

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Цель работы – изучить общее устройство прокатного стана для продольной прокатки.

Задачи:

- ознакомиться с условиями захвата заготовки валками;
- рассчитать основные величины деформации заготовки при прокате;
- определить угол захвата и опережение.

## 2. ТЕОРИЯ

Прокатке подвергается до 90 % всей выплавляемой стали и большая часть цветных металлов.

Сущность прокатки заключается в пластической деформации нагретой или холодной заготовки при прохождении ее между вращающимися валками. Зазор между валками должен быть меньше толщины заготовки. Силами трения заготовка втягивается между валками, а силы направленные по нормали к поверхности валков, уменьшают поперечные размеры заготовки.

Выделяют три вида прокатки: продольную, поперечную и поперечно-винтовую (рис. 2.1). При продольной прокатке валки вращаются в разные стороны, заготовка перемещается перпендикулярно к осям валков. При поперечной прокатке валки вращаются в одну сторону, заготовка вращается и деформируется. При поперечно-винтовой (косой) прокатке валки расположены под углом и сообщают заготовке вращательное и поступательное движение.

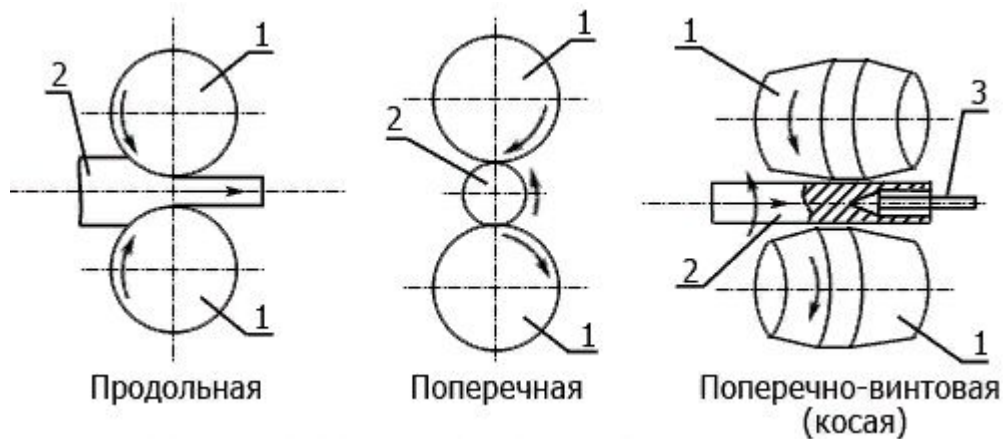


Рис. 2.1. Виды прокатки

1 – валки; 2 – заготовка; 3 – оправка

Оборудование, на котором прокатывают металл, называется прокатным станом (рис. 2.2). Прокатный стан для продольной прокатки состоит из одной 10 или нескольких рабочих клеток, в которых находятся прокатные валки 2 (от двух до шести и более). Рабочая клетка состоит из двух станин 1, соединенных между собой поперечными стальными стяжками 3, и монтируется на фундаменте.

Вращательное движение валки получают от электродвигателя 9 через редуктор 7, шестеренную клетку 5, соединительные муфты 6 и 8 и трефовые шпиндели 4.

Валки стана должны иметь одинаковую частоту вращения, поэтому передаточное отношение зубчатых колес клетки должно равняться единице.

Прокатные валки служат инструментом и должны обладать высокой прочностью и износостойкостью.

Валки применяются гладкие и калиброванные (рис. 2.3). Гладкие валки используют для прокатки листовой и полосовой стали, сортовую сталь прокатывают в калиброванных валках. Калиброванные валки имеют на рабочей поверхности специальные вырезы (ручья). Контур, образованный двумя ручьями валков, называется калибром.

