике значення при отриманні якісних виробів має вибір температурно-швидкісного режиму пресування, який залежить від природи металу, його станом, ступеня деформації, форми і розмірів отриманого виробу.

Так як ступень деформації визначає зміцнення, а тепловий ефект пресування сумісно з тривалістю перебування металу в осередку деформування визначають знеміцнення, то це дає підстави вважати, що швидкість пресування цілком визначено впливає на величину опору деформування та на загальне зусилля пресування.

Як зазначено, пресування характеризується нерівномірністю течії металу, що призводить до неоднорідності механічних властивостей по перерізу готового виробу. Істотно впливає на рівномірність течії металу крізь отвір матриці зменшення перепаду температури між заготівкою і стінками інструменту. Тому інструмент перед пресуванням рекомендується підігрівати до певних температур, без втрати необхідних механічних властивостей матеріалу інструмента.

Важливу роль при пресуванні має технологічне мастило, яке, з одного боку, зменшує зусилля деформування, а відповідно, зменшує витрати енергії, а з іншого боку, при достатній товщині шару виконує функцію тепло ізолюючого прошарку, сповільняючи охолодження поверхневих шарів зливок, що зменшує нерівномірність деформації по перерізу і довжині зливка. Необхідно також пам'ятати, що технологічне мастило збільшує час експлуатації інструменту, а особливо голок, матриць та втулок контейнера, зменшує можливість появи задирів і налипання металу на інструмент, а це сприяє підвищенню якості поверхні виробів.

Мастило обирається відповідно до пресованих металів та сплавів. Основним компонентом мастила виступає пластинчастий сріблястий графіт дрібного помолу. В якості основи використовують машинне мастило. Для отримання густої консистенції в машинне мастило додають каніфоль.

При пресуванні легованих сталей, сплавів нікелю та титану в якості змащування застосовують скло, яке забезпечує на протязі всього процесу

обробки надійну мастильну плівку між поверхнею контейнера і матриці та пресованим металом.

Відпресовані вироби проходять ряд оздоблювальних операцій, як наприклад, термічну обробку, правку, зачищення, травлення, оксидування, анодування та ін.

Порядок проведення роботи

Роботу виконують на гідравлічному пресі. Для пресування беруть свинцеві зразки діаметром 30мм та довжиною 20мм. Діаметр отвору становить 15 та 6мм. Силу пресування P фіксують на початку процесу деформації

$$P_{cp} = \frac{4P}{\pi D^2}, \quad (4.1)$$

де D – діаметр прес-шайби (контейнера).

Визначаємо тиск на прес-шайбі [1]

$$P_{cp} = \sigma_{\delta} \left[4f \frac{L}{D} + \left(\frac{2}{1 + \cos \alpha} + \frac{f}{\sin \alpha} \right) \ln \mu + 4f \frac{l}{d} \right], \quad (4.2)$$

де σ_{δ} – опір деформації;

L, l - довжина заготовки в контейнері та калібрувального кільця матриці;

μ, f - коефіцієнти витягання і тертя;

α - напівкут конуса матриці;

d - діаметр отвору матриці.

Відносний обтиснення:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{1}{\mu} \right) \cdot 100\% \quad (4.3)$$

Знайдемо коефіцієнт витягання

$$\mu = \frac{F_{конт.}}{F_{изд.}} = \frac{D^2}{d^2} \quad (4.4)$$

Визначаємо тиск на прес-шайбу, якщо відомо кут $2\alpha = 120^\circ$, коефіцієнт тертя $f = 0.8$, опір деформації складає $\sigma_T = 20 \text{ Н/мм}^2$, довжина контейнера складає $l = 5 \text{ мм}$.

Необхідно розрахувати силу пресування для випадків з різними розмірами вихідних отворів матриці. Результати розрахунків занести до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.Результати розрахунків

	D мм	L мм	l мм	μ	f	α °	σ_δ Н/мм ²	ε %	P кН	P_{ср(1)} Н/мм ²	P_{ср(2)} Н/мм ²
d_1 мм											
d_2 мм											

Зміст звіту

У звіті необхідно зазначити назву роботи, мету роботи. Навести стислі теоретичні відомості, зробити необхідні розрахунку та заповнити таблицю 4.1, побудувати графік залежності сили пресування від відносного обтиснення. Пояснити одержані результати [1 с.302-319; 3с.78-87; 4 с. 13-16].

Контрольні запитання

1. Від чого залежить сила пресування?
2. Як відносний обтиснення впливає на зусилля пресування?
3. Поясніть вплив температури заготівки на силу пресування.
4. При якій схемі пресування необхідне менше зусилля?
5. Як впливає температура інструмента на зусилля пресування?
6. Яку роль виконує змащення при пресуванні?
7. Що призводить до неоднорідності механічних властивостей по перерізу готового виробу?
8. Який тип змазки застосовують при пресуванні виробів з легованих сталей?

Лабораторна робота №5

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ ТРУБИ

Мета роботи - дослідити течію металу і зусилля при пресуванні труби.

Теоретична частина

Пресування широко застосовують в народному господарстві для виробництва труб з чорних і кольорових металів і сплавів.

Як і при виробництві суцільних профілів при пресуванні труб частіше застосовується метод прямої течії металу, при якому напрямок течії труби збігається з напрямом руху пресштемпеля при пресуванні.

Розглянутий спосіб виробництва труб пресуванням включає три стадії. У першій з них (розпресовування) злиток, введений в контейнер піддається подовжньому стиску (осадці) при якому вибираються зазори між заготовкою, що деформується і стінками контейнера. У другій стадії (прошивці) злиток прошивається голкою (оправкою), розміщеною в пресштемпелі і має індивідуальний привід її подачі. Після установки оправки в отворі матриці починається третя стадія - видавлювання металу через кільцевої зазор між матрицею і оправкою за рахунок руху пресштемпеля з утворенням труби.

При спрощеному способі оправка закріплена на пресштемпелі і рухається з ним одночасно, тому тут прошивка заготовки голкою, вибирання зазорів між заготовкою та стінками контейнера, а також видавлювання труби проводиться послідовно при безперервному русі пресштемпеля (рис 5.1).

Зусилля пресування зростає з початку прошивки розпресовування і досягає свого максимуму в момент початку закінчення труби і надалі знижується (до певної межі) в зв'язку зі зменшенням обсягу металу, укладеного в контейнері.

