



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО СССР  
(ГОСПАТЕНТ СССР)

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4839373/02  
(22) 14.06.90  
(46) 07.03.93. Бюл. № 9  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) А.Н.Абраменко и А.С.Калиниченко  
(56) Заявка Японии № 61-7140, кл. В 22 D 11/06, 1986.  
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ  
ВАЛКА-КРИСТАЛЛИЗАТОРА

(57) Использование изобретения: металлургия, получение металлических лент непосредственно из расплава. Сущность

2

изобретения: устройство содержит горизонтально расположенный с возможностью вращения валок-кристаллизатор с внутренней полостью для охлаждения его наружной поверхности, неподвижную ось с впускными и выпускными осевыми отверстиями для охладителя, сообщенные посредством радиальных отверстий в оси с внутренней полостью валка, выполненной в виде винтового канала. Под неподвижной осью расположена емкость для охладителя, соединенная с впускным осевым отверстием посредством патрубка. 1 ил.

Изобретение относится к области металлургии, а именно к литейному производству, и может быть использовано для получения металлических лент непосредственно из расплава.

Цель изобретения – повышение качества выпускаемой продукции за счет стабилизации механических свойств и увеличения выхода годной ленты за счет исключения перегрева валка-кристаллизатора.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве для охлаждения валка-кристаллизатора, содержащем горизонтально расположенный с возможностью вращения валок-кристаллизатор с внутренней полостью для охлаждения его наружной поверхности, неподвижную ось с выпускным и впускным осевыми отверстиями для охладителя, сообщенные посредством радиальных отверстий в оси с внутренней полостью вал-

ка и емкость для охладителя, внутренняя полость валка кристаллизатора выполнена в виде винтового канала, емкость для охладителя расположена под неподвижной осью, а впускное осевое отверстие соединено с ним посредством патрубка.

Как известно, существуют два основных режима течения жидкости: ламинарный (параллельно-струйчатый) и турбулентный (завихренный). Критерием, определяющим режим, является число Рейнольдса:

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

где  $v$  – линейная скорость жидкости;  
 $d$  – характерный размер (диаметр) канала;  
 $\nu$  – кинематическая вязкость.

При  $Re < 2300$  – режим ламинарный. При  $Re > 10000$  – режим полностью турбулентный. Между этими значениями – так называемый переходный режим, в котором может быть как турбулентный, так и ламинарный режим, поэтому в этих диапазонах чисел Рейнольдса стараются не работать.

При ламинарном режиме течения скорость жидкости у стенки равна нулю, в центре максимум, поэтому ее вскипание происходит при малых перегревах. При турбулентном режиме скорость по сечению потока меняется сравнительно мало. Однако, даже при развитом турбулентном течении у стенки имеется ламинарный (вязкий) подслоя, скорость которого близка к нулю. Причем, чем выше турбулентность, тем меньше высота этого подслоя. Он оказывает большое влияние на теплообмен между жидкостью и стенкой. Когда температура стенки не превышает температуру кипения жидкости, этот подслоя служит основным термическим сопротивлением. Если температура стенки выше температуры кипения, именно в этом подслое жидкость вскипает, образуя пузыри, которые резко снижают интенсивность теплоотдачи от стенки к жидкости. Это является основной причиной падения скорости охлаждения слоя расплава в кристаллизаторах с жидкостными теплообменниками, питаемыми водой. Если выход пузыря затруднен, а это именно имеет место в каналах жидкостных теплообменников (в том числе винтовых), то скопление пузырей приводит к ухудшению теплообмена, падению скорости охлаждения расплава, а в конечном итоге к ухудшению механических свойств выпускаемой продукции и к выходу брака за счет перегрева валка. Кроме этого, образуется накипь, которая теплоизолирует валок.

Для предотвращения этого надо сильнее турбулизовать охлаждающую жидкость, чтобы интенсифицировать ее перемешивание. Однако, такое решение требует увеличения скорости жидкости, т.е. резкого возрастания мощности насосной системы, которая оборачивается значительным ростом финансовых затрат. Для решения проблемы предлагается иной путь – создание дополнительной искусственной турбулизации прокачиваемой охлаждающей жидкости. В кристаллизаторе с винтовыми каналами во внутренней полости при вращении на жидкость воздействуют осевые и радиальные силы, которые приводят к интенсивному дополнительному перемешиванию потока, возникновению вихревого движения, которое срывает ламинарный подслоя, захватывает образовавшиеся па-

ровые пузыри и перемещает их в холодную зону потока, где они конденсируются. Таким образом вращающаяся винтовая полость кристаллизатора дополнительно турбулизует проталкиваемую охлаждающую жидкость, уменьшая возможность ее вскипания и способствует конденсации уже образовавшихся пузырей. Это приводит к стабильности протекания процесса охлаждения ленты, что способствует уменьшению разброса в механических свойствах выпускаемой продукции, исключению брака по причине перегрева валка.

