



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4845277/27
(22) 28.06.90
(46) 15.08.92. Бюл. № 30
(71) Белорусский политехнический институт
(72) Л.А.Исаевич, С.И.Борбух (SU), Фань Куй (VN) и В.А.Хлебцевич (SU)
(56) Целиков А.И., Никитин Г.С., Рекотян С.Е. Теория продольной прокатки. М.: Металлургия, 1980, с.72, 225-227, 212, 239.

Заявка Японии
№ 49-38974, кл. В 21 В 31/22. 1974.

2

(54) СТАН ДЛЯ ПРОКАТКИ ТОНКИХ ЛЕНТ
(57) Использование: для прокатки тонких лент. Сущность изобретения: стан содержит станину, в которой в верхнем и нижнем подшипниках установлены своими катающими диаметрами гладкие прокатные валки. На противоположных торцах каждого из подшипников, со стороны входа металла в очаг деформации, выполнены боковые, обращенные друг к другу, выступы. Это позволяет повысить надежность. 5 ил., 4 табл.

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано для холодной прокатки тонких лент.

Известно, что с уменьшением диаметра валков контактное напряжение по дуге захвата понижается. При холодной прокатке упругая деформация сжатия может быть значительной. Местное сплющивание валков, а в случае холодной прокатки и прокатываемой ленты, в зоне деформации оказывает влияние на параметры деформации. Поэтому при прокатке тонких лент для снижения упругих деформаций и повышения тем самым размерной точности проката используют малый диаметр валков, что позволяет одновременно снизить контактные напряжения и, следовательно, энергозатраты. Но в этом случае происходит прогиб валков. Получение минимальной толщины ленты ограничено величиной диаметра валков. Для исключения прогиба рабочих валков применяют опорные валки большого диаметра, как например, это сделано в многовалковых станах.

Недостатком этих устройств является наличие опорных валков, т.е. промежуточного звена, которое вносит свои погрешности в геометрические размеры по толщине прокатываемых лент из-за возможного биения поверхностей вращения.

Наиболее близким к предлагаемому является прецизионный малогабаритный прокатный стан, содержащий станину, валки, установленные своими катающими диаметрами в верхнем и нижнем подшипниках скольжения. На противоположных концах каждого валка установлены шкивы, соединенные ременными передачами с электродвигателя индивидуальными приводами. В данном стане отсутствует промежуточное звено в виде опорных валков. Благодаря опоре рабочих валков непосредственно на подшипники увеличивается как их жесткость, так и точность прокатываемых лент.

Недостаток известного стана состоит в том, что с ним отсутствует механизм ограничения ширины прокатываемых лент. Это может скручивание и, как следствие, поломку

валков, поскольку передаваемый на валок момент при прочих равных условиях пропорционален ширине прокатываемой ленты.

Целью изобретения является повышение надежности стана.

Поставленная цель достигается тем, что в стане для прокатки тонких лент, содержащем валки, установленные своими катающими диаметрами в верхнем и нижнем подшипниках скольжения, и привод вращения валков, каждый подшипник скольжения установлен между стойками станины и выполнен на всю ширину окна каждой станины и стороны входа металла в очаг деформации с обращенным друг к другу выступом, при этом нижний подшипник скольжения установлен с возможностью перемещения вдоль продольной оси валков от собственного привода.

На фиг.1 схематично изображен стан, разрез; на фиг.2 – вид А на фиг.1; на фиг.3 и 4 – графики зависимости между величиной диаметра валков и шириной прокатываемых лент (на фиг.3 материал прокатываемых лент – сталь 10, а на фиг.4 материал – медь М1); на фиг.5 – геометрические параметры очага деформации.

