

Лабораторна робота № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗШИРЕННЯ ПРИ ПРОКАТУВАННІ

2.1 Мета роботи

Мета роботи – дослідження залежності розширення від абсолютного обтиснення і початкової ширини штаби.

2.2 Теоретичний вступ

Зміна ширини штаби при прокатуванні (абсолютна поперечна деформація) називається розширенням.

Розширення визначають за формулою:

$$\Delta b = b_1 - b_0 \quad (2.1)$$

де b_1 і b_2 – ширина штаби до і після прокатування.

Простому процесу прокатування відповідає об'ємна схема деформованого стану із зменшенням висоти і збільшенням довжини і ширини прокатуваної штаби (рис. 2.1). Відповідно до закону сталості об'єму, сума подовжньої і поперечної деформацій дорівнює висотній деформації. Величина висотної деформації (обтиснення) задається геометрією осередку деформації – початковою товщиною штаби і зазором між валками. Співвідношення між подовжньою (витяжка) і поперечною (розширення) деформаціями визначається законом найменшого опору.

При прокатуванні, як правило, середня ширина осередку деформації більше його довжини. У зв'язку з цим, опір течії у подовжньому напрямі менший, ніж у поперечному, і течія металу у витяжку помітно більше поперечної деформації.

Усі чинники, що збільшують опір течії металу в подовжньому напрямі і полегшують течію в поперечному напрямі, збільшують розширення; навпаки, чинники, що полегшують течію в подовжньому напрямі, зменшують розширення.

Розглянемо основні чинники прокатування, що впливають на розширення при простому процесі прокатування.

1. Абсолютне обтиснення. Із збільшенням абсолютного обтиснення розширення збільшується. Вплив цього чинника пояснюється двома причинами. Чим більше висотна деформація, тим інтенсивніше течія металу, тим більше і розширення, і витяжка. З цієї точки зору абсолютне обтиснення є основним чинником, що визначає величину розширення. Найчастіше величину розширення оцінюють коефіцієнтом $k = \frac{\Delta b}{\Delta h}$, що показує яку частину від абсолютного обтиснення складає розширення.

Друга причина збільшення Δb полягає у тому, що із зростанням абсолютного обтиснення збільшується довжина контакту, оскільки $l_d = \sqrt{R \cdot \Delta h}$. У зв'язку з цим зростає сума сил тертя, яку треба подолати частинкам металу при

течії в подовжньому напрямі у витяжку а, отже, збільшується течія металу в поперечному напрямі.

2. Діаметр валків. Із збільшенням діаметру валків також збільшується довжина контакту l_d , ускладнюється подовжня течія металу і збільшується розширення.

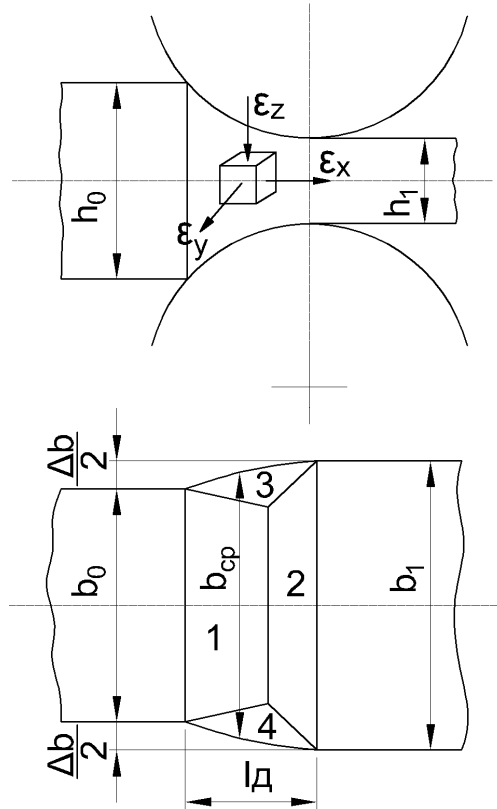


Рисунок 2.1 – Течія металу при простому процесі прокатування:

1 – зона відставання; 2 – зона випередження; 3, 4 – зони розширення.

3. Ширина штаби. Із збільшенням ширини штаб збільшуються опор тертю поперечній течії металу і розширення зменшується.