Порядок виконання роботи

Робота виконується на гідравлічному пресі з зусиллям 1,25 МН. Для пресування використовують свинцеві зразки діаметром 30мм і довжиною 10 ...

30мм. Збирають пристрій для пресування (рис.5.1), в якому використовується матриця з отвором 15 мм і оправлення діаметром 10 мм. При прошивці і пресуванні фіксують максимальне зусилля Р преса.

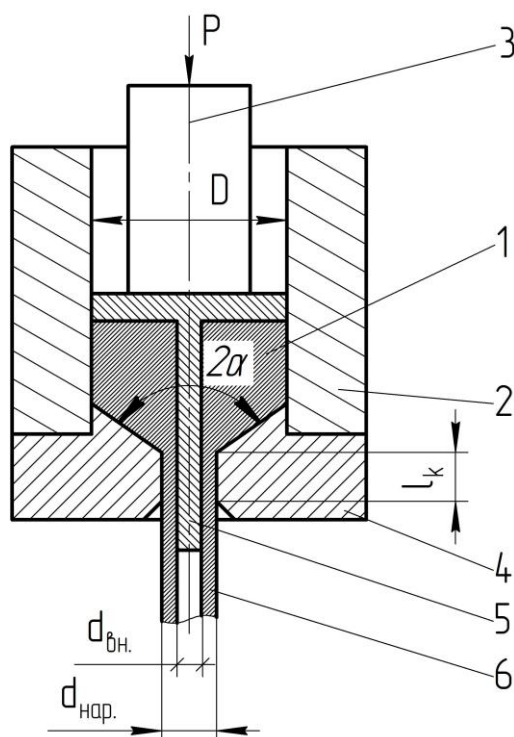


Рис . 5.1 Схема процесу пресування труби: 1 - метал; 2 - контейнер; 3 - пуансон; 4 - матриця; 5 - оправка; 6 - труба .

Визначають середній контактний тиск пресування пресшайбою.

$$P_{\text{cp}} = \frac{4P}{\pi(D^2 - d^2)}, \quad (5.1)$$

де D - діаметр контейнера; d - діаметр оправки.

Розраховують теоретичне значення середнього контактного тиску пресування за формулою Перлина [1]:

$$P_{\text{cp}} = \sigma_T \left[4f \frac{L}{D} + \left(\frac{2}{1 + \cos \alpha} + \frac{f}{\sin \alpha} \right) \ln \frac{D^2 - d^2}{d_k^2 - d^2} + 4f \frac{l_k}{d_k} \right], \quad (5.2)$$

де σ_T - опір деформації; L і l_k - довжина злитка (заготовки) та циліндричної ділянки в матриці відповідно; d_k - зовнішній діаметр труби; f - коефіцієнт тертя; α - напівкут конуса матриці (60 °).

Результати заносять в таблицю 5.1.

Таблиця. 5.1 Експериментальні та розрахункові дані процесу пресування труби

Номер р опыта	D, мм	d _к , мм	d _{оп} , мм	L, мм	l _к ,мм	f	σ _т , Н/мм ²	P, кН	P _{ср} , Н/мм ²	
									по форм. (1.1)	по форм. (1.2)
1										
2										
3										

Привести схему процесу пресування. Описати і пояснити отримані результати.

Контрольні питання

1. Які розрізняють способи пресування труб?
2. Як залежить зусилля і тиск пресування від діаметра труби і товщини її стінки?

ЛАБОРАТОРНА РАБОТА № 6

ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ ІЗ ПОРОШКОВИХ МЕТАЛІВ МЕТОДОМ ПРЕСУВАННЯ

Мета роботи: Познайти студентів із складом і властивостями металевих порошків, одержанням із них виробів обробкою тиском.

Теоретична частина

Порошкова металургія - це галузь сучасного машинобудування, яка одержує напівфабрикати або готові вироби із порошків чорних або кольорових металів методом обробки тиском і наступного термозміцнення спіканням.

Інтенсивному розвитку порошкова металургія зобов'язана необхідності одержання в техніці таких матеріалів і виробів, які неможливо отримати відомими до цього методами. До них, з окрема, відносяться вироби із тугоплавких металів (W, Mo, Cr, Zr і інших), псевдостопи (W+Cu; W+Ag), а також твердих карбідних сполук.

Вироби із порошкових металів має низку переваг:

а) підвищена точність в сполученні зі спеціальними властивостями;

в) зниження використання металу-відходи складають 3-4% проти 30-40% при звичайному виготовленні виробів;

г) одержання виробів із суміші метал-неметал;

д) підвищена довговічність виробів, особливо в агресивних середовищах.

Вхідні порошкові матеріали розміром від 0,5 до 500 мкм одержують двома основними методами:

1. Механічним - подрібненням і змеленням стружки і обрізі металів в млинах, розпорошенням рідинних металів струменем енергоносія і грануляцією в воді.

2. Фізико-хімічними - відновленням оксидів металів, електролізом водяних розчинів, дисоціацією карбонатів і інше.

Вироби із порошків одержують методом прокатування (холодного або гарячого, мундштучного або гідростатичного), прокатування або шлікерним литтям.

Після зняття навантаження одержаний виріб зберігає форму дякуючи діям сил механічного зчеплення частинок, електростатичних сил притягання і сил тертя.

Відпресоване тіло піддають обпалу, в результаті якого відбувається його завершуючи зміцнення за рахунок твердо- або рідко фазного спікання. Перше обумовлене дифузійними і рекристалізаційними процесами утворення зростків, друге-виникненням рідинної фази при розплавленні одного із легкоплавких компонентів суміші.

Спікання відбувається в вакуумі або в середовищі інертних газів. Такий режим запобігає насиченню металів газами, а також їх окисленню.

Обладнання та матеріали

Для проведення роботи необхідні:

1. Дрібнодисперсні порошки металів:

- а) тугоплавких - Ti, Cr, W, Mo, Zr, Fe;
 - б) важких - Cu, Zn, Sn, Ni, Pb;
 - в) легких - Al, Mg;
2. Прес-форма;
 3. Преси: гідравлічний або шкільний;
 4. Піч для спікання;
 5. Захисні (інертні) гази: Ar, He.

Порядок виконання роботи

Проба металевого порошку засипається в прес-форму (рис.6.1) і піддається пресуванню на гідравлічному пресі під тиском $1,5-2,0 \text{ т/см}^2$ ($147-166 \text{ МН/м}^2$).