Новизна технического решения заключается в том, что исполнение внутренней полости валка-кристаллизатора в виде винтового канала придает ему новые функции – турбулизатора протекающей жидкости, что позволяет резко уменьшить вероятность локального вскипания охладителя и за счет этого предотвратить перегрев валка, следствием чего является повышение качества выпускаемой продукции за счет стабилизации механических свойств и увеличения выхода годной ленты.

Таким образом сравнительный анализ известного и заявляемого устройства показывает, что отличительные свойства придают ему новые свойства – повышение качества выпускаемой продукции. Оно достигается за счет искусственной турбулизации прокачиваемой охлаждающей жидкости.

Достижение новых свойств заявляемого устройства позволяют сделать вывод о его соответствии критерию "существенные отличия".

На чертеже показано предлагаемое устройство, вертикальный разрез.

Устройство имеет вращающийся валок-кристаллизатор 1 с внутренней полостью в виде винтового канала 2. Валок насажен на неподвижную ось 3, имеющую впускные 4 и 6 и радиальные 5 и 7 отверстия. С осью соединен патрубок 8, погруженный в емкость 9 для охладителя.

Устройство работает следующим образом.

При вращении валка-кристаллизатора 1 на неподвижной оси 3 охлаждающая жидкость засасывается винтовыми каналами 2 из емкости 9 через патрубок 8, впускное отверстие 4 и радиальное 5 во внутреннюю полость. Там оно поглощает тепло, выделившееся при охлаждении ленты расплава. Через радиальное отверстие 7 и выпускное 6 нагретая жидкость выталкивается наружу.

В лаборатории прикладной теплофизики и теплоэнергетики БПИ был выполнен валок-кристаллизатор с винтовыми канала-

ми во внутренней полости. Внешний диаметр валка  $D = 0,3$  м, диаметр неподвижной оси  $0,1$  м, диаметр внутренней полости  $0,24$  м, ее ширина  $0,02$  м, рабочая ширина кристаллизатора  $B = 0,05$  м. Частота вращения валка  $n = 25$  с<sup>-1</sup>. Кристаллизатор изготавливал ленту из алюминиевого сплава толщиной  $\delta = 0,25$  мм.

Производительность кристаллизатора

$$M = B \sqrt{\frac{D}{2}} \sigma \rho \cos \theta$$

где  $\sigma$  — поверхностное натяжение расплава,  $0,86$  Н/м;

$\rho$  — плотность расплава,  $2400$  кг/м<sup>3</sup>;

$\theta$  — угол смачивания расплавом кристаллизатора,  $\theta = 52^\circ$ ;

$$M = 0,7 \text{ кг/с.}$$

При этом выделяется следующий тепловой поток:

$$Q = M C_p \Delta T,$$

где  $C_p$  — теплоемкость расплава,  $1100$  Дж/кг  $\times$  К;

$\Delta T$  — разность температуры охлаждающегося расплава,  $600^\circ\text{K}$ ;

$$Q = 462000 \text{ Вт.}$$

Производительность перекачки охлаждающей жидкости (воды) кристаллизатором:

$$\dot{m} = W n \rho_{ж} \eta$$

где  $W$  — объем полости на 1 шаг винта,  $8,2 \times 10^{-4}$  м<sup>3</sup>;

$\rho_{ж}$  — плотность охлаждающей жидкости (воды),  $1000$  кг/м<sup>3</sup>;

$\eta$  — объемный к.п.д.,  $0,75$ ;

$$\dot{m} = 15 \text{ кг/с.}$$

Разогрев охлаждающей жидкости при снятии рабочей тепловой нагрузки:

$$\Delta T_{ж} = \frac{Q}{C_{ж} \dot{m}}$$

где  $C_{ж}$  — теплоемкость охлаждающей жидкости (воды),  $4187$  Дж/кг  $\cdot$  К;

$$\Delta T \approx 8^\circ\text{C.}$$

Таким образом, перетекающая через кристаллизатор вода при снятии тепловой нагрузки будет нагреваться всего на  $8^\circ\text{C}$ . Учитывая, что поступающая вода имеет  $12^\circ\text{C}$ ; температура на сливе будет  $20^\circ\text{C}$ .

