



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

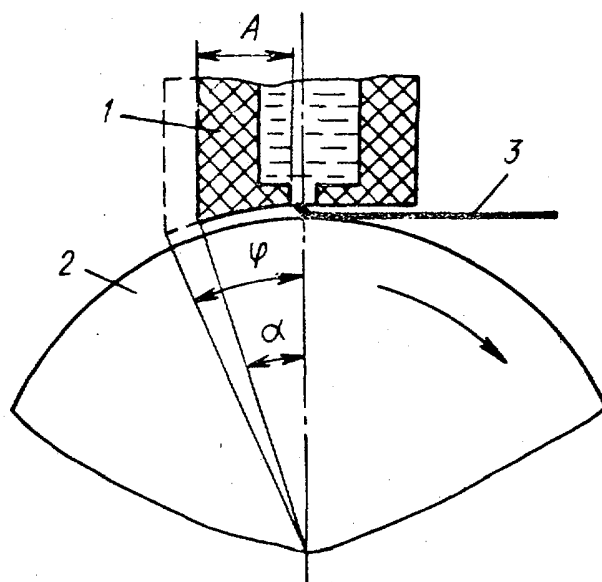
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4707076/02  
(22) 15.06.89  
(46) 07.05.92. Бюл. № 17  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) А.С.Калиниченко, Н.П.Жвавый, А.С.Нелепко, М.А.Антоневич, В.В.Чижиков и Н.В.Мулева  
(53) 621.746.27(088.8)  
(56) Заявка Японии  
№ 61-182853, кл. В 22 D 11/06, 1986.  
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЛЕНТЫ  
(57) Изобретение относится к устройствам для непрерывного получения металлической ленты, а именно к производству амор-

2

фных и мелкокристаллических материалов. Целью изобретения является повышение качества получаемой ленты за счет стабильности условий ее охлаждения и устранения возмущающего воздействия набегающего потока воздуха. Устройство содержит стакан 1 для подачи расплава и вращающийся валок-кристаллизатор 2, при этом нижняя задняя часть стакана профилирована эквидистантно поверхности валка-кристаллизатора по длине дуги  $17-25^\circ$ . Кроме того, стакан может быть выполнен с возможностью вертикального перемещения относительно валка-кристаллизатора. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к области производства черных и цветных металлов и может быть использовано для получения тонкой металлической ленты с аморфной и мелкокристаллической структурой при сверхвысоких скоростях охлаждения расплава.

Известно устройство непрерывного получения металлической ленты, содержащее устройство подачи расплава и вращающийся валок.

Недостатком данного устройство является невозможность получения ленты стабильной ширины и толщины из-за недостатков конструкции, обусловленных тем, что при высоких скоростях разлива (более 20 м/с) движущаяся поверхность, за счет сил молекулярного сцепления, захватывает близлежащие слои воздуха, которые оказывают дестабилизирующее воздействие на процесс формирования ленты.

Известен способ получения быстрозакаленной металлической ленты, включающий подачу металлического расплава струей постоянного сечения под углом 20–70° на охлаждающую поверхность вращающегося ролика.

Недостатком устройства является невозможность получения требуемой точности и воспроизводимости геометрических размеров, наличие дефектов на поверхности и кромках лент, шероховатость поверхности.

Известно устройство для непрерывного получения металлической ленты, содержащее валок, стакан с отверстием внизу и камеру с экранами для удаления пограничного слоя газа.

Недостатком данного устройства является сложность конструкции и возможность попадания в расплав графита, которым пропитана войлочная лента экрана. Последнее обусловлено тем, что при работе валок разогревается, что приводит к испарению графита с контактной поверхности "Экран-валок". Так как в камере создается разрежение, пары графита попадают в расплав, а соответственно, и в затвердевшую ленту, что резко ухудшает электро-технические свойства изделий, т.е. снижается качество получаемой ленты.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к изобретению является устройство для получения тонких металлических лент, в котором нижняя часть устройства выполнена по радиусу, составляющему 40–85% от радиуса вращающегося валка. Согласно техническому решению профилированная часть выполнена только на ширину выходного канала, кото-

рый повернут на некоторый угол относительно образующей.

Недостатком настоящего устройства является малая протяженность профилированной части (длина дуги не более 5°), что не предотвращает дестабилизирующего действия набегающего воздушного потока. К тому же, различие в расстояниях от концов прямоугольного выходного канала до краев профилированной нижней части не позволяет стабильно разливать ленту шириной более 100 мм, так как в этом случае это различие составляет 30 мм, что приводит к появлению неравномерности температур по сечению. Это способствует образованию внутренних напряжений и ухудшению качества ленты.

Цель изобретения – стабилизация процесса получения ленты и улучшение ее качества.

Для достижения поставленной цели нижняя задняя часть стакана для подачи расплава, составного элемента устройства для непрерывного получения металлической ленты из расплава, выполнена профилированной эквидистантно поверхности валка кристаллизатора, причем на участке длины дуги 17–25° и стакан выполнен с возможностью вертикального перемещения относительно поверхности валкового кристаллизатора.