Стан содержит станину 1 сварной конструкции, в которой в верхнем подшипнике 2 и нижнем подшипнике 3 установлены своими катающими диаметрами гладкие прокатные валки 4 и 5. Подшипники скольжения охватывают верхний и нижний полуцилиндры, образованные соответственно верхним и нижним валками, и соприкасаются с их катающими поверхностями после выхода последних из очага деформации. Валки снабжены индивидуальными приводами (не показаны), расположенными на их противоположных торцовых сторонах (из-за малого диаметра валков). На противоположных торцах каждого из подшипников 2 и 3 со стороны входа металла в очаг деформации выполнено по одному боковому обращенным друг к другу выступу 6 и 7, изготовленному заодно с подшипником или жестко закрепленному на нем. Выступы расположены параллельно, а также перекрывают друг друга по высоте. Указанные выступы ограничивают рабочую поверхность по длине валков. Нижний подшипник 3 установлен на станине с возможностью перемещения вдоль оси валка при помощи винтового механизма 8, который смонтирован в кронштейне 9 с возможностью взаимодействия с подшипником 3. Вместе с боковыми выступами 6 и 7 это обеспечивает регулирование ограничения ширины прокатываемых лент. Экспериментально установ-

лено, что высота H выступа ограничена пределами от $3/4 d$ до d , а его ширина C должна быть в пределах от $1/2 d$ до d . Как показали эксперименты, если высота H больше диаметра d валка при охватывании подшипниками половины цилиндрической поверхности каждого валка, то выступы будут уширяться в противолежащие поверхности подшипников при сведении валков в соприкосновение. При H меньше $3/4 d$ в процессе увеличения зазора между валками выступы гарантированно не перекрывают очаг деформации по ширине. При ширине C менее $1/2 d$ выступ имеет низкую конструктивную прочность, а при C больше d возрастают габариты и металлоемкость подшипников. Регулирование рабочего зазора между валками в вертикальном направлении осуществляется с помощью винтов 10 и 11, закрепленных в станине 1.

Выступы 6 и 7 перекрывают зону прокатки заготовки 12 (фиг.5) в вертикальной плоскости и тем самым ограничивают ее ширину в соответствии с зависимостью

$$B < \frac{\pi d^3 g \tau}{16 P (a + fd/2)}. \quad \text{Формула выведена}$$

на основании зависимости для момента, требуемого для вращения обоих валков с учетом потерь на трение в подшипниках и равного $M = P(20 + fd)$. Таким образом, для вращения одного валка момент равен $M = P(a + fd/2)$. Согласно формуле $M_x/W_p \leq [\tau]$,

где для сплошного вала $W_p = \frac{\pi d^3}{16}$. Очевидно, что $P = B\bar{P}$, где P – усилие прокатки. Предлагаемая конструкция стана может надежно работать в том случае, когда момент меньше допустимого и для одного валка

$$B\bar{P}(a + fd/2) < \frac{\pi d^3}{16} [\tau].$$

На основании известной зависимости

$$a = \frac{\int_0^l P_x dx}{\int_0^l P_x dx} \quad \text{и формул расчета контактных напряжений А.И.Целикова для зон отставания и опережения, а также}$$

зависимости $B < \frac{\pi d^3 [\tau]}{16 P (a + fd/2)}$ получаем уравнение

$$B < \frac{\pi d^3 [\tau] \Delta h}{16 K L A},$$

$$\text{где } A = \frac{L}{\Delta h} \left[\frac{2(\delta + 1)}{(\delta - 2)(\delta + 2)} \left(\frac{h_{ii}}{h} \right)^\delta h_{ii}^2 - \right]$$

$$-\frac{1}{\delta-2} h_n^2 - \frac{1}{2(\delta+2)} h^2 - \frac{1}{2(\delta-2)} h^2] + \\ + \frac{h_n}{\delta-1} \left[\left(\frac{h_n}{h} \right) - 1 \right] \left(-\frac{2Lh}{\Delta h} + fd \right),$$

где $\delta = \frac{2f_1L}{\Delta h}$ — коэффициент, учитывающий влияние контактного трения;

l — длина дуги захвата;

Δh — абсолютное обжатие;

H — толщина ленты перед обжатием;

h — толщина ленты после обжатия;

h_n — толщина ленты в плоскости нейтрального сечения;

f_1 — коэффициент трения между валками и прокатываемой лентой.

На основании этого уравнения получим конкретные зависимости между величиной диаметра валков d и шириной прокатываемых лент B (см. табл. 1 и 2).

