

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 10008

(13) С1

(46) 2007.12.30

(51) МПК (2006)

F 27B 9/00

F 27B 3/00

## (54) КОЛЬЦЕВАЯ ПЕЧЬ ДЛЯ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК ПОД ПРОКАТКУ БЕСШОВНЫХ ТРУБ

(21) Номер заявки: а 20040874

(22) 2004.09.17

(43) 2006.04.30

(71) Заявители: Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод"; Государственное научное учреждение "Институт тепло- и массообмена имени А.В.Лыкова Национальной академии наук Беларуси"; Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Тимошпольский Владимир Исаакович; Андрианов Николай Викторович; Маточкин Виктор Аркадьевич; Тищенко Владимир Андреевич; Трусова Ирина Александровна; Гуненков Валентин Юрьевич;

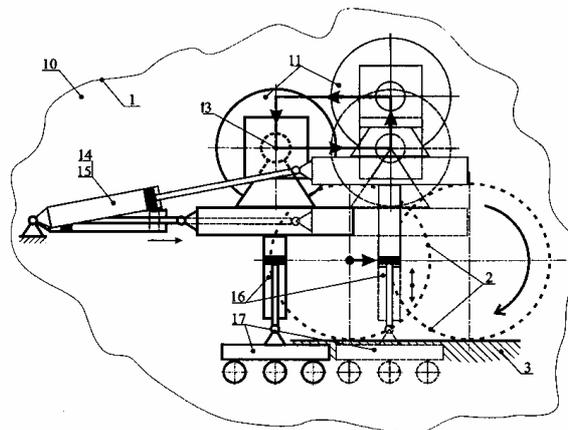
Андрианов Дмитрий Николаевич; Мандель Николай Львович; Кабишов Сергей Михайлович; Савань Павел Николаевич (ВУ)

(73) Патентообладатели: Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод"; Государственное научное учреждение "Институт тепло- и массообмена имени А.В.Лыкова Национальной академии наук Беларуси"; Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) Тимошпольский В.И. и др. Кольцевые печи. - Мн.: Высшая школа, 1993. - С. 24. SU 1025743 А, 1983. RU 2087815 С1, 1997. SU 1683383 А1, 1996. SU 846968, 1981. US 4886450, 1989.

(57)

1. Кольцевая печь для нагрева заготовок под прокатку бесшовных труб, содержащая рабочую камеру с внутренней и наружной стенами и механизированным подом, разделенную на зону предварительного нагрева, сварочную зону и зону выдержки-томления, отличающаяся тем, что между внутренней и наружной стенами рабочей камеры на границе ее сварочной зоны и зоны выдержки-томления размещен кантователь, выполненный в виде шагающей балки цилиндрической формы.



Фиг. 2

# ВУ 10008 С1 2007.12.30

2. Печь по п. 1, **отличающаяся** тем, что кантователь выполнен в виде цилиндрической водоохлаждаемой, футерованной жароупорным бетоном шагающей балки.

3. Печь по п. 1, **отличающаяся** тем, что кантователь снабжен двумя цилиндрами для его горизонтального перемещения по ходу движения заготовок в печи и автономным приводом для возможности поворота кантователя на заданный угол  $\alpha$ , выбранный из соотношения:

$$\alpha = 90^\circ \frac{D_k}{D_3},$$

где  $D_k$  - диаметр кантователя;

$D_3$  - диаметр заготовки.

Изобретение относится к металлургии, к конструкции кольцевых печей для нагрева и термообработки трубных стальных заготовок, и может быть использовано в технологических линиях прокатки-прошивки металлургического производства.

В технологии производства горячедеформированных бесшовных труб нагрев заготовок перед последующей прошивкой является одним из основополагающих технологических процессов, предопределяющих в значительной степени механические и технологические свойства готовых труб, производительность трубопрокатного агрегата, энергосиловые и скоростные показатели процесса прокатки. Поэтому очевидно, что для достижения высокого качества продукта в завершённом виде, каким является бесшовная труба, вопрос подготовки трубной заготовки к прошивке (выбор оборудования, температурно-тепловых режимов и т.д.) является исключительно важным.

В современных трубопрокатных агрегатах для нагрева заготовок применяют газовые (кольцевые, карусельные, секционные, с шагающими балками) и индукционные печи.

В современных трубопрокатных агрегатах для нагрева заготовок применяют газовые (кольцевые, карусельные, секционные, с шагающими балками) и индукционные печи.