4. Коефіцієнт тертя. Із збільшенням коефіцієнта тертя зростає опір течії металу, як в подовжньому, так і в поперечному напрямі. Вплив підвищення коефіцієнта тертя на розширення залежить від форми осередку деформації. При широкому осередку деформації ($b_{cp} > l_d$) підвищення коефіцієнта тертя приводить до збільшення течії металу в подовжньому напрямі відповідно до закону найменшого опору, при цьому зменшується об'єм металу, що зміщується у напрямі розширення, і величина абсолютного розширення. При вузькому осередку деформації ($b_{cp} < l_d$), що характерний для умови сортового прокатування, підвищення коефіцієнта тертя приводить до збільшення розширення, оскільки відповідно до закону найменшого опору велика частина металу, що обжимається, зміщується у напрямі короткої сторони (у розширення). Непрямий вплив на розширення здійснюють такі чинники, як температура, хімічний склад металу, швидкість прокатки, мастила тощо, які впливають на величину коефіцієнта тертя.

5. Натягнення кінців штаби. Натягнення створює розтягуючу подовжню напругу в осередку деформації, що полегшує течію металу в подовжньому напрямі, збільшує витяжку і зменшує розширення. Підпір кінців штаби, навпаки, збільшує розширення. Особливо сильно позначається на величині розширення натягнення або підпір заднього (що входить) кінця штаби.

2.3 Порядок проведення роботи

Роботу проводять на двовалковому стані дуо з діаметром валків 200 мм. Використовують свинцеві зразки, зображені на рис. 2.2 і 2.3. Розміри початкових зразків приведені в табл. 2.1. Номер ділянки зразка: менша ділянка – це 1 ділянка, середня – це 2 ділянка, більша – це 3 ділянка.

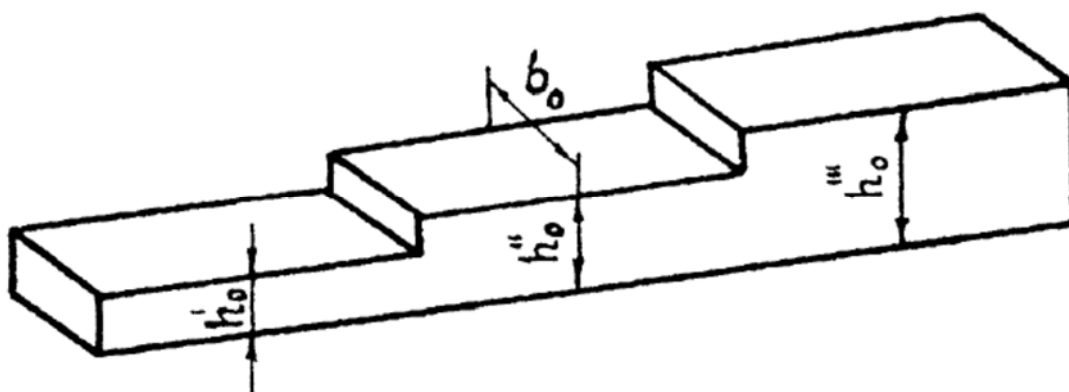


Рисунок 2.2 – Зразка для дослідження впливу обтиснення на розширення металу при прокатуванні

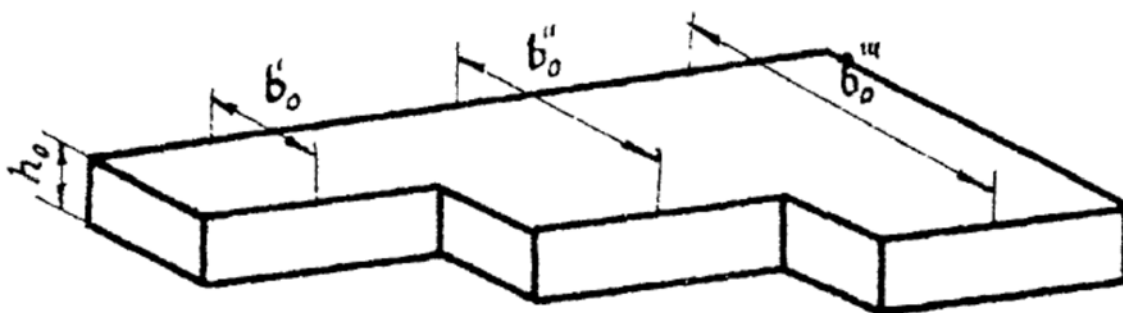


Рисунок 2.3 – Зразок для дослідження впливу початкової ширини штаби на розширення при прокатуванні

2.4 Дослідження впливу обтиснення на розширення металу при прокатуванні

Для дослідів використовують ступінчастий зразок, зображений на рис. 2.2. Зразок прокатують за один прохід так, щоб всі ділянки штаби отримали певне обтиснення. Для цього зразок задається тонкою частиною вперед. Після

