

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 4604

(13) U

(46) 2008.08.30

(51) МПК (2006)

F 27B 9/00

(54)

## КОЛЬЦЕВАЯ ПЕЧЬ ДЛЯ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК ПОД ПРОШИВКУ БЕСШОВНЫХ ТРУБ

(21) Номер заявки: u 20070698

(22) 2007.09.28

(71) Заявитель: Белорусский националь-  
ный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Тимошпольский Владимир  
Исаакович; Маточкин Виктор Аркадь-  
евич; Кабишов Сергей Михайлович;  
Трусова Ирина Александровна; Менде-  
лев Дмитрий Владимирович; Корнеев  
Сергей Владимирович; Хлебцевич Все-  
волод Алексеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский нацио-  
нальный технический университет (ВУ)

(57)

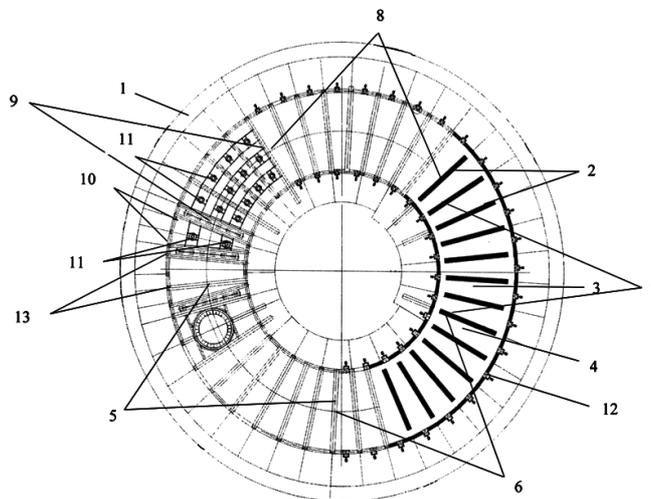
Кольцевая печь для нагрева заготовок под прошивку бесшовных труб, включающая под с механизированным вращателем, рабочую камеру, разделенную на неотапливаемую зону, зону предварительного нагрева, две сварочных зоны и зону выдержки-томления, отличающаяся тем, что длина пода неотапливаемой зоны связана с полной длиной пода следующим соотношением:

$$L_n/L_p = 0,218...0,231,$$

где  $L_n$  - длина пода неотапливаемой зоны;

$L_p$  - полная длина пода,

а в своде печи перед окном выгрузки установлены, по меньшей мере, две плоскопламенные горелки для создания тепловой завесы, при этом томильная зона снабжена системой сводовых плоско-пламенных горелок для обеспечения косвенно-радиационного нагрева.



ВУ 4604 U 2008.08.30

(56)

1. Губинский В.И. Электромоделирование нагрева металла с образованием окалина // ИФЖ. - 1968. - Т. XV. - № 3. - С. 488-493.

2. Тимошпольский В.И., Трусова И.А. и др. Печи и сушила машиностроительного и металлургического производства / Под общ. ред. В.И. Тимошпольского // Теплотехника. - Москва. - 2007. - С. 7, 144, 214

3. ВУ, и 2017, Кольцевая печь для производства горячедеформированных бесшовных труб, МПК<sup>7</sup> F 27B 9/20, 30.09.2005.

---

Полезная модель относится к металлургии, к технологии нагрева и термообработки трубных стальных заготовок в кольцевых печах, и может быть использована в технологических линиях прокатки-прошивки металлургического производства.

В технологии производства горячедеформированных бесшовных труб нагрев заготовок перед последующей прошивкой является одним из основополагающих технологических процессов, определяющих 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 путем выбора температурно-тепловых режимов является исключительно важным.

В современных трубопрокатных агрегатах для нагрева заготовок применяют газ в кольцевых, карусельных, секционных, с шагающими балками печах или индукционный нагрев в индукционных печах.

Для нагрева заготовок, полых гильз и труб в практике трубного производства в последние годы получают широкое применение индукционный нагрев путем пропуска заготовки через индукционную нагревательную печь, состоящую из нескольких последовательно расположенных индукторов, работающих на токах высокой или промышленной частоты. Широкое распространение индукционного нагрева заготовок токами промышленной частоты обусловлено следующими преимуществами: почти полное отсутствие окалина, возможность точного соблюдения температуры и длительности нагрева каждой заготовки, легкость и быстрота изменения режима нагрева при изменении сортамента металла, отсутствие потерь мощности при вынужденных остановках, возможность точного воспроизведения ранее зафиксированных режимов нагрева [1, 2].

Однако большая мощность индукционных нагревательных устройств и, как следствие, высокий уровень напряженности электромагнитного поля вынуждают создавать устройства для защиты обслуживающего персонала от негативного воздействия электромагнитного излучения. Кроме того, необходимость бесперебойной подачи электроэнергии также ставит под сомнение возможность применения высокоэнергетического индукционного нагрева, например, в условиях производства горячекатаных бесшовных труб.

Наиболее близким аналогом является кольцевая печь с механизированным подом для нагрева заготовок под прошивку бесшовных труб, включающая под с вращателем, рабочую камеру, разделенную на неотпливаемую зону, зону предварительного нагрева, две сварочные зоны и зону выдержки-томления. Технология нагрева заготовок для получения бесшовных труб, включает шаговую раскладку заготовок и их перемещение в рабочем пространстве печи через неотпливаемую зону, зону предварительного нагрева и высокотемпературные зоны - две сварочные и томильную [2].