Для нагрева заготовок, которые обрабатываются на трубопрокатных станах, известны печи с кольцевым подом. Они проще в эксплуатации индукционных печей и требуют меньше обслуживающего персонала. В этих печах заготовки, лежащие неподвижно на вращающемся поду, вместе с подом проходят методическую, сварочную и томильную зоны. Таким образом, заготовка за время полного оборота пода должна нагреться до необходимой температуры. Загрузка и выгрузка заготовок осуществляются специальными машинами. Кольцевой под печи движется толчками, поворачиваясь при каждом толчке на угол, соответствующий расстоянию между двумя соседними заготовками. Скорость вращения пода может изменяться в зависимости от размера нагреваемой заготовки.

Под действием электрического или гидравлического привода кольцевой под печи вращается вокруг центральной оси, опираясь на опорные ролики. Центрирование кольцевых подов осуществляется при помощи упорных роликов. Во избежание подсоса холодного воздуха в рабочее пространство между стенами печи и вращающейся подиной выполняют специальные песочные или водяные затворы [1].

Для известной нагревательной печи характерен недостаточно равномерный нагрев металла по объёму заготовки вследствие наличия температурного перепада, что снижает качество продукции и увеличивает расход топлива на процесс нагрева.

Наиболее близким аналогом для нагрева заготовок, которые обрабатываются на трубопрокатных станах, является нагревательная кольцевая печь для нагрева трубных заготовок под прошивку, включающая рабочую камеру, образованную арочным сводом, боковыми стенками и механизированным подом и разделённую на неотпливаемую, методическую, две сварочных зоны, зону выдержки (томления), газогорелочные устройства и коллектор с соплами для удаления дымовых газов из рабочей камеры печи [2].

# ВУ 10008 С1 2007.12.30

В кольцевой печи заготовки, лежащие неподвижно на вращающемся кольцевом поду, вместе с подом проходят неотапливаемую, методическую, две сварочных зоны и зону выдержки (томления). Таким образом, заготовка за время полного оборота пода должна нагреться до необходимой температуры. Загрузка и выгрузка заготовок осуществляются специальными машинами. Кольцевой под печи движется толчками, поворачиваясь при каждом толчке на угол, соответствующий расстоянию между двумя соседними заготовками. Скорость вращения пода может изменяться в зависимости от размера нагреваемой заготовки.

Однако для известной нагревательной печи характерен недостаточно равномерный нагрев металла по объему заготовки, что снижает качество продукции и увеличивает расход топлива на процесс нагрева. К этому следует добавить, что несимметричность температурного поля по сечению заготовки увеличивается при длительной эксплуатации печей, так как деформируется подина, что в конечном итоге может привести к возникновению дефектов уже на стадии прошивки заготовки.

Техническая задача, на решение которой направлено изобретение, заключается в применении конструктивного приема, который позволит сблизить тепловой и геометрический центры и выровнять температурное поле по сечению заготовки.

Техническая задача реализуется техническим результатом, определяющим новое свойство - улучшающее технические характеристики, проявляющиеся при использовании изобретения в виде повышения качества нагрева металла, сокращения удельного расхода топлива и снижения угля.

Сущность изобретения выражается новой совокупностью признаков, необходимых и достаточных для осуществления изобретения с достижением указанного технического результата, и реализована тем, что в кольцевой печи для нагрева заготовок под прокатку бесшовных труб, содержащей рабочую камеру с внутренней и наружной стенами и механизированным подом, разделенную на зону предварительного нагрева, сварочную зону и зону выдержки - томления, согласно изобретению, между внутренней и наружной стенами рабочей камеры на границе ее сварочной и зоны выдержки - томления размещен кантователь, выполненный в виде шагающей балки цилиндрической формы.

Конструктивно, чтобы кантователь был бы выполнен в виде цилиндрической водоохлаждаемой, футерованной жароупорным бетоном шагающей балки.

Технологично, чтобы кантователь был бы снабжен двумя цилиндрами для его горизонтального перемещения по ходу движения заготовок в печи и автономным приводом вращения для возможности поворота балки на заданный угол  $\alpha$ , выбранный из соотношения:

$$\alpha = 90^\circ \frac{D_k}{D_3},$$

где  $D_k$  - диаметр кантователя;

$D_3$  - диаметр заготовки.