Отрегулировав рабочий зазор между валками и выполнив регулирование ограничения ширины ленты в соответствии с табл. 1 и 2, включают приводы, сообщая вращение валкам. Затем подают заготовку в зону прокатки. При этом валки синхронно вращаются в разные стороны и осуществляют процесс прокатки. В качестве материала валков выбирают сталь 40X, сопротивление кручению которой $[\tau_{кр}] = 240$ МПа при $H.C. 46-50$. Прокатке подвергали материалы — сталь 10, для которой предел текучести $\sigma_T = 210$ МПа, и медь М1, для которой предел текучести $\sigma_T = 120$ МПа.

В табл. 1 приведены зависимости между величиной диаметра d валков и допускаемой шириной B прокатываемых лент при разных обжатиях ϵ и размерах выступов (материал прокатываемых лент — сталь 10).

В табл. 2 представлены те же зависимости (материал прокатываемых лент — медь М1).

Как показывают эксперименты, прокатка по режимам, приведенным в табл. 1 и 2, к скручиванию и поломке валков не приводила.

В табл. 3 приведены результаты эксперимента по прототипу (B_1 — ширины прокатываемых лент, материал — сталь 10, B_2 — те же ширины, материал — медь М1).

Как показывают результаты экспериментов, при прокатке на стане-прототипе, наблюдается поломка валков за счет скручивания (табл. 3).

5 В табл. 4 приведены значения усилий на валки и мощностей прокатки при различных диаметрах валков и разных относительных деформациях (материал прокатываемых лент — сталь 10, расчетная ширина ленты $B = 170$ мм, исходная толщина 0,025 мм и скорость прокатки — 0,05 м/с).

10 Как видно из приведенных примеров, предлагаемая конструкция стана повышает надежность его работы и снижает энергоемкость процесса прокатки.

15 Из табл. 1 и 2 видно, что с уменьшением диаметра валков и с увеличением обжатия допускаемая ширина прокатываемых лент уменьшается. Сравнивая табл. 1 и 2, видим, что при одном и том же диаметре валков для разного материала прокатываемых лент допускаемые ширины разные, поскольку различны значения предела текучести материала (конкретные отношения приведены в таблицах).

20 В табл. 4 показано, что если ширина ленты равна 170 мм, при разных диаметрах валков усилия и мощности прокатки разные, причем с увеличением диаметра валков усилие и мощность прокатки возрастают. Из табл. 4 видно, что с увеличением диаметра валков мощность прокатки увеличивается, поэтому предлагаемая конструкция стана обеспечивает экономию энергозатрат (конкретные отношения приведены в таблице).

Формула изобретения

40 Стан для прокатки тонких лент, содержащий станину, валки, установленные своими катающими диаметрами в верхнем и нижнем подшипниках скольжения, привод вращения валков, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности, каждый подшипник скольжения установлен между стойками станины, выполнен на всю ширину окна каждой станины и со стороны входа металла в очаг деформации с обращенным друг к другу выступом, при этом 45 нижний подшипник скольжения установлен с возможностью перемещения вдоль продольной оси валков от собственного привода.

Таблица 1

$\varepsilon, \%$	$d = 3 \text{ мм}$	$d = 5 \text{ мм}$	$d = 10 \text{ мм}$	B_3/B_1
	$B_1, \text{ мм}$	$B_2, \text{ мм}$	$B_3, \text{ мм}$	
5	219,9	527,1	1596,1	1,3
10	218,2	513,3	1520,2	1,0
20	216,6	468,3	1330,7	6,1
40	182,3	377,9	949,3	5,2
Ширина выступа (C), мм	2,5	3,0	8,0	—
Высота выступа, (H), мм	2,5	3,8	8,5	—

Таблица 2

$\varepsilon, \%$	$d = 3 \text{ мм}$	$d = 5 \text{ мм}$	$d = 10 \text{ мм}$	B_3/B_1
	$B_1, \text{ мм}$	$B_2, \text{ мм}$	$B_3, \text{ мм}$	
5	384,8	922,3	2792,5	7,3
10	381,8	898,0	3659,8	7,0
20	372,0	819,4	2333,4	6,3
40	318,9	661,1	1660,8	5,2
Ширина выступа (C), мм	2,5	3,0	8,0	—
Высота выступа, (H), мм	2,5	3,0	8,5	—

