

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9555

(13) С1

(46) 2007.08.30

(51) МПК (2006)

F 27B 9/00

(54)

НАГРЕВАТЕЛЬНАЯ КОЛЬЦЕВАЯ ПЕЧЬ ДЛЯ НАГРЕВА ТРУБНЫХ ЗАГОТОВОК ПОД ПРОШИВКУ

(21) Номер заявки: а 20040851

(22) 2004.09.10

(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; Тищенко Владимир Андреевич; Трусова Ирина Александровна; Андрианов Дмитрий Николаевич; Кабишов Сергей Михайлович (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. Теория и расчеты / Под общ. ред. Тимошпольского В.И. - Мн.: Высшая школа, 1993. - С. 24-35.

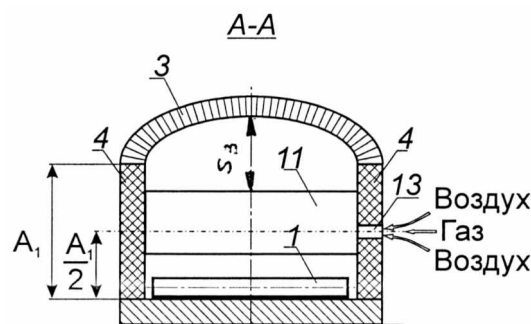
SU 68493, 1947.

SU 1092347 А, 1984.

SU 1534269 А1, 1990.

(57)

1. Нагревательная кольцевая печь для нагрева трубных заготовок под прошивку, включающая рабочую камеру, образованную арочным сводом, боковыми стенками и механизированным подом и разделенную на неотапливаемую, методическую, две сварочных зоны и томильную зону, отличающаяся тем, что на границе неотапливаемой и методической зоны печи для интенсификации конвективного теплообмена и увеличения лучистого потока от свода к металлу установлена перегородка с образованием проема с механизированным подом и арочным сводом печи с заданным соотношением объемов зон рабочего пространства печи, причем расстояние S_2 от нижней кромки перегородки до верхней



Фиг. 2

ВУ 9555 С1 2007.08.30

BY 9555 C1 2007.08.30

плоскости каждой нагреваемой заготовки и расстояние S_3 от верхней кромки перегородки до свода печи связаны с расстоянием S_1 от нижней кромки перегородки до механизированного пода печи следующими соотношениями:

$$S_2 : S_1 = 0,4 - 0,6,$$

$$S_3 : S_1 = 1,3 - 1,5.$$

2. Печь по п. 1, **отличающаяся** тем, что дополнительно на границе сварочной зоны и томильной зоны печи установлена вторая аналогичная перегородка.

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.

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 неотапливаемую, методическую, две сварочных зоны, зону выдержки (томления), газогорелочные устройства и коллектор с соплами для удаления дымовых газов из рабочей камеры печи [2].

Кольцевые печи проще в эксплуатации по сравнению с индукционными печами и требуют меньше обслуживающего персонала. В этих печах 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 дви-

BY 9555 C1 2007.08.30

жется 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. Печь характеризуется недостаточной интенсивностью конвективного теплообмена в сварочной зоне и недостаточной величиной лучистого потока от свода к металлу в случае работы печи с большой производительностью.

Техническая задача, на решение которой направлено изобретение, заключается в создании объекта, характеристики которого удовлетворяют заданным требованиям к нагревательной печи.

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 угара.