Після невеликої витримки тиск змінюється і виріб - полуфабрикат підлягає зміцнюючому спіканню в захисному середовищі при температурі $1050-1100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Тривалість спікання складає $1,5...2 \text{ г.}$ після цього охолоджений виріб при необхідності може підлягати промочуванню або доведенню.

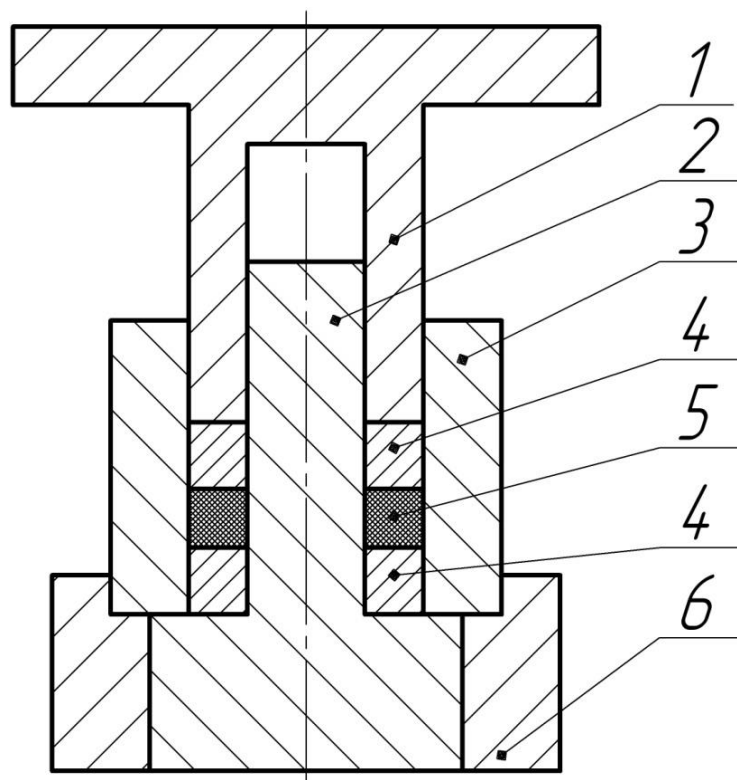


Рис.6.1. Прес-форма для пресування порошків: 1-пуансон; 2-пресштемпель; 3-матриця; 4-кільцева вставка, 5- порошок, 6- контейнер.

Зміст звіту

1. Коротке описання переваг одержання виробів із порошкових металів.

Описання способу одержання виробу з викресленням прес-форми в розрізі і виробу [1 с.302-319; 3с.78-87].

Контрольні запитання

1. Мета роботи.
2. Сутність порошкової технології.
3. Переваги порошкової металургії.
4. Основні способи виготовлення порошків.
5. Методи отримання виробів.
6. Сили, які забезпечують зберігання форми після пресування.
7. Процеси, які забезпечують зміцнення виробу.
8. Причини, які потребують проведення спікання в захисному середовищі.

Лабораторна робота № 7

ТЕХНОЛОГІЯ ВОЛОЧІННЯ КРУГЛОГО ПРОФІЛЮ

Мета роботи: Вивчити основи технології волочіння та визначити основні параметри процесу волочіння суцільного круглого профілю

Теоретична частина

Волочінням (протягуванням) називають тип обробки металів тиском, при якому початкова заготовка під дією сили волочіння P (рис. 7.1) протягується крізь волочильний канал конічної форми, приймаючи розмір його вихідного отвору.

При цьому діаметр заготовки зменшується від початкового D до кінцевого d . Одночасно змінюються механічні та фізичні властивості

деформованого металу: міцність і твердість збільшуються, а його пластичність - знижується.

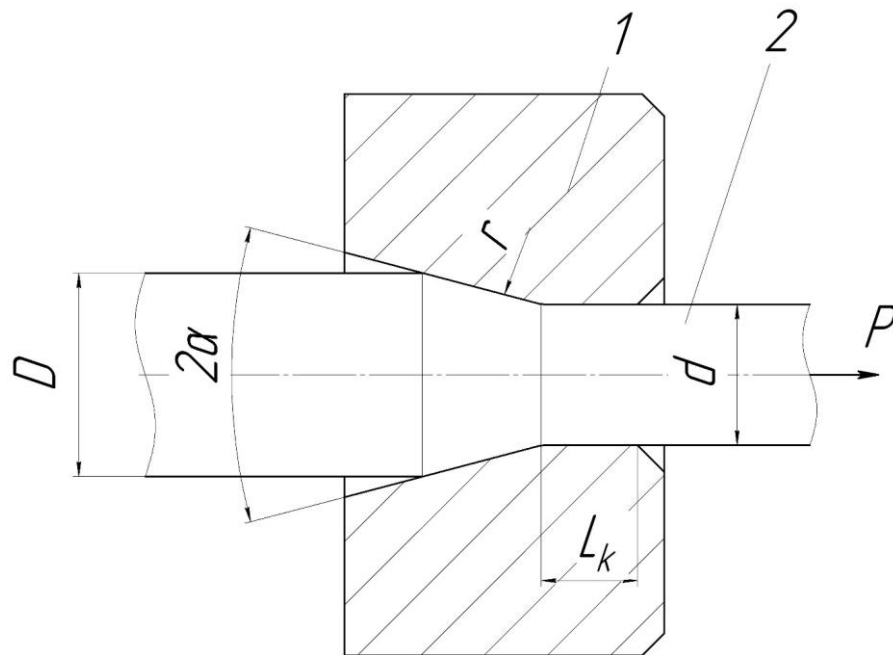


Рис. 7.1 Схема процесу волочіння круглого профілю

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 $\sigma_{вол}$. Для запобігання виникнення пластичної деформації протягнутого профілю або навіть обриву після волоки, напруження волочіння не повинно досягати границі текучості протягнутого виробу $\sigma_{тк}$, тобто $\sigma_{вол} < \sigma_{тк}$. Звичайне волочіння ведуть з визначеним запасом міцності. При волочінні круглих профілів значення коефіцієнту запасу міцності металу, який протягується, складає 1,35 ... 2,0.

Інтенсивність пластичної деформації під час волочіння характеризується коефіцієнтом витягання μ за перехід, значення якого при волочінні обмежене міцністю протягнутого виробу і практично змінюється у межах 1,2 ... 1,6 [1-3,5].

