

## 6 НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН І РОЗШИРЕННЯ ШТАБИ

(Завдання № 6)

### 6.1 Особливості розрахунку розширення штаби при прокатуванні

Напружений стан штаби при прокатуванні характеризується об'ємною схемою з трьома стискуючими напругами. Схема деформованого стану штаби також є об'ємною і характеризується однією деформацією стискання і двома деформаціями подовження. Однак існують умови прокатки, при яких розширення штаби практично відсутнє. Це відбувається, наприклад, при прокатуванні широких штаб. В таких випадках деформаційний стан штаби є плоским, а схема деформованого стану представляє собою одну деформацію стискання і одну деформацію подовження.

Якщо знати схему напружено-деформованого стану металу при прокатуванні, можна визначити інтенсивність його течії в поздовжньому або в поперечному напрямку. Враховуючи, що інтенсивність поздовжньої течії металу залежить від параметру  $b_0/h_0$ , В.С. Смірновим була запропонована формула для визначення схеми напруженого стану металу при прокатуванні [6]:

- для об'ємної схеми деформації справедлива наступна нерівність:

$$0 < \frac{b}{h} < \frac{0,465}{f};$$

- для схеми плоскої деформації:

$$\frac{b}{h} > \frac{0,465}{f}.$$

В результаті виконання завдання № 6 розраховується:

- мінімально можлива ширина зливка, при якій розширення відсутнє при прокатуванні в чорновій кліті товстолистового стану (завдання № 6а);
- розширення штаби в залежності від обтиснення і діаметра валків (завдання № 6 б).

### 6.2 Приклад виконання завдання № 6а

В чорновій кліті товстолистового стану ТЛС 3600 прокатують листовий злиток із сталі 12ХНДП товщиною 780 мм, нагрітий до 1200°C. Валки сталеві, швидкість прокатки 2,16 м/с. Визначити мінімально можливу ширину зливка, при якій розширення буде практично відсутнє.

## *Рішення*

1. Розраховуємо коефіцієнт контактного тертя при прокатуванні зливка:

$$f = 1,05 - 0,0005 \cdot t - 0,056 \cdot v = 1,05 - 0,0005 \cdot 1200 - 0,056 \cdot 2,16 = 0,329.$$

2. Розширення практично відсутнє при умові плоскодеформованій схемі прокатки, коли виконується нерівність

$$\frac{b}{h} \geq \frac{0,465}{f}.$$

Тоді:

$$b_0 \geq \frac{0,465 \cdot h_0}{f} = \frac{0,465 \cdot 780}{0,329} = 1102 \text{ мм} \approx 1,1 \text{ м}.$$

### **6.3 Варіанти індивідуальних завдань № 6а**

**Таблиця 6.1** – Вихідні дані для розрахунку мінімально можливої ширини зливка, при якій розширення буде практично відсутнє

Варіант	$h_0$ , мм	$t$ , °C	$v$ , м/с
Приклад	780	1200	2,16
1	775	1205	2,15
2	770	1210	2,14
3	765	1215	2,13
4	760	1220	2,12
5	755	1225	2,11
6	750	1230	2,10
7	745	1235	2,09
8	740	1240	2,08
9	735	1245	2,07
10	730	1250	2,06
11	725	1195	2,17
12	720	1190	2,18
13	715	1185	2,19
14	710	1180	2,20
15	705	1175	2,21
16	700	1170	2,22
17	695	1165	2,23
18	690	1160	2,24
19	685	1155	2,25
20	680	1150	2,26

## 6.4 Приклад виконання завдання № 6 б

Визначити вплив обтиснення і діаметру валків на розширення при прокатуванні штаби товщиною 100 мм в валках діаметром 300, 700 і 1100 мм, якщо обтиснення приймають наступні значення: 5, 10, 15, 20 і 25 мм. Побудувати графіки залежності розширення від обтиснення та діаметра валків і проаналізувати отриманні результати.

### *Рішення*

Розглянемо випадок, коли  $\Delta h = 5$  мм, а діаметр валків 300 мм.

1. Знаходимо відносне обтиснення штаби:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{5}{100} = 0,05.$$

2. Розраховуємо довжину захвату металу валками:

$$l_d = \sqrt{\frac{\Delta h \cdot D}{2}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 300}{2}} = 27,39 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо величину розширення:

$$\Delta b = 0,4 \cdot \varepsilon \cdot l_d = 0,4 \cdot 0,05 \cdot 27,39 = 0,55 \text{ мм.}$$

Для інших випадків прокатки розрахунки виконуються аналогічно.