Экспериментальное устройство изготовлено так, чтобы производить забор охлаждающей жидкости непосредственно из бассейна, минуя магистрали. Для этого оно имело патрубок длиной  $1,8$  м. Он опускался в специальный бак с водой, полости кристаллизатора также заполнялись и устройство запускалось. Охлаждающая жидкость засасывалась на высоту  $1,5$  м, прокачивалась через кристаллизатор и возвращалась в бак.

При работе устройства для охлаждения валка-кристаллизатора выпускаемая продукция имела предел прочности  $340$ – $360$  МПа, структура материала — аморфная и мелкодисперсная.

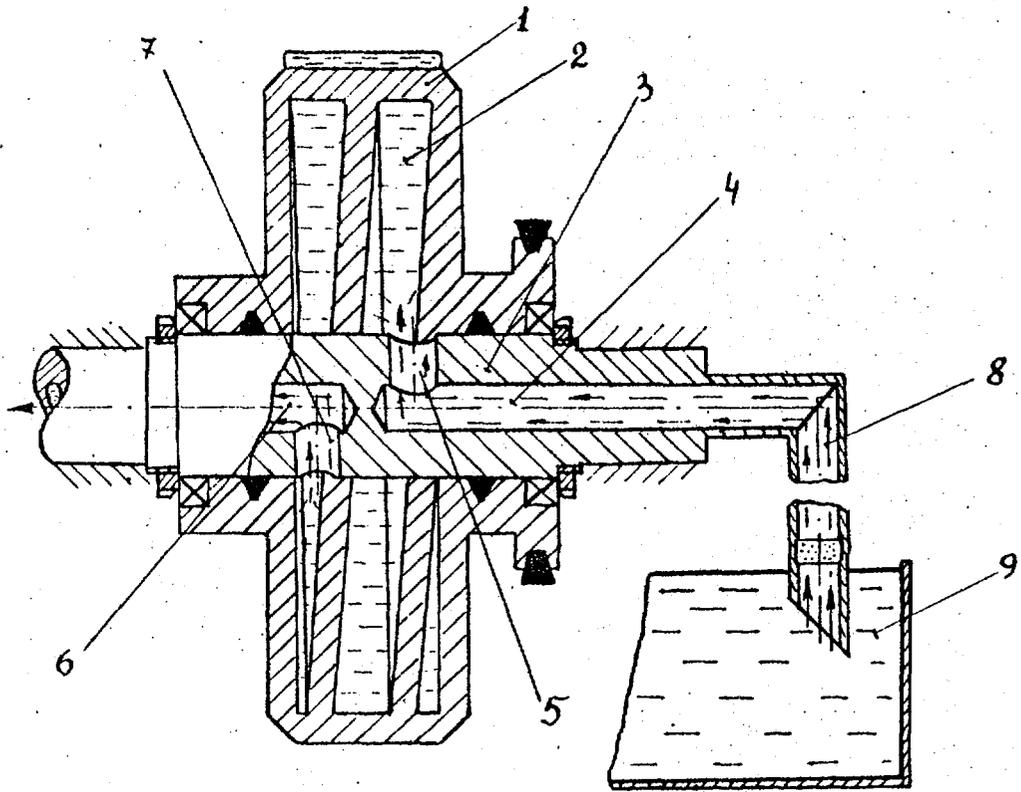
Брак составлял не более  $2$ – $3\%$ .

При испытаниях устройства-прототипа получен брак до  $4$ – $5\%$ , разбежка механических свойств в пределах  $300$ – $360$  МПа. В структуре присутствовали крупные зерна и интерметаллиды.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для охлаждения валка-кристаллизатора, содержащее горизонтально расположенный с возможностью вращения валок-кристаллизатор с внутренней полостью для охлаждения его наружной поверхности, неподвижную ось с впускными и выпускными осевыми отверстиями для охладителя, сообщенные посредством радиальных отверстий с внутренней полостью валка, и емкость для охладителя, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью повышения качества выпускаемой продукции путем стабилизации механических свойств и увеличения выхода годной ленты за счет исключения перегрева валка-кристаллизатора, внутренняя полость валка-кристаллизатора выполнена в виде винтового канала, емкость для охладителя расположена под неподвижной осью, а впускное осевое отверстие оси соединено с емкостью посредством патрубка.

1799673



Редактор

Составитель А.Абраменко  
Техрéd М.Моргентал

Корректор Л.Пилипенко

Заказ 1127

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