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

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

Сила волочіння в значній мірі визначається параметрами α' і r . Мінімальна сила волочіння досягається при використанні оптимальних значень кута α' і радіусу r , які складають $\alpha'_{оп} = 5 \dots 10^\circ$ і $r_{оп} = (0,8 \dots 1,5)d$ [5,6].

Порядок виконання роботи

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

$$\sigma_{вол} = \frac{4P}{\pi d^2} \quad (7.1)$$

Розраховують теоретичне значення напруження волочіння за формулою Зикова [5]:

$$\sigma_{вол} = \sigma_T \left[\frac{\delta + 1}{\delta} (1 - \mu^{-\delta}) + \frac{2}{3\sqrt{3}} (1 + \mu^{-\delta}) \cdot \operatorname{tg} \alpha + 4f \frac{l_k}{d} \right], \quad (7.2)$$

де σ_T - середній опір деформації металу, який визначається з

$$\sigma_T = 0.5(\sigma_{ВХ} + \sigma_{ТК}), \quad (7.3)$$

де $\sigma_{ВХ}$, $\sigma_{ТК}$ - опори деформації металу на вході та виході з волоки;

$\delta = f \operatorname{ctg} \alpha'$; f - коефіцієнт тертя; l_k - довжина калібруючої зони; μ - коефіцієнт витягання металу за перехід:

$$\mu = (D/d)^2,$$

D - діаметр дроту на вході у волоку.

Параметри $\sigma_{ВХ}$ і $\sigma_{ТК}$ розраховуються за формулою Третякова [7]:

$$\sigma_{ВХ} = \sigma_{Т0} + \sigma \varepsilon_{ВХ}^m$$

$$\sigma_{ТХ} = \sigma_{Т0} + \sigma \varepsilon_{К}^m$$

де $\sigma_{Т0}$ - опір деформації недеформованого металу (див. додаток А);

σ, m - реологічні параметри (див. додаток А); $\varepsilon_{ВХ}, \varepsilon_{ТХ}$ - сумарна ступінь відносної деформації металу на вході та на виході з волоки:

$$\varepsilon_{ВХ} = \left(1 - D^2 / D_0^2\right) \cdot 100\%,$$

$$\varepsilon_{ТХ} = \left(1 - d^2 / D_0^2\right) \cdot 100\%;$$

D_0 - початковий діаметр недеформованого металу.

Розраховують коефіцієнт запасу міцності дроту:

$$\gamma = \frac{\sigma_{ТК}}{\sigma_{ВОЛ}} \quad (7.4)$$

Результати заносять до таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 Дослідні та розрахункові дані процесу волочіння дроту

D_0 мм	Dмм	dмм	μ	σ_T Н/мм ²	P кН	$\sigma_{ВОЛ}$ Н/мм ²		γ , за форм. (2.3)	
						За форм. (2.1)	За форм. (2.2)	$\sigma_{ВОЛ}$ за форм. (2.1)	$\sigma_{ВОЛ}$ за форм. (2.2)

Зміст звіту

У звіті необхідно зазначити назву роботи, мету роботи. Навести стислі теоретичні відомості, намалювати схему волочіння, зробити необхідні

розрахунку та заповнити таблицю 7.1. Пояснити одержані результати [1 с.287-297; 2 с. 23-26; 3 с.78-87; 5 с. 3-6, 15-32; 6 с. 1-4].

Контрольні запитання

1. Суть процесу волочіння.
2. Основні складові елементи інструмента для волочіння.
3. Які основні типи волочильних станів?
4. Назвіть способи волочіння труб.
5. Що означає оптимальний параметр процесу волочіння?
6. Чим обмежується обтиск металу під час волочіння

Лабораторна робота № 8

ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ ВОЛОЧІННЯ ПРЯМОКУТНОГО ПРОФІЛЮ

Мета роботи – визначити основні параметри процесу волочіння прямокутного профілю.

Під час волочіння прямокутного профілю (рис. 8.1) товщиною h і шириною b штаба обтискується не тільки по товщині ($H-h$), а також і по її ширині ($B-b$). Інтенсивність процесу деформації в цілому характеризується коефіцієнтом витягання μ за перехід, а інтенсивність поперечної деформації – показником a . На відміну від волочіння круглого профілю розрізняють кут волочіння α при обтиску товщини і кут волочіння β при обтиску ширини штаби, яка протягується. При волочінні квадратного профілю беруть $\alpha = \beta = 8 \dots 15^\circ$, під час волочіння прямокутних профілів, маючих відношення сторін $b > h$, як правило використовують $\alpha > \beta$.

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 його після волоки, напруження волочіння не повинно досягати напруження течії металу протягнутого виробу σ_{TK} , тобто $\sigma_{VOL} \leq \sigma_{TK}$. Звичайне волочіння ведуть з визначеним запасом міцності. При волочінні прямокутних профілів значення коефіцієнту запасу міцності металу γ , який протягується, складає $\gamma = 1,35 \dots 1,6$ [3,5].