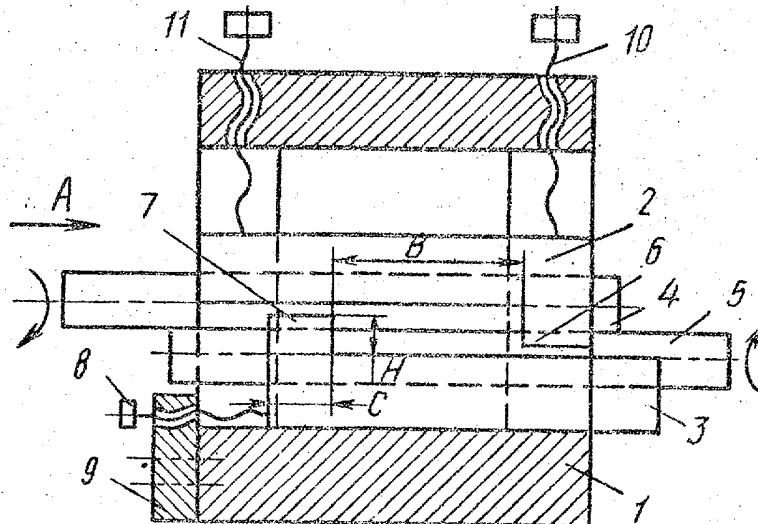
Таблица 3

$\varepsilon, \%$	$d = 3 \text{ мм}$		Результаты	$d = 5 \text{ мм}$		Результаты
	$B_1, \text{ мм}$	$B_2, \text{ мм}$		$B_1, \text{ мм}$	$B_2, \text{ мм}$	
5	228,0	394,0	Скручива- ние	550,0	934,0	Скручива- ние
10	228,0	394,0	То же	523,0	900,0	То же
20	220,0	382,0	—	494,0	830,0	—
40	200,0	320,0	—	397,0	868,0	—

Таблица 4

5

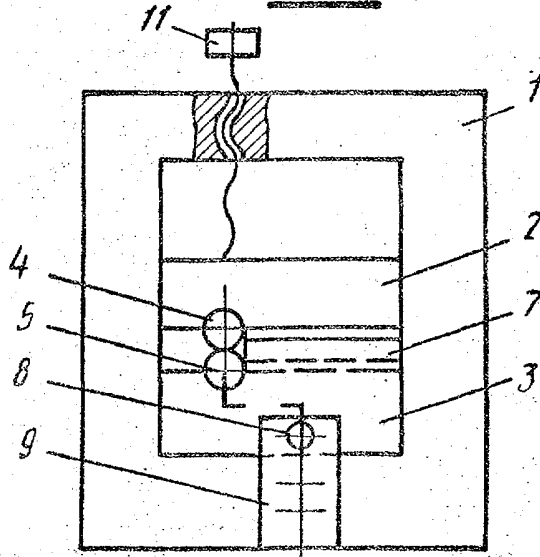
$\varepsilon, \%$	$d = 3 \text{ мм}$		$d = 200 \text{ мм}$		P_2/P_1	N_2/N_1
	$P_1, \text{ Н}$	$N_1, \text{ Нмм/с}$	$P_2, \text{ Н}$	$N_2, \text{ Нмм/с}$		
5	5179,5	10560,8	53829,6	13383,8	10,4	1,3
10	5315,7	10829,4	72993,4	18008,5	13,7	1,7
20	5673,7	11513,6	153078,2	36869,9	27,0	3,2
40	6664,2	13247,4	1310544,4	291706,8	196,7	22,0