прокатування вимірюють товщину і ширину кожної ділянки штаби і дані заносять до табл. 2.1. Розширення визначають за формулою (2.2). Далі розраховують теоретичне значення розширення за формулами:

А.П. Чекмарева

$$\Delta b = \frac{2 \cdot b_{cp} \cdot \Delta h}{(h_0 + h_1) \cdot [1 + (1 + \alpha) \cdot (\frac{b_{cp}}{R \cdot \alpha})^n]} \quad (2.2)$$

де b_{cp} – середня ширина штаби: $b_{cp} = \frac{b_0 + b_1}{2}$; n – показник ступеня:

– для широкого осередку деформації ($b_{cp} > R \cdot \alpha$) $n = 2$;

– для вузького осередку деформації ($b_{cp} < R \cdot \alpha$) $n = 1$;

Δh для кожної ділянки дорівнює $\Delta h = h_0 - h_1$;

α – угол контакту, що визначається за формулою:

$$\alpha = \sqrt{\frac{\Delta h}{R}} \quad (2.3);$$

R – радіус валків.

Ю.С. Зикова

$$\Delta b = \frac{1 + f}{2} \cdot \frac{\Delta h}{h_0 + h_1} \cdot \sqrt{R \cdot \Delta h} \quad (2.4);$$

де f – коефіцієнт контактного тертя (залежно від стану валків і мастила дорівнює 0,1 – 0,2).

Дані заносять до табл. 2.1 і порівнюють розширення Δb , отримане практичним шляхом, і отримане теоретичним шляхом розрахунком за формулами (2.2 і 2.4). Приклад заповнення табл. 2.1 наведено нижче.

Будують графіки залежності розрахункового і дослідного значення розширення Δb від обтиснення Δh (приклад рис. 2.4 наведено нижче).

Таблиця 2.1 – Дослідні і розрахункові дані щодо дослідження залежності розширення від обтиснення при прокатуванні

Номер ділянки зразка	Розміри зразка до і після прокатування, мм				Δh , мм	Розширення Δb за формулою (2.1), мм	Розширення Δb за формулами, мм	
	h_0	b_0	h_1	b_1			(2.2)	(2.4)
1	9	15	8,5	16,3	0,5	1,3	5,6	0,1
2	12	15	8,5	18	3,5	3,0	11,5	1,8
3	15	15	8,5	19,3	6,5	4,3	17,5	4,1

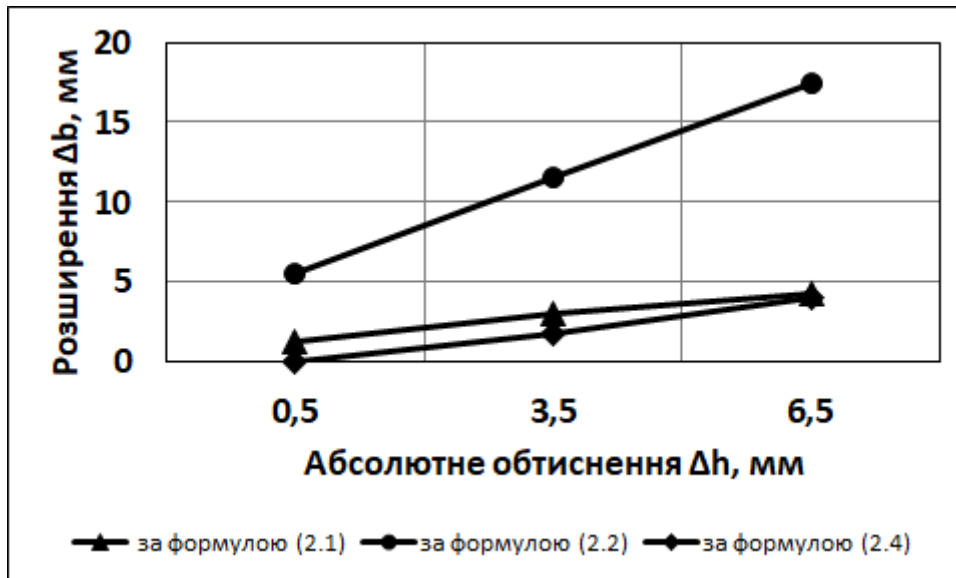


Рисунок 2.4 – Залежність розширення металу від абсолютного обтиснення, розрахованого за різними формулами