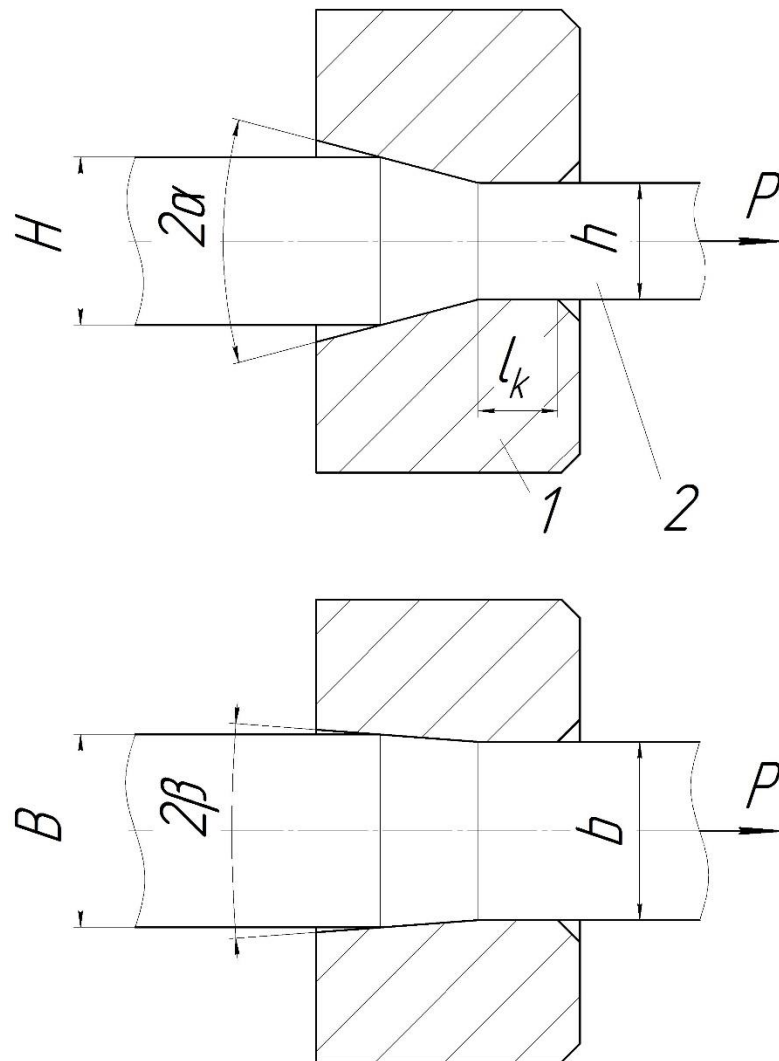


Рис. 8.1 Схема процесу волочіння прямокутного профілю

Порядок виконання роботи

Роботу виконують на волочильній установці, змонтованій на розривній машині з максимальною силою 200 кН. Для волочіння використовують попередньо загострені зразки з прямокутної штаби, маючої площу поперечного перерізу $F_0 = H \times B = \dots \text{ мм}^2$ (вказати розміри перерізу штаби). Волочіння

проводять крізь волоку з твердого сплаву ВК8 на кінцеву площу перерізу штаби $F = h \times b = \dots \text{ мм}^2$ (вказати розміри перерізу штаби) за один перехід зі швидкістю волочіння 0,05 ... 0,10 м/хв

В якості технологічного мастила використовують ... (вказати тип мастила). В процесі волочіння фіксують силу протягування P . Визначають напруження волочіння за формулою:

$$\sigma_{\text{ВОЛ}} = \frac{P}{F} \quad (8.1)$$

За допомогою інструментального мікроскопу вимірюють кут волочіння α . Приймаючи $f = 0,08 \dots 0,12$ [5], розраховують параметр $\delta = fctg\alpha$.

Визначають значення сумарних коефіцієнтів витягання металу до цього волочіння μ_0 , після переходу μ_K і коефіцієнт витягання за перехід μ :

$$\mu_0 = \frac{F_3}{F_0}; \quad \mu_K = \frac{F_3}{F}; \quad \mu = \frac{F_0}{F};$$

де F_3 – площа поперечного перерізу початкової (недеформованої) заготовки.

Розраховують сумарну ступінь відносної деформації металу на вході ($\varepsilon_{\text{ВХ}}$) та на виході ($\varepsilon_{\text{К}}$) з волоки, а також опір металу деформації ($\sigma_{\text{ВХ}}$) і ($\sigma_{\text{ТК}}$) для цих перерізів волочильного каналу [5]:

$$\varepsilon_{\text{ВХ}} = (1 - 1/\mu_0) \cdot 100\%;$$

$$\varepsilon_{\text{К}} = (1 - 1/\mu_K) \cdot 100\%$$

$$\sigma_{\text{ВХ}} = \sigma_{\text{Т0}} + \sigma \varepsilon_{\text{ВХ}}^m;$$

$$\sigma_{\text{ТК}} = \sigma_{\text{Т0}} + \sigma \varepsilon_{\text{К}}^m$$

де $\sigma_{\text{Т0}}$ – опір деформації недеформованого металу (див. додаток А); σ , m – реологічні параметри (див. додаток А)

Теоретичне значення напруження волочіння розраховують за формулою Зикова [5]:

$$\sigma_{ВОЛ} = 1,15\sigma_T \left[\left(B + \frac{D}{\delta} \right) (1 - \mu^{-\delta}) + \frac{\text{tg}\alpha}{4} (\Phi_0 \mu^{-\delta} + \Phi_1) + 4fB(1+a) \frac{l_k}{h} \right], \quad (8.2)$$

де σ_T – середній опір деформації металу, який визначається з: $\sigma_T = 0.5(\sigma_{ВХ} + \sigma_{ТК})$, B, D, Φ_0, Φ_1 – параметри, які рівні:

$$B = \frac{2+a}{2A};$$

$$D = \frac{A}{1+a};$$

$$A = \sqrt{1+a+a^2};$$

$$\Phi_0 = \sqrt{1 + \frac{4}{3} \left(a \frac{B}{H} \right)^2};$$

$$\Phi_1 = \sqrt{1 + \frac{4}{3} \left(a \frac{e}{h} \right)^2}; \quad a = \ln \frac{B}{b} / \ln \frac{H}{h};$$

l_k – довжина калібруючої зони;

Розраховують коефіцієнт запасу міцності металу штаби

$$\gamma = \frac{\sigma_{ТК}}{\sigma_{ВОЛ}} \quad (8.3)$$

Результати заносять до табл. 8.1.

Таблиця 8.1 Дослідні та розрахункові дані волочіння штаби

H мм	B мм	h мм	b мм	μ	μ_k	P кН	$\sigma_{ВОЛ}, \text{Н/мм}^2$		γ , за форм.(8.3)	
							За форм. (8.1)	За форм. (8.2)	$\sigma_{ВОЛ}$ за форм. 8.1	$\sigma_{ВОЛ}$ за форм. 8.2

Намалювати схему процесу волочіння прямокутного профілю. Пояснити одержані результати [2с.27-30; 3с.87-97; 5 с. 3-6, 15-32].

Контрольні запитання

1. Чим відрізняється процес формозмінення прямокутної штаби від круглого профілю під час волочіння?
2. Які граничні значення може мати показник поперечної деформації?
3. Які оптимальні параметри процесу волочіння прямокутного профілю?

Лабораторная работа № 9

ВПЛИВ ТИПУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗМАЩУВАННЯ НА ЗУСИЛЛЯ ПРИ ВОЛОЧІННІ

Мета роботи: Визначити зусилля при волочінні з застосуванням різних технологічних мастил

Теоретична частина

Одним із основних показників, що характеризують умови процесу волочіння, є зусилля, прикладене до переднього кінця дроту при його протягуванні з деформуванням крізь волочильний отвір.