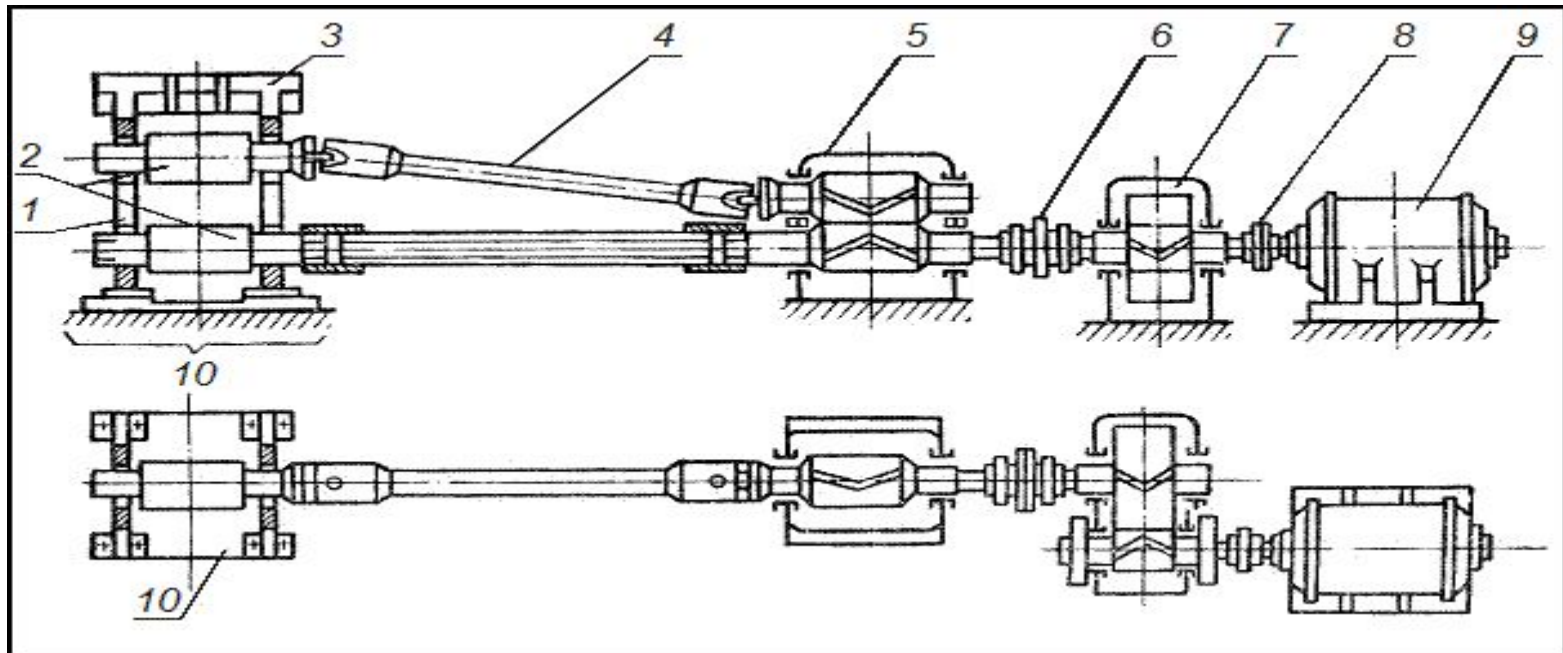
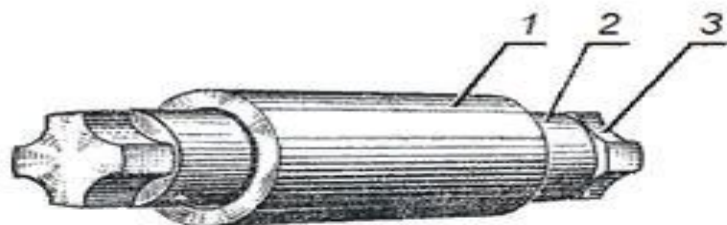
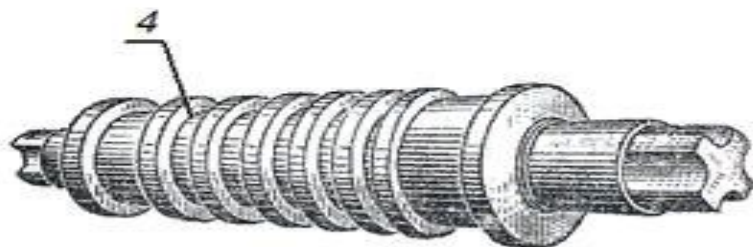