2.5 Дослідження впливу початкової ширини штаби на розширення при прокатуванні

Для дослідів використовують ступінчастий (по ширині штаби) зразок, зображений на рис. 2.3. Вимірюють товщину і ширину кожної ділянки зразка і прокатують за один прохід, задаючи його у валки широким кінцем. Після прокатування вимірюють товщину і ширину кожної ділянки штаби і дані заносять до табл. 2.3. Розширення визначають за формулою (2.1). Крім того, для порівняльної оцінки визначають коефіцієнт розширення за формулою:

$$\beta = \frac{b_1}{b_0} \quad (2.5);$$

Далі розраховують теоретичне значення коефіцієнта розширення за формулою Ю.С. Зикова:

$$\beta = \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^a \quad (2.6);$$

де a – показник поперечної деформації, який визначається за формулою:

$$a = \frac{\frac{h_{cp}}{l_d} + \frac{f}{2}}{\frac{2 \cdot h_{cp}}{l_d} + \left(\frac{b_0}{l} \right)^2} \quad (2.7);$$

де h_{cp} – середня товщина штаби: $h_{cp} = \frac{h_0 + h_1}{2}$;

l_d – довжина осередку деформації (див. рис. 2.1), яка визначається за формулою:

$$l_d = \sqrt{R \cdot \Delta h} \quad (2.8).$$

Розрахункові значення розширення і коефіцієнта розширення заносяться до табл. 2.3. Будують графіки залежності: значення розширення Δb від початкової ширини штаби b_0 (рис. 2.5); розрахункового і дослідного значення коефіцієнта розширення β від початкової ширини штаби b_0 (рис. 2.6). Приклад заповнення табл. 2.3 і графіків на рис. 2.5 і 2.6 наведено нижче.

Таблиця 2.3 – Дослідні і розрахункові дані дослідження впливу ширини штаби на розширення при прокатуванні

Номер ділянки зразка	Розміри зразка до і після прокатування, мм				Розширення Δb за формулою (2.1), мм	Коефіцієнт розширення β за формулою (2.5)	Коефіцієнт розширення β за формулою (2.6)
	h_0	b_0	h_1	b_1			
1	10	10,5	8	11,1	0,6	1,06	1,009
2	10	20,5	8	20,9	0,4	1,02	1,008
3	10	30,0	8	30,2	0,2	1,01	1,007

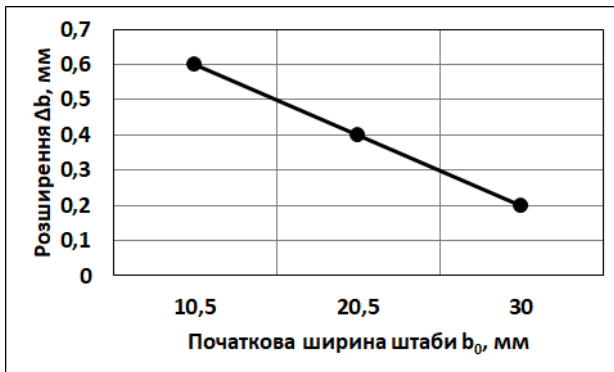


Рисунок 2.5 – Залежність Δb від b_0

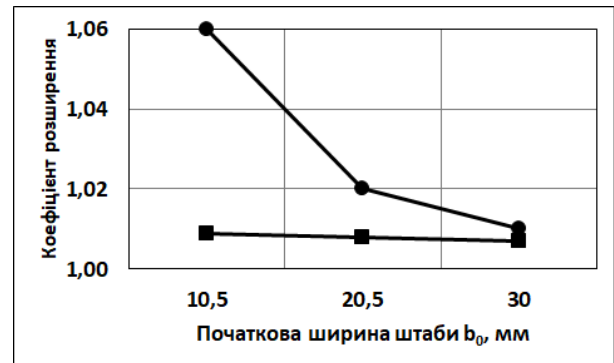


Рисунок 2.6 – Залежність β від b_0

Необхідно оформити звіт і зробити висновки.

Контрольні питання

1. Чим обумовлено розширення при прокатуванні?
2. За якою формулою визначається розширення при прокатуванні?
3. Які основні чинники, що впливають на розширення при прокатуванні?
4. Яким чином впливає абсолютне обтиснення на розширення?
5. Яким чином впливає діаметр валків на розширення при прокатуванні?
6. Яким чином впливає ширина штаби на розширення при прокатуванні?
7. Яким чином впливає коефіцієнт тертя на розширення при прокатуванні?

Література до лабораторної роботи 1: [1, 3, 5, 7]