При вращении валка с высокой скоростью происходит вращение прилегающего слоя воздуха вследствие сил молекулярного трения между поверхностью слоя металла и воздуха. В этом случае вращающийся валок, подобно вентилятору, создает воздушный поток, который дестабилизирует процесс разлива. Кроме того, воздушный поток отжимает формирующую ленту от валка, уменьшая теплопередачу от расплава к поверхности валка и уменьшает скорость охлаждения жидкого металла, что приводит к снижению возможности достижения аморфного состояния. Под воздействием воздушного потока на расплав формирующаяся лента имеет неровные края и нестабильную микроструктуру вследствие возникающей нестабильности Марангони. Кроме того, результатом воздействия воздуха на расплав является образование каверн. Толщина возмущенного слоя воздуха, в зависимости от скорости вращения валка, достигает 100 мм, в котором можно выделить ламинарный приповерхностный слой, турбулентный слой и слой слабого возмущения. Наибольшее дестабилизирующее влияние на процесс литья металла оказывает турбулентный слой, способствующий развитию нестабильности Марангони и формирова-

нию каверн, а также ламинарный слой, сжимающий ленту.

Для погашения негативного влияния турбулентного потока воздуха на струю расплава и уменьшение воздействия ламинарного потока нижняя часть устройства подачи расплава – стакан выполняется профилированной и имеет возможность вертикального перемещения в зависимости от скорости вращения валька-кристаллизатора.

Из теории газодинамики можно определить распределение продольной скорости воздуха по толщине возмущенного слоя:

$$\frac{W_x}{W} = \frac{3}{2} \frac{y}{\delta} - \frac{1}{2} \left(\frac{y}{\delta}\right)^3, \quad (1)$$

где  $W_x$  – мгновенное значение скорости.

Фактические толщины воздушных слоев находим из:

а) ламинарный слой

$$\frac{\delta_l}{x} = \frac{4,64}{\sqrt{Re^*}}, \quad (2)$$

где  $x$  – определяющий размер;

$Re^*$  – число Рейнольдса;

$\delta_l$  – толщина ламинарного слоя;

б) турбулентного из соотношения:

$$\frac{\delta_l}{\delta_t} = \frac{194}{Re^{0,7}}, \quad (3)$$

где  $\delta_t$  – толщина турбулентного слоя.

Критическое число Рейнольдса, характеризующее переход ламинарного течения в турбулентный, для воздуха равно  $10^5$ . Анализ существующих устройств получения аморфной и мелкокристаллической ленты методом сверхбыстрого охлаждения расплава показывает, что для них число Рей-

нольдса лежит в пределах  $1,15 \cdot 10^5 - 1,35 \cdot 10^6$ .

Причем, с увеличением числа Рейнольдса (т.е. скорости вращения валька), относительная и абсолютная толщина ламинарного слоя уменьшается. Так, при  $Re^* = 1 \cdot 10^5$  толщина ламинарного слоя составляет 6,2% от турбулентного, а для  $Re^* = 1,3 \cdot 10^6 - 10$ . Т.е. стакан для подачи расплава должен обладать возможностью вертикального перемещения относительно поверхности валькового кристаллизатора, чтобы максимально устранить влияние ламинарного слоя в зависимости от величины чисел Рейнольдса.

Минимальная протяженность профилированной части устройства (величина угла  $\alpha$ ) определяется для  $Re^* = 10^5$ :

$$\alpha_{\min} = \frac{360 \cdot Re^* \nu}{\pi D W}, \quad (4)$$

где  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости,  $m^2/c$ ;

$W$  – линейная скорость вращения валька, м/с;

$D$  – диаметр валька, м.

Подстановка действительных значений для воздуха дает  $\alpha = 17^\circ$ .

Из решения уравнения теплового баланса системы получаем выражение, связывающее между собой максимальное значение длины профилированной части стакана для подачи расплава и основных геометрических и тепловых параметров процессов литья, обеспечивающих стабильность разлива

$$\varphi = \frac{360 [0,9 \pi D_1 \alpha_2 (T_2 - T_b) - \rho W b (C_1^I \Delta T_1^I + C_1 \Delta T_1^{II})] + 0,92 \pi D \alpha_0 (T_2 - T_c)}{\pi D [\alpha_2 (T_2 - T_b) + \alpha_1 (T_1 - T_2)]}, \quad (5)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_0$  – коэффициент теплоотдачи от расплава к вальку, от валька к воде и от расплава к воздуху соответственно;

$T_2, T_b, T_c$  – температура валька, охлаждающей воды и воздуха соответственно, К;

$C_1^I, C_1$  – теплоемкость материала ленты в жидком состоянии и твердом соответственно, Дж/кг, К;

$L$  – теплота кристаллизации, Дж/кг;

$\Delta T_1^I = T_{\text{зал}} - T_{\text{кр}}$ ;  $\Delta T_1^{II} = T_{\text{кр}} - T_{1к}$ ;

$T_{\text{зал}}, T_{\text{кр}}, T_{1к}$  – температуры заливаемого расплава кристаллизации и ленты в момент съема, К;

$\rho$  – плотность материала ленты, кг/м<sup>3</sup>;

$b$  – толщина ленты, м.