Технический результат при использовании полезной модели связан причинно-следственной связью с новой совокупностью признаков устройства печи.

Для лучшего понимания полезная модель поясняется чертежом, где на фиг. 1 представлен общий вид продольного разреза печи; на фиг. 2 представлены конструкция и кинематика кантователя; на фиг. 3 представлена схема взаимодействия системы кантователь-заготовка-под печи.

Кольцевая печь 1 для нагрева трубных заготовок 2 под прокатку - прошивку бесшовных труб включает рабочую камеру, образованную механизированным подом 3, боковыми стенками 4 и сводом 5. Рабочая камера разделена на неотапливаемую зону 6, методическую зону 7, две сварочных зоны 8 и 9 и зону 10 выдержки - томления.

## ВУ 10008 С1 2007.12.30

Между внутренней и наружной боковыми стенами 4 печи на границе сварочной 9 зоны и зоны 10 выдержки - томления размещен кантователь, выполненный в виде шагающей балки 11 цилиндрической формы. Кантователь служит для повышения равномерности нагрева заготовки 2 и оптимизации энергосиловых параметров под последующую прокатку.

Кантователь конструктивно может быть выполнен в виде цилиндрической водоохлаждаемой через канал 12, футерованной жароупорным бетоном 13 шагающей балки 11. Кинематика шагового пространственного перемещения шагающей балки 11 показана стрелками по фиг. 2 по схеме: движение вперед на шаг "S" с одновременным поворотом заготовки 2 на заданный пространственный угол  $\alpha$  - движение шагающей балки 11 вверх с исключением контакта с заготовкой 2 - движение шагающей балки 11 назад в исходное положение.

Привод вращаемой вокруг своей оси шагающей балки 11 может быть снабжен двумя параллельными цилиндрами 14, 15 ее горизонтального перемещения по ходу движения заготовок 2 с шагом "S" в печи 1 и гидроприводом 16 вертикального движения с возможностью поворота шагающей балки 11 вокруг своей оси на заданный пространственный угол  $\alpha$  от автономного привода вращения шагающей балки 11, который на чертеже условно не показан и который задают из соотношения:

$$\alpha = 90^\circ \frac{D_k}{D_3},$$

где  $D_k$  - диаметр кантователя;

$D_3$  - диаметр заготовки.

Кантовку осуществляют посредством перекатывания заготовки 2 на расстояние, обеспечивающее ее поворот на  $90^\circ$ , что необходимо и достаточно для обеспечения минимального температурного перепада по сечению заготовки 2 и симметричности температурного поля относительно ее оси.

Для обеспечения надежности работы устройства кантователя, устранения возможности перекоса заготовок 2 на поду 3 и сохранения технологического шага раскладки заготовок 2 шагающая балка 11 кантователя смещена относительно вертикальной оси заготовки 2 по фиг. 3 так, чтобы пятно "В" контакта между шагающей балкой 11 и заготовкой 2 находилось на  $0,1D_3$  ниже верхней точки сечения нагреваемой заготовки 2 и смещено назад относительно направления движения на расстояние  $0,25...0,3D_3$  (фиг. 2). Это обусловлено следующими технологическими условиями.

В случае износа пода 3 и наличия на нем неровностей высотой до  $0,1D_3$  именно такая величина смещения обеспечит надежный контакт шагающей балки 11 кантователя с заготовкой 2 по всей ее длине (фиг. 2, 3). Данный технологический прием работы кантователя при кантовке - перекатывании заготовки 2 позволит ей без пробуксовки преодолеть неровности пода 3 высотой до  $0,1D_3$ .

Опорные площадки 17 качения кантователя имеют возможность перемещаться в вертикальном и горизонтальном направлении, что позволяет использовать кантователь при нагреве заготовок 2 разных диаметров (фиг. 2).

Механизм привода кантователя обеспечивает такой закон движения шагающей балки 11 кантователя, что она в любой момент кантовки движется по касательной относительно заготовки 2 и, тем самым, создает крутящий момент, необходимый для перекатывания - кантовки заготовки 2.

Для трубопрокатных станков, с очень широким сортаментом металла, необходимы печные агрегаты, обладающие большой теплотехнической гибкостью и приспособленные для перехода с камерного режима работы на методический и наоборот.