На величину зусилля волочіння впливає ряд факторів, головними з яких є: механічні властивості деформованого металу, ефективність технологічного мастила, стан поверхні металу та інструменту і швидкість волочіння. При інших рівних умовах, ефективність технологічного мастила є важливішим фактором, що визначає зусилля волочіння, стійкість волочильного інструменту та якість продукції.

Щоб забезпечити нормальне протікання процесу волочіння необхідне застосування змащення. При протягуванні без змащення відбувається заїдання дроту в волоці, вона сильно зношується, підвищує витрати енергії та, головне, дріт швидко рветься. Зовнішнє тертя впливає у значній мірі на процес пластичного деформування, виникає тертя у результаті зчеплення нерівностей та молекулярного зчеплення контактуючих поверхонь. Найбільші контактні

дотичні напруги (питомі сили тертя) виникають у випадку сухого тертя, тобто при відсутності будь-яких змазок при контакті. За такими умовами процес волочіння неможливий, через відсутність течії металу по інструменту і розриву дроту. Змазка потрапляючи до осередку деформації між інструментом і проволокою створює прошарок, що запобігає від безпосереднього контакту поверхонь волоки і проволоки.

Змазки повинно бути гарантованим, так як інакше створюються несприятливі умови сухого тертя і можливе зчеплення металу та волоки. Щоб запобігти цьому явищу в осередку деформації, створюють підшар, який добре змочується змазкою [1,3].

Змазки, що використовуються при волочінні, повинні зменшувати коефіцієнт тертя при волочінні і, крім цього, повинні мати наступні властивості:

- 1) відрізнятися значною міцністю, щоб протистояти видавленню;
- 2) мати добру змочуваність, щоб забезпечити тісне прилипання змазуючого шару та його рівномірне розподілення;
- 3) не псувати поверхню оброблюємого металу.

Вирішальним фактором при виборі змазки є їх властивості, зокрема, коефіцієнт динамічної в'язкості при відповідних термічних і механічних умовах. В осередку деформації при волочінні тиск сягає 1000-10000 МПа, температура - 200-300 °С і при цих умовах змазки повинні бути хімічно стабільними.

В практиці волочильного виробництва застосовують сухі, напівтверді та рідкі мастила [5].

Часто застосовують сухі змазки, до яких належать стирати натрію, кальцію чи алюмінію. Застосовують жирні кислоти з вмістом від 40 до 90 %. Для більш ефективного використання стирати подрібнюють в порошок з розміром зерен 0,3-1,3 мм. Порошок повинен бути потрібен ретельно та просушений. Надто подрібнена змазка більш здатна до вигорання, а грубо

подрібнена – зашкоджує ефективному захопленню та поданню змазки в осередок деформації.

Порядок виконання роботи

Роботу виконують на універсальній розривній машині УГ-20/2. Дослідження проводять на сталених зразках. Перед волочінням передню кінцівку дроту необхідно загострити. Волока виготовляється зі сплаву ВК-6. Волочіння проводять з використанням різних технологічних змазок., фіксуючи зусилля P . Дріт до та після волочіння необхідно очистити від забруднення. Зусилля визначаємо за формулою

$$\sigma_{\text{вол}} = \frac{P}{F}, \quad (9.1)$$

де F – площа поперечного перерізу дроту.

Запас міцності визначається

$$\eta_{\text{мм}} = \frac{\sigma_{\text{вт}}}{\sigma_{\text{вол}}} \quad (9.2)$$

де $\sigma_{\text{вт}}$ - це межа міцності.

Визначення відносного обтиску:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{1}{\mu}\right) \cdot 100\% \quad (9.3)$$

Результати розрахунків занести до таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 Дослідні та розрахункові дані волочіння дроти з різним типом змазок

№	Тип змазки	D, мм	d, мм	ε , %	P, Н	$\sigma_{\text{вол}}$, Н/мм ²	$\sigma_{\text{вт}}$, Н/мм ²	$\eta_{\text{мм}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Вода							
2	Мильна піна							
3	Мильн.порош.							
4	Мильн.порошок+графіт							

Зміст звіту

У звіті необхідно зазначити назву роботи, мету роботи. Навести стислі теоретичні відомості, зробити необхідні розрахунки та заповнити таблицю 9.1. На підставі отриманих даних необхідно було побудувати графік залежності $\sigma_{\text{вл}}$ від типу мастила. Пояснити одержані результати [1 с.287-297; 3с.87-97; 5 с. 15-45].

Контрольні запитання

1. Які фактори впливають на зусилля волочіння?
2. Які типи змазок використовують у волочильному виробництві?
3. Які вимоги висувають до сухих змазок?
4. Для чого додають поверхнево активні речовини до рідких мастил?
5. Яким чином здійснюється жовтіння?
6. У чому полягають переваги бурирування?
7. Що таке фосфатування?
8. Назвіть недоліки вапнування.
9. Які обмеження виникають при мідіюванні?
10. Який тип змазки використовують при волочінні сталей і бронз?
11. Яке призначення підзмазуючого шару?
12. У яких випадках використовують рідке мастило?
13. З якою метою до розчину додають поварену сіль при вапнуванні?
14. Що таке оксалатування?
15. Яке значення при використанні емульсії має температура?

Лабораторна робота № 10

ВПЛИВ КОЕФІЦІЄНТУ ВИТЯГАННЯ НА ЗУСИЛЛЯ ВОЛОЧІННЯ

Мета роботи: Дослідити закономірності зміни зусилля та напруги при волочінні в залежності від коефіцієнту витягання.

Теоретична частина

При гарячому прокатуванні на дротових станах забезпечується отримання проволочи з мінімальним діаметром 5-6мм. Подальше зменшення розмірів поперечного перетину метала досягається протягування його в холодному або теплому стані. Деформація метала діаметром більш 0,3мм здійснюється в волоках, що виготовлені з високоміцного сплаву ВК- 6, ВК- 8.