Рис. 2.2. Прокатный стан для продольной прокатки

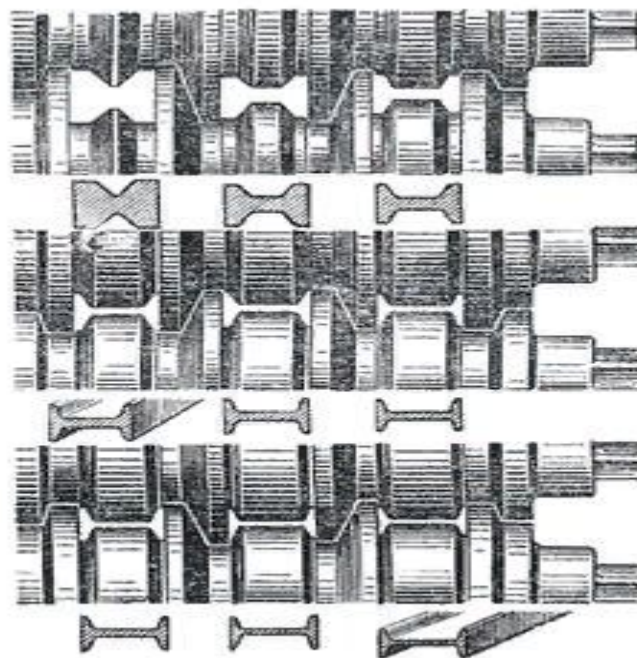
1 – станина; 2 – прокатные валки гладкие или калиброванные (должны обладать высокой прочностью и износостойкостью); 3 – поперечные стальные стяжки, соединяющие две станины; 4 – трещотчатые шпиндели, передающие вращение валкам; 5 – шестеренная клетка; 6 – соединительная муфта между редуктором и шестеренной клетью; 7 – редуктор; 8 – соединительная муфта между электродвигателем и редуктором; 9 – электродвигатель; 10 – рабочая клетка с расположенными в ней валками



а



б



в

Рис. 2.3. Внешний вид валков: а – гладкий; б – калиброванный; в – калибровка валков для прокатки балок двутаврового сечения;

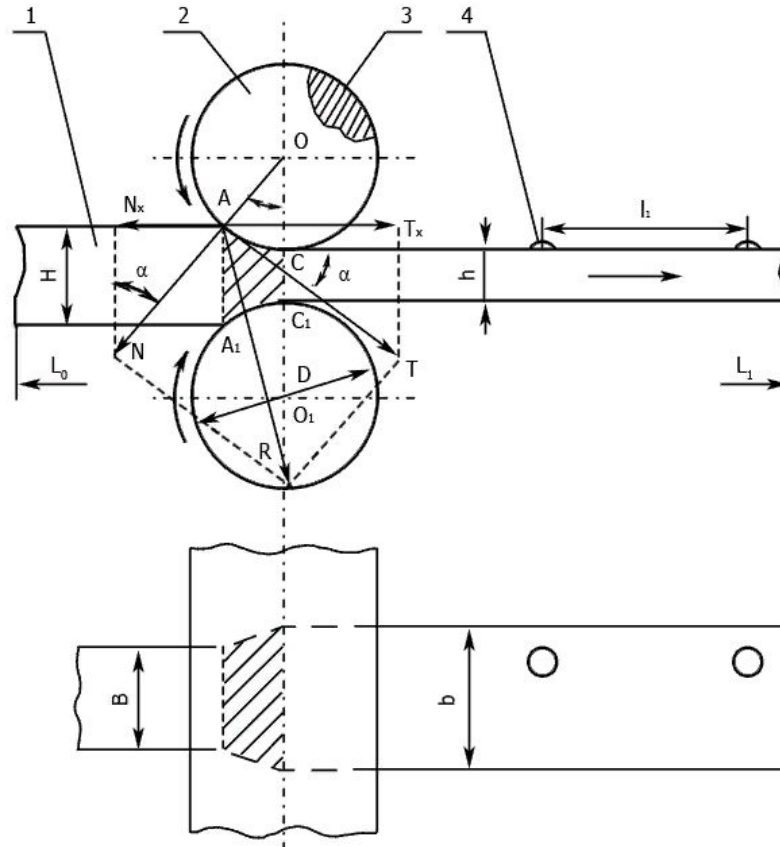
1 – бочка валка; 2 – шейка, опирающаяся на подшипники; 3 – хвостовик, выполненный в виде трезов, соединяющих валок с трезовыми шпинделями; 4 – ручей