Подставляя действительные значения параметров и теплофизических свойств заливаемого металла, например, сплава на основе алюминия, получаем максимальное

значение длины профильной части, равной длине дуги с центральным углом  $25^\circ$ .

На фиг.1 представлено предлагаемое устройство; на фиг.2 – схема возмущенного слоя воздуха.

Устройство для получения металлической ленты включает стакан для подачи расплава 1 с отверстием и профилированным участком А, вращающийся валок 2, и отливаемую ленту.

Устройство для непрерывного получения металлической ленты работает следующим образом.

В устройстве подачи расплава 1 подается жидкий металл, который под действием силы тяжести вытекает через отверстие в данной части на поверхности быстровращающегося валька 2, где он формируется в виде

тонкой ленты 3. Профилированный участок А предотвращает попадание воздушного потока, образованного вращающимся валком, в зону выхода металла, что исключает предварительное охлаждение металла до момента контакта с валком, позволяет стабилизировать процесс литья и улучшить качество ленты.

Исключение подвода воздуха позволяет уменьшить нестабильность ширины на 15% и толщины формируемой ленты на 5%.

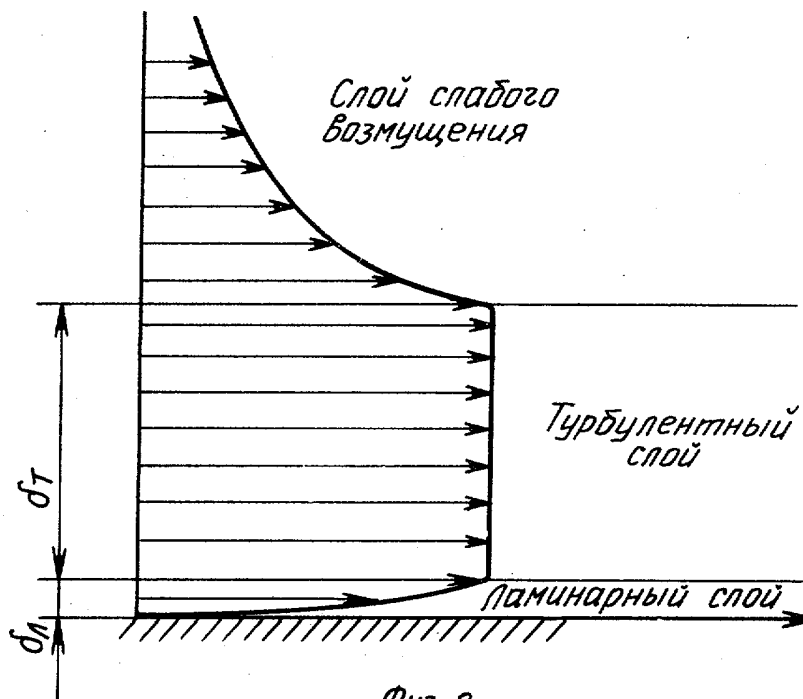
Пример. Диаметр вращающегося валка 200 мм и скорость его вращения 30 м/с. Длина профилированной части стакана для расплава, изготовленного из асботермосиликата М 800, по дуге составляет 20° (или 35 мм) и отстоит от поверхности вращающегося валка на расстоянии 0,5 мм. Эксперименты показали, что разнотолщинность ленты по ширине и длине не превышает 3% (при толщине ленты  $80 \text{ мкм} \pm 1,5 \text{ мкм}$ ). Это на 5% меньше разнотолщинности ленты, полученной при литье с использованием устройства без профилированной части ( $85 \pm \pm 1,5 \text{ мкм}$ ). Это на 5% меньше разнотолщинности ленты, полученной при литье с ис-

пользованием устройства без профилированной части ( $85 \pm \frac{4}{3} \text{ мкм}$ ). Нестабильность ширины при использовании устройства не превышает 5%, что на 15% меньше, чем при использовании устройства без профилированной части.

Формула изобретения

1. Устройство для непрерывного получения металлической ленты преимущественно с аморфной и мелкокристаллической структурой, содержащее валок-кристаллизатор и стакан для подачи расплава, нижняя задняя часть которого выполнена профилированной, отличающееся тем, что, с целью повышения качества отливаемой ленты за счет стабильности условий ее охлаждения и устранения возмущающего воздействия набегающего потока воздуха, нижняя задняя часть стакана профилирована эквидистантно поверхности валка-кристаллизатора на длине дуги 17–25°.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что стакан выполнен с возможностью вертикального перемещения относительно валка-кристаллизатора.



Фиг. 2

Редактор И.Ванюшкина

Составитель А.Калиниченко  
Техред М.Моргентал

Корректор М.Кучерявая

Заказ 1537

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