Результати розрахунку зведені в табл. 6.2 і відображені на рис. 6.1 і 6.2. Контурні графіки на рис. 6.2 побудовано за допомогою програми Mathcad.

**Таблиця 6.2** – Вплив обтиснення і діаметра валків на розширення

Обтиснення $\Delta h$ , мм	Розширення $\Delta b$ , мм, при діаметрі валків $D$ , мм		
	300	700	1100
5	0,55	0,84	1,05
10	1,55	2,37	2,97
15	2,85	4,35	5,45
20	4,38	6,69	8,39
25	6,12	9,35	11,73

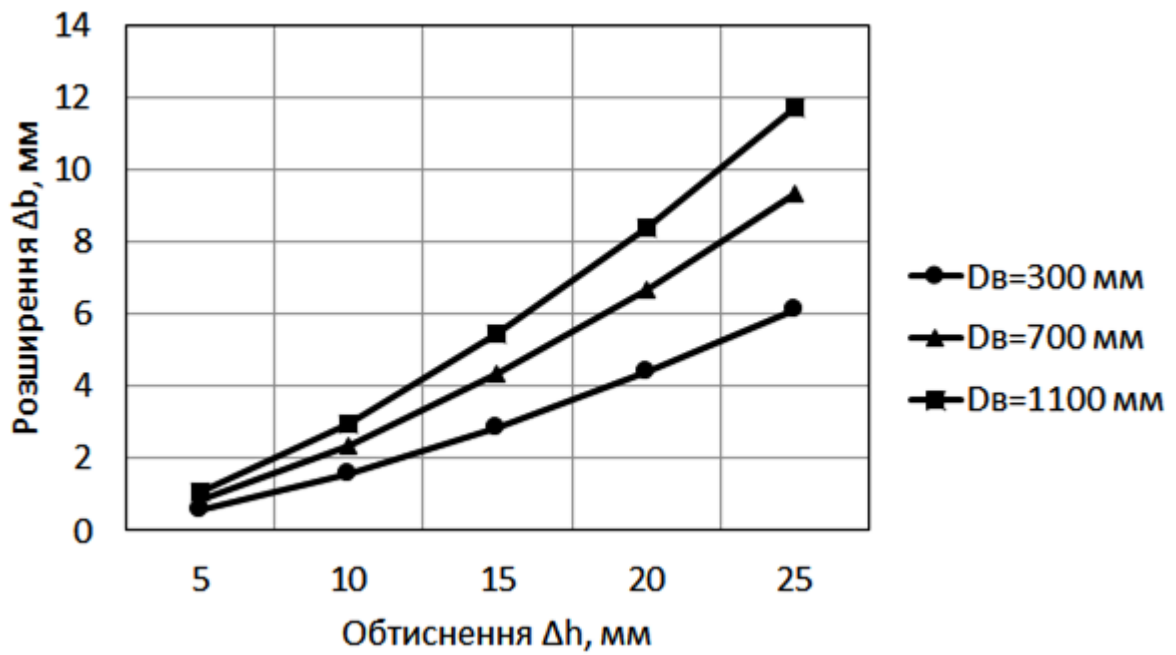


Рисунок 6.1 - Залежність розширення від обтиснення і діаметра валків

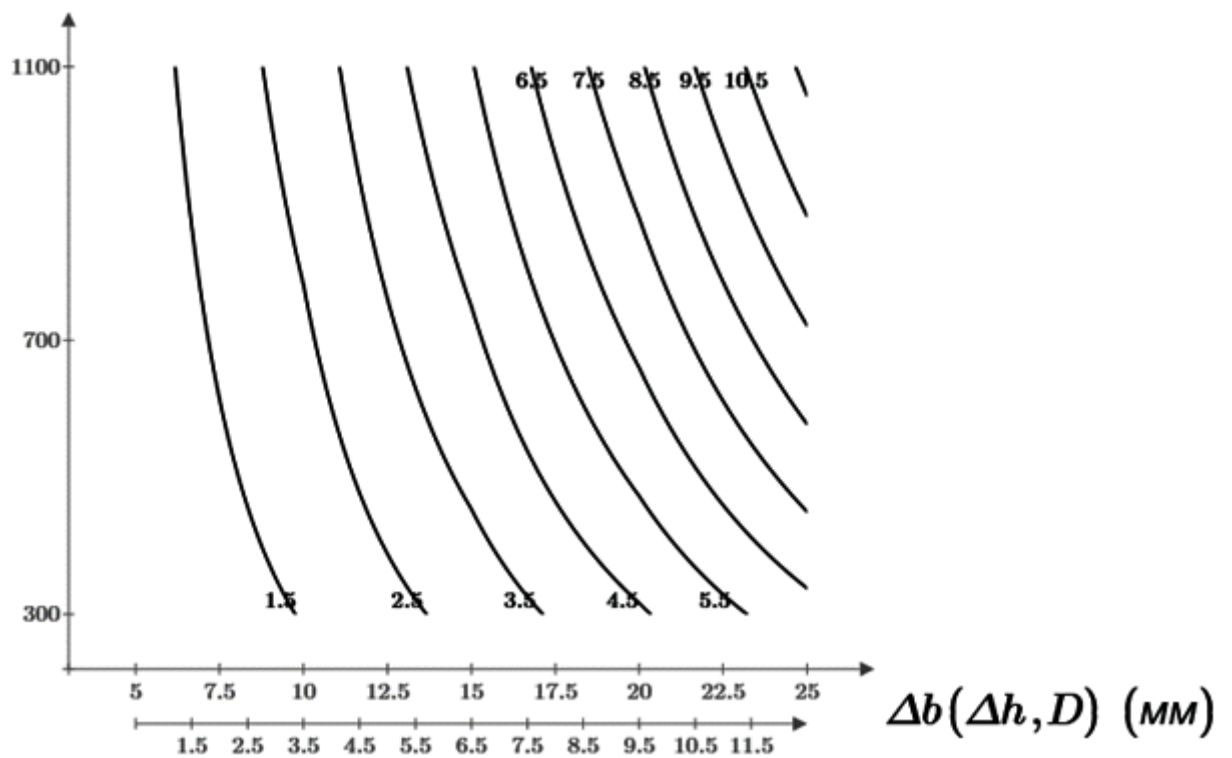


Рисунок 6.2 - Графік ліній рівня (контурний графік) залежності розширення від обтиснення  $\Delta h$ , мм, і діаметра валків  $D$ , мм (вертикальна вісь –  $D$ , горизонтальна вісь –  $\Delta h$ )

## 6.5 Варіанти індивідуальних завдань № 6 б

Таблиця 6.3 - Вихідні дані для розрахунку розширення штаби в залежності від обтиснення і діаметра валків