Заготовка 1 (рис. 2.4) втягивается в зазор между валками 2 силой трения  $T$  и деформируется на участке  $ACC_1A_1$ , называемом зоной (очагом) деформации. Дуга  $AC$ , по которой валок контактирует с заготовкой, называется дугой захвата, а центральный угол  $\alpha$ , опирающийся на эту дугу, называется углом захвата.

В точках  $A$  и  $A_1$  заготовка соприкасается с валками и между ними возникает взаимодействие: с одной стороны центробежная сила реакции валков  $N$  стремится оттолкнуть заготовку, с другой – сила трения  $T$  стремится втянуть заготовку между валками.

Для определения условий втягивания необходимо, чтобы или .

Из условий теории трения можно принять, что , где – коэффициент трения при захвате заготовки валками.



1 – обрабатываемая заготовка  
 2 – прокатные валки  
 3 – керн на бочке прокатного валка  
 4 – отпечаток керна по поверхности заготовки  
 D – диаметр валка  
 H – высота заготовки до прокатки  
 h – высота заготовки после прокатки  
 L – длина заготовки до прокатки  
 $L_1$  – длина заготовки после прокатки  
 B – ширина заготовки до прокатки  
 $B_0$  – ширина заготовки после прокатки  
 T – вектор силы трения, которой заготовка втягивается между валками  
 N – центробежная сила реакции валков  
 A – точка касания заготовки с верхним валком  
 $A_1$  – точка касания заготовки с нижним валком  
 C – точка касания прокатанной заготовки с верхним валком  
 $C_1$  – точка касания прокатанной заготовки с нижним валком  
 $ACC_1A_1$  – зона (очаг) деформации  
 AC – дуга захвата, по которой заготовка контактирует с верхним валком  
 $A_1C_1$  – дуга захвата, по которой заготовка контактирует с нижним валком  
 a – угол захвата

Таким образом, для захвата заготовки валками, необходимо, чтобы коэффициент трения между ними был больше тангенса угла захвата.

При горячей прокатке различных сплавов на валках с гладкой бочкой угол захвата составляет 14-24°.

Возможность захвата заготовки валками может быть показана графически (рис. 2.4). Для этого, используя правило параллелограмма, строится равнодействующая R. Если вектор R направлен правее линии AA<sub>1</sub>, то прокатка возможна, если по линии – будет происходить пробуксовка заготовки. При направлении R левее линии AA<sub>1</sub> заготовку отбросит из валков. Это

П Угол захвата  $\alpha$  связан с абсолютным обжатием  $\Delta h = H - h$  и диаметром валков D выражением (рис. 2.4):

$$H - h = D(1 - \cos \alpha), \text{ откуда } \cos \alpha = 1 - \frac{H - h}{D}$$

Из данного выражения видно, что с увеличением диаметра валков при одинаковом абсолютном обжатии  $Dh$  угол захвата уменьшается и условия захвата улучшаются.

Следовательно, чем больше диаметр валков, тем больше абсолютное обжатие заготовки можно получить при одинаковом угле захвата.

При прокатке меняются параметры заготовки: уменьшается высота, значительно увеличивается длина и незначительно ширина, при этом все размеры до прокатки обозначаются соответственно  $H, L$  и  $B$ , а после прокатки –  $h, l$  и  $b$ .

Для характеристики деформации заготовки при прокатке определяют абсолютные и относительные величины и сравнительные коэффициенты.