У процесі волочіння діаметр проволочи зменшується d_0, d_1 , а коефіцієнт витягання дорівнює [1]:

$$\mu = \frac{F_0}{F_1} = \frac{\pi d_0^2}{4} \cdot \frac{4}{\pi d_1^2} = \frac{d_0^2}{d_1^2}.$$

Відносне обтиснення:

$$\varepsilon = \frac{\Delta F}{F_0} = \frac{F_0 - F_1}{F_0} = \frac{d_0^2 - d_1^2}{d_0^2} = \frac{d_0^2}{d_0^2} - \frac{d_1^2}{d_0^2} = 1 - \frac{1}{\mu}.$$

Для зменшення опору металу деформації іноді проводять мале волочіння металу з малим обтисненням, або використовують ефективні технологічні змазки. Для волочіння проволочи більше 1мм, використовують мильний порошок, а для проволочи менше 1мм водні емульсії на основі мінеральних або рослинних масел. При волочінні кольорових металів використовуються мастила. Після правлення сталюї катанки на її поверхню наносять підмастильний шар з вапна (вапнування), бору (борування), міді (мідювання). Цей шар поліпшує захват технологічної змазки [3,5].

Порядок виконання роботи

Роботу виконують на універсальній машині УГ-20/2. Зусилля волочіння вимірюється за указаним приладом. Досліди проводяться на сталевих зразках. Волочіння проводять у різних волоках при використанні однієї технологічної змазки. Перед волочінням необхідно заміряти діаметри зразків та діаметри калібрувального кільця волок.

Коефіцієнт витягання визначають за формулою

$$\mu = \frac{F_0}{F_1} = \frac{d_0^2}{d_1^2} \quad (10.1)$$

Відносне обтискування зразків розраховують за формулою

$$\varepsilon = \frac{\Delta F}{F_0} = 1 - \frac{1}{\mu} \quad (10.2)$$

Результати вимірів та розрахунків заносимо до таблиці 10.1.

Таблиця 10.1 Дослідні та розрахункові дані волочіння дроту

№	D мм	d Мм	μ	ε %	P Н	$\sigma_{\text{вол}}$ Н/мм ²
1						
2						
3						
4						

Зміст звіту

У звіті необхідно зазначити назву роботи, мету роботи. Навести стислі теоретичні відомості, зробити необхідні розрахунку та заповнити таблицю 10.1. На підставі отриманих даних необхідно було побудувати графік залежності зусилля волочіння від коефіцієнту витяжки. Пояснити одержані результати [1 с.287-297;3 с.87-97; 4с. 41-44; 5 с. 15-32].

Контрольні запитання

1. Які фактори впливають на зусилля волочіння?
2. Дріт якого мінімального діаметру отримують при гарячій прокатці на дровових станах?
3. З якого сплаву виготовляють волокни для деформації метала діаметром більш 0.3мм?
4. Як розраховують коефіцієнт витяжки?

5. Який тип змазки використовують при волочінні кольорових металів?
6. Яке призначення підзмазуючого шару?
7. Як визначають відносне обтискування?
8. Як змінюється зусилля зі зменшенням отвору волоки?
9. Які типи змазок використовують у волочильному виробництві?
10. Назвіть послідовність технологічних операцій при волочінні.
11. В яких межах знаходиться значення напівконуса волоки?

Лабораторна робота № 11

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ КУТІВ ВОЛОЧІННЯ ШТАБИ

Мета роботи: Визначення оптимальних кутів волочіння під час протягування прямокутної штаби.

Теоретична частина

Форма подовжнього профілю обтискуючої зони волоки значно впливає на величину енергосилові параметрів процесу волочіння, на інтенсивність спрацювання волок, якість притягваних виробів та продуктивність волочильних станів. На практиці волочіння прямокутних профілів частіше використовуються волоки з клинковою формою волочильного каналу і менше – радіальні волоки. Однак, між клинковою обтискуючою зоною та калібруючою зоною завжди є зона плавного переходу (перехідна зона), яка має радіус закруглення r [5].

Наявність перехідної зони забезпечує зниження сили волочіння та істотне збільшення стійкості волоки, так як виключається можливість інтенсивного спрацювання місця сполучення за рахунок ліквідації різкого повороту волокон металу в процесі деформації.

Дослідження показують, що під час волочіння мінімальне напруження і сила волочіння досягаються при використанні не тільки оптимальних кутів

волочіння, але й при наявності у волочильному каналі перехідної зони оптимальної протяжності, яка збудована радіусом закруглення, маючим оптимальне значення $r_{on} = (0,8 \dots 1,5)h$, (де h – товщина штаби після переходу).

Оптимальні кути волочіння в основному залежать від обтиснення або витягування за перехід.

При традиційному способі експериментального визначення оптимальних кутів волочіння заготовку протягують за один перехід на однаковий кінцевий переріз крізь ряд волок з різними кутами 2α їх клинових зон. Кут, при якому досягається мінімальна сила волочіння, вважають оптимальним. Однак, цей спосіб дуже трудомісткий, бо потребує великої кількості волок, які повинні бути точно виготовлені.

Для визначення оптимальних кутів при волочінні прямокутних штаб розроблено спеціальний прилад, який має два поворотних (відносно осей 0, рис.11.1) деформуючих елементи(2), виготовлених з загартованої сталі з полірованими робочими поверхнями. Положення елементів у корпусі(1) регулюється гвинтами(3) і (4), при цьому гвинтами(3) встановлюють необхідну товщину h протягуваної штаби, а гвинтами(4) – величину кута 2α [8].

Порядок виконання роботи

Роботу виконують на волочильній установці, змонтованій на розривній машині з максимальною силою 200 кН. Деформуючі елементи мають радіус и закруглення $r = \dots$ мм (вказати величину радіуса).

Крізь прилад протягують прямокутні зразки з початковою товщиною $H = \dots$ мм і шириною $B = \dots$ мм (вказати розміри H і B) на кінцеву товщину $h = \dots$ мм і ширину $b = \dots$ мм (вказати розміри h і b) з міді чи алюмінію (вказати тип металу) зі швидкістю волочіння 0,05 ... 0,10 м/хв. В якості технологічного мастила використовують ... (вказати тип мастила).

Волочіння проводять у такій послідовності. Зразки прямокутного профілю, з попередньо загостреними кінцями і добре змащені мастилом, встановлюють між деформуючими елементами, розведеними на кут $2\alpha = 4 \dots 8^\circ$.