Способ нагрева заготовок для получения бесшовных труб в кольцевой печи с механизированным вращателем пода проще в эксплуатации по сравнению с индукционным нагревом заготовок и требуют меньше обслуживающего персонала. Заготовки, лежащие неподвижно на вращающемся кольцевом поду, вместе с подом проходят неотпливаемые,

## ВУ 4604 U 2008.08.30

две сварочные 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 направлена полезная модель заключается в применении конструирования и технологического приема, которые позволят сблизить тепловой и геометрический центры и выровнять температурное поле по сечению заготовки путем повышения равномерности нагрева заготовок по длине и сечению за счет снижения подсоса холодного воздуха в печь через окно выгрузки заготовок для снижения потерь металла с окалиной и улучшения качества поверхности заготовок.

Сущность полезной модели выражается новой совокупностью признаков, необходимых и достаточных для достижения указанного технического результата и реализована тем, что в кольцевой печи для нагрева заготовок под прошивку бесшовных труб, включающей под с механизированным вращателем, рабочую камеру, разделенную на неотапливаемую зону, зону предварительного нагрева, две сварочные зоны и зону выдержки-томления, согласно полезной модели, длина пода неотапливаемой зоны связана с полной длиной пода следующим соотношением:

$$L_n/L_p = 0,218...0,231,$$

где  $L_n$  - длина пода неотапливаемой зоны

$L_p$  - полная длина пода,

а в своде печи перед окном выгрузки установлены, по меньшей мере, две плоскопламенные горелки для создания тепловой завесы, при этом томильная зона снабжена системой сводовых плоскопламенных горелок для обеспечения косвенно-радиационного нагрева.

Технический результат-повышение равномерности нагрева заготовок и связан причинно-следственной связью с новой совокупностью признаков устройства печи.

Для лучшего понимания полезная модель поясняется чертежом, где на фигуре приведена технологическая схема кольцевой печи с механизированным вращателем пода для получения бесшовных труб для газового нагрева заготовок под прошивку.

Полезную модель реализуют по фигуре в нагревательной газовой кольцевой печи 1 для нагрева трубных заготовок 2 для производства горячедеформированных бесшовных труб, которая включает рабочую камеру 3, под 4 с механизированным вращателем. Рабочая камера 3 разделена на методическую: неотапливаемую зону 5 и зону 6 предварительного нагрева; две сварочные зоны 7 и 8 и зону 9 выдержки-томления.

Длина  $L_n$  пода 4 неотапливаемой зоны 5 связана с полной длиной  $L_p$  пода 4 следующим расчетно-экспериментальным соотношением:

$$L_n/L_p = 0,218...0,231,$$

где  $L_n$  - длина пода неотапливаемой зоны

$L_p$  - полная длина пода, равная средней длине окружности кольцевого пода.

Для снижения подсоса холодного воздуха в печь через окно 10 выгрузки заготовок 2 в своде печи 1 перед окном 10 выгрузки установлены, по меньшей мере, две плоскопламен-

# BY 4604 U 2008.08.30

ные горелки 11 для создания тепловой завесы. Для повышения равномерности нагрева заготовок по длине и сечению томильная зона 9 может быть снабжена системой сводовых плоскопламенных горелок 11 путем использования косвенно-радиационного нагрева заготовок.

Для обеспечения оптимального закона тепловой мощности между отапливаемыми зонами кольцевой печи и равномерности нагрева заготовок на боковых стенках печи 1 в зоне 6 предварительного нагрева размещены 14 штук плоскопламенных горелок 12, с возможностью регулирования длины факела, в первой сварочной зоне 7 и второй сварочной зоне 8 размещены по 14 штук аналогичных горелок 12, в томильной зоне 9 размещена система из 12 штук плоскопламенных горелок. Для обеспечения оптимального закона тепловой мощности печи 1 на внешней боковой стенке печи 1 расчетным путем задают количество горелок 12 таким образом, чтобы оно превышало количество горелок 12 на внутренней боковой стенке печи 1.

Нагрев трубных заготовок 2 в кольцевой печи 1 с механизированным вращателем кольцевого пода 4 для производства горячедеформированных бесшовных труб путем их прошивки, включает подачу заготовок 2 через загрузочное окно 13 и их шаговую раскладку на кольцевом поду 4, перемещение заготовок 2 в рабочем пространстве печи 1 через неотапливаемую зону 5, зону 6 предварительного нагрева две сварочные зоны 7 и 8 и зону 9 выдержки-томления. В процессе нагрева заготовок тепловую мощность между отапливаемыми зонами кольцевой печи распределяют по следующему расчетно-экспериментальному закону: зона предварительного подогрева - 45...55 %; сварочные зоны - 37...50 %; томильная зона - 4...8 %.

Реализация новой технологии нагрева трубных заготовок дает возможность определить оптимальные расходы топлива по длине печи, при которых достигается требуемое качество нагрева металла и минимальное количество окалины. Кроме того, и это весьма важный момент, разработанная технология нагрева и описывающая ее математическая модель позволяет адекватно описывать температурное поле по сечению заготовки перед прошивкой с учетом фактического состояния подины печи, температурного режима нагрева металла и т.п.

При выравнивании температурного поля за счет релаксации напряжений в зоне интерметаллических включений улучшаются условия равномерности деформаций при прошивке заготовок для получения горячедеформированной бесшовной трубы.

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. Как показали сравнительные испытания новой конструкции печи с аналогами, она 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".