1.	Абсолютное обжатие	$\Delta h = H - h$
2.	Абсолютное удлинение	$\Delta l = l - L$
3.	Абсолютное уширение	$\Delta b = b - B$
4.	Относительное обжатие	$\epsilon = \frac{\Delta h}{H} \cdot 100 \%$
5.	Относительное уширение	$\psi = \frac{\Delta b}{B} \cdot 100 \%$
6.	Относительное удлинение	$\delta = \frac{\Delta l}{L} \cdot 100 \%$
7.	Коэффициент обжатия	$\lambda = \frac{H}{h}$
8.	Коэффициент уширения	$\beta = \frac{b}{B}$
9.	Коэффициент вытяжки	$\mu = \frac{l}{L}$



## **2.1. Порядок проведения работы в действительности**

1. Измерить исходные значения заготовки из свинца ( $H$ ,  $B$  и  $L$ ) и записать полученные данные в таблицу 2.1 в строчке "0".
2. Произвести прокатку заготовки в три пропуска. После каждого пропуска измерить значения  $H$ ,  $B$  и  $L$  заготовки и записать результаты в таблицу 2.1 в строчках соответствующих пропусков.
3. По полученным данным эксперимента провести расчеты по формулам всех значений, предусмотренных в таблице. Полученные результаты внести в соответствующие графы таблицы 2.1 (строки 1, 2, 3).

## **4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

### **4.1. Порядок действий (рекомендованный)**

1. Линейку примените к заготовке – заготовка исчезнет со стола и появится на уровне глаз пользователя, в состоянии замера длины или ширины. Перевести линейку на нужную сторону заготовки можно кликом на соответствующую сторону. После замеров линейку положите на стол.
2. Затем штангенциркуль примените к заготовке - заготовка в воздухе со штангенциркулем займет положение удобное для замера толщины заготовки. После замера верните штангенциркуль и заготовку на место.
3. Включите стенд кнопкой ВКЛ на пульте. Примените заготовку к стенду, заготовка анимировано зайдет на сдавливание через валки. Выйдя из валков, заготовка упадет на станину установки.
4. Установку можно выключить.
7. Повторно проведите замеры геометрических размеров обработанной заготовки. Заготовку положите на стол.
8. Повторите опыт на других заготовках.



Номер пропуска	Размер исходной заготовки			Основные значения деформации									Угол захвата		Опережение
				Абсолютные значения, мм			Относительные значения, мм			Коэффициенты					
	H	B	L	$\Delta h$	$\Delta b$	$\Delta l$	$\epsilon$	$\psi$	$\delta$	$\lambda$	$\beta$	$\mu$	$\cos \alpha$	$\alpha$	
0															
1															
2															
3															

## 5. ОТЧЕТ

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Краткие теоретические сведения с необходимыми рисунками.
4. Расчеты к таблице 4.1.
5. Таблица 4.1 с результатами расчетов.
6. Выводы по проделанной работе.

### 5.1. Порядок защиты отчета

Защита отчетов по усмотрению преподавателя может проводиться методом опроса теоретического материала по данной теме или путем решения задач, приведенных в таблице 5.1. В соответствии с заданием, используя исходные данные, необходимо рассчитать все оставшиеся в задании величины.

Расчеты приводятся непосредственно в отчете или на отдельном листе, который затем прилагается к отчету.

№ п/п	H, мм	B, мм	L, мм	h, мм	b, мм	l, мм	μ	Δh, мм	Δb, мм	Δl, мм	ε, %	α
	2	11,6	50			75			0,4			
		12	10	2			1,5	1				
		12,9	50	1			2		0,1			
			15	1	10		3	2				
	2	14,8	65				3		0,2			
			15	1,5	10		3	2				
	2	12,6				100	2		0,4			
	3				12,3	150	3		0,3			
	4				12,3	100	2		0,3			
	1,5	13,3				80	2		0,2			
	2				12,2	150	3		0,2			
	3	14,6	60				2		0,4			
	1	11,9	50			100			0,1			
			20	2	12,3	2	2		0,3			
	4	10				90		2		40		
	3		70		10,1				0,1	30		
		12	40				1,9	2			50	
		13		1		210	2,9	2				
	4	10				100	2,9				50	
		11,3	50					1	0,7		30	
	3	11,8				100	2		0,2			
	2		60		12,3			1	0,3			
	4		80		10,2			1,5		50		
	4				12,3	100	2	0,3				
	2	10,2	50				2		0,3			
	3		50		12,3				0,3	50		

Примечание: При расчетах принять  $D=50$   
мм