Пример. После предварительного контроля и зачистки дефектов заготовки диаметром  $\varnothing 0,23$  м подают в нагревательную кольцевую печь трубопрокатного прошивного стана и нагревают до температуры, необходимой для последующей прошивки.

## ВУ 10008 С1 2007.12.30

Кольцевая печь с механизированным подом имеет четыре зоны регулирования теплового режима. Посад и выдача металла - радиальные. В качестве топлива используют природный газ с теплотой сгорания 33,5 МДж/м<sup>3</sup> (8000 ккал/м<sup>3</sup>).

Кантовка заготовок позволит сблизить тепловой и геометрический центры и выровнять температурное поле по сечению заготовки. Исследования температурного поля заготовок диаметром 0,23 м при нагреве в кольцевой печи, проведенные нами, показали, что кантование позволяет сократить общее время нагрева, т.е. увеличить производительность нагревательной установки.

Сравнение температурного поля по сечению заготовок при нагреве без кантования, с кантованием на 90° и с кантованием на 180° показывает, что кантование в конце второй сварочной зоны приводит к более равномерному прогреву заготовок. Причем, при кантовании заготовок на 90° получают практически такие же результаты, как и при кантовании на 180°, т.е. последний режим экономически не всегда целесообразен.

Динамика температур в характерных точках центра и периферии сечения заготовки и расположение изотерм по сечению заготовки диаметром 0,23 м показывает, что температура теплового центра в случае кантования на 180° находится на уровне 1216 °С, при кантовании на 90° - 1215 °С, при нагреве без кантования - 1192 °С. Температурный перепад между верхней и нижней поверхностями при кантовании заготовки на 180° составляет 4 °С; при кантовании на 90° - 5 °С; без кантования - 11 °С.

При выравнивании температурного поля улучшаются условия равномерности деформаций при прошивке заготовок для получения трубы.

Реализация новой технологии нагрева с кантовкой трубных заготовок дает возможность определять оптимальные расходы топлива по длине печи, при которых достигается требуемое качество нагрева металла и минимальное количество окалины.

Использование новой технологии позволяет сделать следующие выводы:

Опыт эксплуатации кольцевых печей в составе трубопрокатных агрегатов подтверждает их преимущество перед нагревательными устройствами других типов.

Эксплуатационные достоинства кольцевых печей характеризуются эффективным использованием топлива, высокой надежностью оборудования, малым угаром металла до 0,5 %, широкими возможностями регулирования и управления технологическими процессами.

Для обеспечения требуемого качества нагрева заготовок перед прошивкой использование нового кантовочного устройства, размещенного на границе сварочной и томильной зоны, реализует возможность поворота-кантовки заготовки на заданный угол, оптимизация которого находится в интервале 45°-90°, что позволяет устранить существенную несимметричность нагрева и, тем самым, обеспечить улучшение качества готовой продукции.

В комплексе описанные преимущества новой технологии позволяют не только интенсифицировать процесс нагрева заготовок, но и повысить коэффициент полезного действия (КПД) и коэффициент использования тепла (КИТ) нагревательного устройства печи.

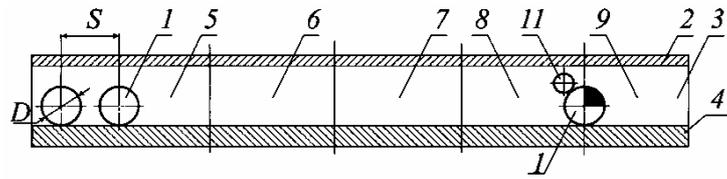
Промышленное использование кольцевой печи запланировано на РУП "БМЗ".

Источники информации:

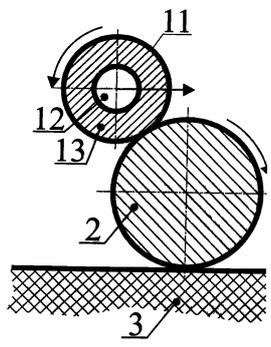
1. Кривандин В.А., Егоров А.В. Тепловая работа и конструкция печей черной металлургии. - М.: Металлургия, 1989. - С. 171 -173.

2. Тимошпольский В.И., Трусова И.А., Пекарский М.Я. Кольцевые печи: Теория и расчеты / Под общ. ред. В.И. Тимошпольского. - Мн.: Выш.шк, 1993. - 24-34 с.

# BY 10008 C1 2007.12.30



Фиг. 1



Фиг. 3