Потім після закріплення кінця штаби у затискачі машини протягують її на необхідну товщину h з фіксуванням сили волочіння P . Вимірюють відстань H_D і розраховують кут α за формулою:

$$\alpha = \arcsin \left\{ \frac{A}{1 + K^2} \left[1 + \sqrt{1 - (1 + K^2)(1 - K^2 / A^2)} \right] \right\}, \quad (11.1)$$

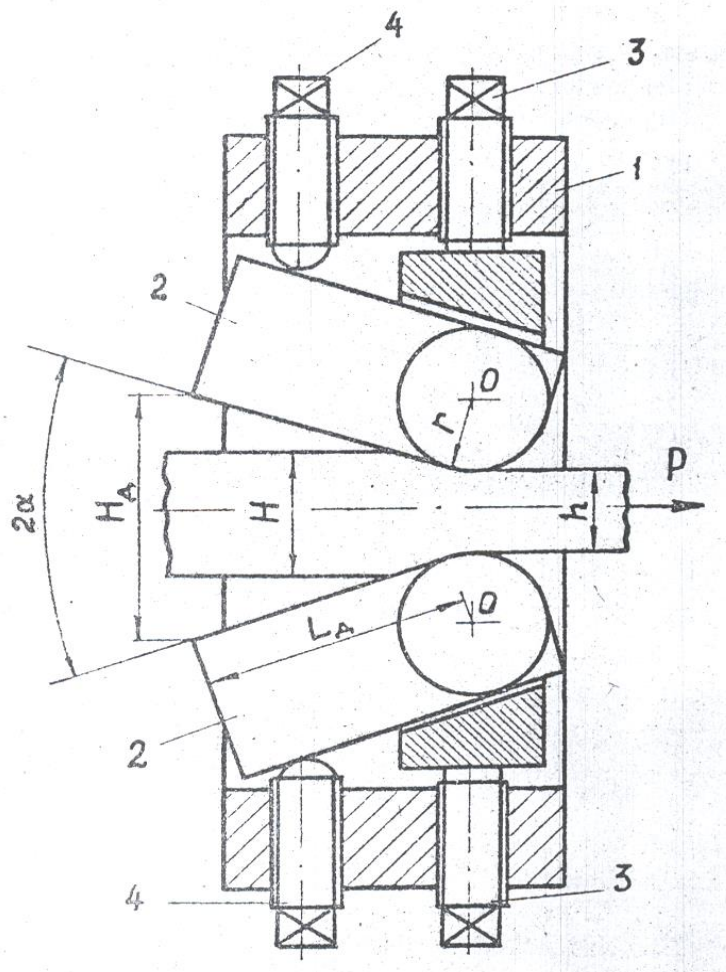


Рис.11.1 Схема приладу для визначення оптимального кута волочіння прямокутної штаби

де A , K – параметри, які визначають за вираженням:

$$A = (H_D - h - 2r) / 2L_D;$$

$$K = r / L_D.$$

Потім розраховують коефіцієнт обтиснення H/h . Після цього гвинти (4) викручують на 0,3 ... 0,5 мм і продовжують волочіння штаби. Одержані дослідні та розрахункові дані аносять до табл. 11.1.

Таблиця 11.1 Дослідні та розрахункові дані процесу волочіння штаби

Номер Дослід у	H мм	B мм	h мм	b мм	H/h	H _д мм	P кН	α, град. За форм.1
1								
2								
3								

Зміст звіту

У звіті необхідно зазначити назву роботи, мету роботи. Навести стислі теоретичні відомості, зробити необхідні розрахунку та заповнити таблицю 11.1. Намалювати схему процесу волочіння штаби на приладі. Побудувати графік залежності сили волочіння P від кута волочіння α і визначають оптимальний кут волочіння. Пояснити одержані результати [2с. 31-34; 3 с. 31-39; 5 с.3-6; 3с.31-39; 8 с. 1-4].

Контрольні запитання

1. Яка залежність сили волочіння від кута волочіння?
2. Що таке оптимальний кут волочіння?
3. Які методи визначення оптимальних кутів волочіння вам відомі? Охарактерізуйте їх.
4. Від чого залежить оптимальний кут волочіння?
5. Яке призначення перехідної зони?
6. Волоки якої форми застосовують при волочінні прямокутних профілів?
7. За допомогою чого регулюється положення елементів в розглядаємому приладі?

Додаток А. Значення параметрів у формулі Третьякова

Метал, сплав	Н/мм		m
	$\sigma_{\text{то}}$	σ	
Алюміній А1	60	6,4	0,62
Мідь М4	75	56,0	0,41
Ст0	250	56,2	0,46
Сталь 08 кп	230	34,6	0,60
Сталь 10	300	29,5	0,64
Сталь 45	350	86,6	0,48
Сталь У8А	390	18,0	0,84
Сталь У10А	400	64,0	0,60
Сталь 65Г	400	176,0	0,35
Латунь Л68	120	36,0	0,62
Латунь Л62	150	31,0	0,65

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. – М.: Металлургия, 1978. – 360 с.
2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Теорія обробки металів тиском” для студентів спеціальностей 11.08 і 17.03. Укл. Ю.С. Зыков. – Запоріжжя: ЗДІА, 1994. – 38 с.
3. Ніколаєв В.О. Теорія обробки металів тиском . навчальний посібник. -Запоріжжя: ЗДІА,2015.-110с. Видання 3-є перероблене і доповнене.
4. Іващенко В.І., Васильченко Т.О. Технологія пресування та волочіння: методичні вказівки до лабораторного практикуму для студентів ЗДІА спеціальності 7.090404 «Обробка металів тиском» Запоріжжя,ЗДІА, 2011. – 56с.
5. Зыков Ю.С. Теория волочения сплошных профилей: Учебн. пособие – К.: УМК ВО, 1991. – 116 с.
6. А.с. 856605 СССР, МКИ³В 21 С 3/02. Волока для волочения профилей / Ю.С. Зыков, А.Г. Васильев, А.А. Кочетков (СССР), №2798564/22 – 02; Заявлено 19.07.79. – Опубл. 23.08.81. – Бюл. №31 – с. 34.
7. Третьяков А.В., Зюзин В.И. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением. – М.: Металлургия, 1973, - 224с.
8. А.с. 1061876 СССР, МКИ³В 21 С 3/08. Устройство для определения оптимального угла волочения / Ю.С. Зыков, А.Г. Васильев, А.А. Кочетков (СССР), № 3401198 / 22 – 02; Заявлено 26.02 82. – Опубл. 23.12.83. – Бюл. №47 – с.36.