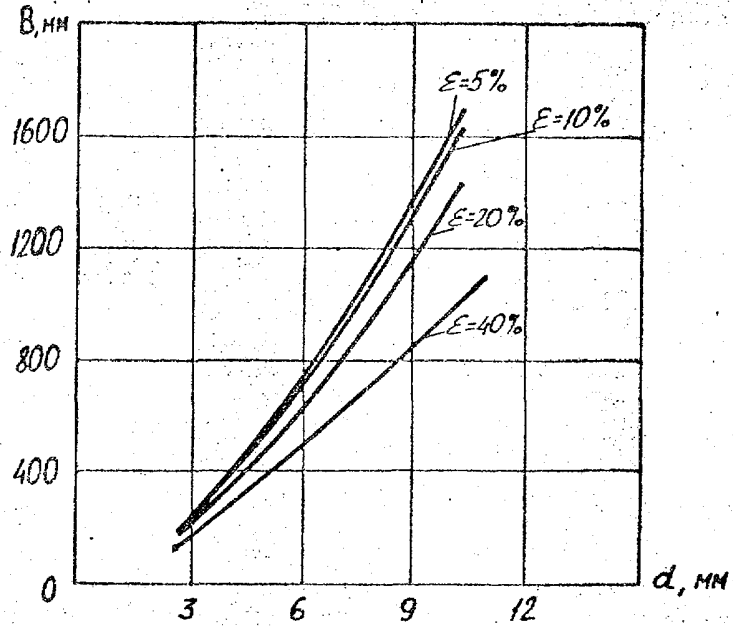
Фиг. 1

1754238

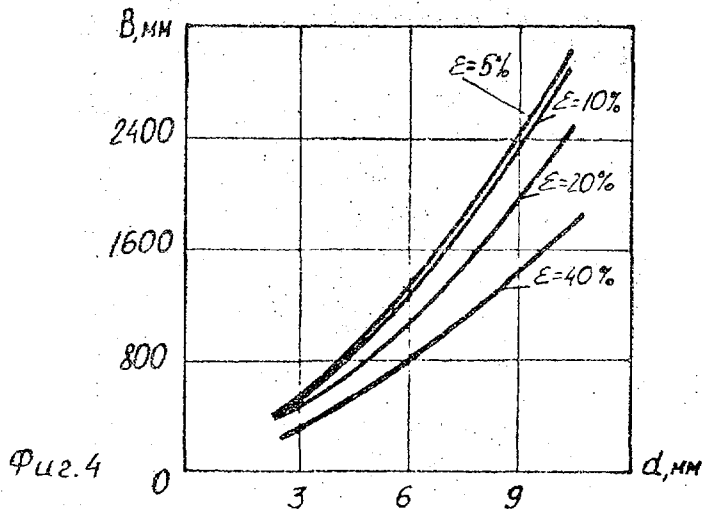
Вид А



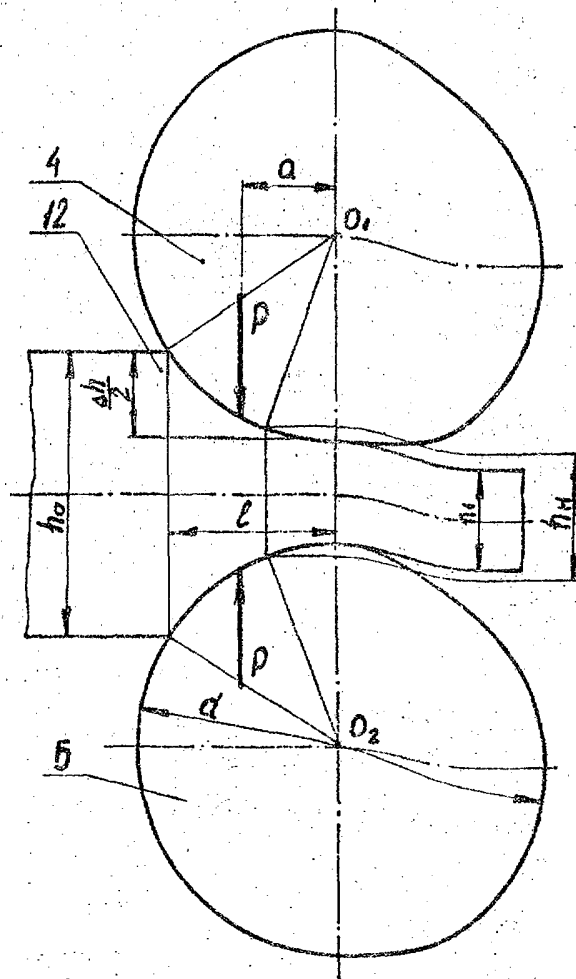
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Редактор Е.Копча

Составитель Фань Куй
Техред М.Моргентал

Корректор М.Керецман

Заказ 2843

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101