Варіант	$h_0$ , мм	$D_1$ , мм	$D_2$ , мм	$D_3$ , мм	$\Delta h_1$ , мм	$\Delta h_2$ , мм	$\Delta h_3$ , мм	$\Delta h_4$ , мм	$\Delta h_5$ , мм
Приклад	100	300	700	1100	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
1	98	298	698	1098	4,9	9,9	14,9	19,9	24,9
2	96	296	696	1096	4,8	9,8	14,8	19,8	24,8
3	94	294	694	1094	4,7	9,7	14,7	19,7	24,7
4	92	292	692	1092	4,6	9,6	14,6	19,6	24,6
5	90	290	690	1090	4,5	9,5	14,5	19,5	24,5
6	88	288	688	1088	4,4	9,4	14,4	19,4	24,4
7	86	286	686	1086	4,3	9,3	14,3	19,3	24,3
8	84	284	684	1084	4,2	9,2	14,2	19,2	24,2
9	82	282	682	1082	4,1	9,1	14,1	19,1	24,1
10	80	280	680	1080	4,0	9,0	14,0	19,0	24,0
11	78	278	678	1078	3,9	8,9	13,9	18,9	23,9
12	76	276	676	1076	3,8	8,8	13,8	18,8	23,8
13	74	274	674	1074	3,7	8,7	13,7	18,7	23,7
14	72	272	672	1072	3,6	8,6	13,6	18,6	23,6
15	70	270	670	1070	3,5	8,5	13,5	18,5	23,5
16	68	268	668	1068	3,4	8,4	13,4	18,4	23,4
17	66	266	666	1066	3,3	8,3	13,3	18,3	23,3
18	64	264	664	1064	3,2	8,2	13,2	18,2	23,2
19	62	262	662	1062	3,1	8,1	13,1	18,1	23,1
20	60	260	660	1060	3,0	8,0	13,0	18,0	23,0