Сущность изобретения выражается новой совокупностью признаков, необходимых и достаточных для осуществления изобретения с достижением указанного технического результата, и реализована тем, что в нагревательной кольцевой печи для нагрева трубных заготовок под прошивку, включающей рабочую камеру, образованную арочным сводом, боковыми стенками и механизированным подом и разделенную на неотопливаемую, методическую, две сварочных зоны и томильную зону, согласно изобретению, на границе неотопливаемой и методической зоны печи для интенсификации конвективного теплообмена и увеличения лучистого потока от свода к металлу установлена перегородка с образованием проема с механизированным подом и арочным сводом печи с заданным соотношением объемов зон рабочего пространства печи, причем расстояние S_2 от нижней кромки перегородки до верхней плоскости каждой нагреваемой заготовки и расстояние S_3 от верхней кромки перегородки до свода печи связаны с расстоянием S_1 от нижней кромки перегородки до механизированного пода печи следующими соотношениями:

$$S_2/S_1 = (0,4...0,6);$$

$$S_3/S_1 = (1,3...1,5).$$

Конструктивно, чтобы в нагревательной кольцевой печи дополнительно на границе сварочной зоны и томильной зоны печи установлена была бы вторая аналогичная перегородка.

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

Выполнение зон регулирования температурно-теплового режима печи посредством перегородок, размещенных с образованием проема с подом печи с заданным новым соотношением объемов зон рабочего пространства печи, позволяет снизить время нагрева, увеличить производительность печи с одновременным уменьшением удельного расхода условного топлива и снижением окисления.

Для лучшего понимания изобретение поясняется чертежом, где

фиг. 1 - представлен общий вид продольного разреза печи;

фиг. 2 - представлен поперечный разрез печи по оси горелок;

фиг. 3 - представлен поперечный разрез печи по оси перегородки.

Нагревательная кольцевая печь для нагрева трубных заготовок 1 под прошивку включает рабочую камеру 2, образованную арочным сводом 3, боковыми стенками 4 и механизированным подом 5. Рабочая камера 2 разделена на неотопливаемую зону 6, методическую зону 7, две сварочных зоны 8 и 9 и томильную зону 10 выдержки. На границе неотопливаемой зоны 6 и методической зоны 7 печи для повышения интенсивности конвективного теплообмена в сварочной зоне и увеличения величины лучистого потока от свода 3 к металлу заготовки 1 (в случае работы печи с большой производительностью) установлена

ВУ 9555 С1 2007.08.30

перегородка 11 с образованием проема с механизированным подом 5 и проема с арочным сводом 3 печи с заданным соотношением объемов зон рабочего пространства печи.

Эксперименты и расчеты выявили оптимальные соотношения параметров печи с перегородками: расстояние S_2 от нижней кромки перегородки 11 до верхней плоскости каждой нагреваемой заготовки 1 и расстояние S_3 от верхней кромки перегородки до свода печи связаны с расстоянием S_1 от нижней кромки перегородки 11 до механизированного пода 5 печи следующими соотношениями:

$$S_2/S_1 = (0,4 \dots 0,6);$$
$$S_3/S_1 = (1,3 \dots 1,5), \text{ где}$$

Эксперименты показали, что дополнительно на границе сварочной зоны 9 и томильной зоны 10 печи может быть установлена вторая аналогичная перегородка 12 для увеличения лучистого потока от свода к металлу.

С учетом температурных режимов кольцевой печи перегородки 11 и/или 12 могут быть выполнены футерованными и/или водоохлаждаемыми. Перегородки 11 и/или 12 предназначены для интенсификации конвективного теплообмена в методической зоне 7, сварочных зонах 8, 9 и увеличения лучистого потока от свода 3 к металлу заготовки 1 в методической зоне 7 и сварочных зонах 8, 9.

Поток продуктов сгорания, встречая препятствие - перегородки 11 и/или 12, создает турбулентные завихрения, за счет чего будет реализовываться принцип противоточного форсированного нагрева заготовок 1, попадающих, например, в сварочную зону 8 из методической зоны 7: поток дымовых газов в противотоке к движению заготовок 1, проходящих под перегородкой 12, более интенсивно нагревает металл (конвективный теплообмен), а поток дымовых газов, проходящих над перегородкой 12, нагревает свод 3, за счет чего увеличивается лучистый поток от свода 3 к заготовкам 1. Использование форсированного нагрева необходимо в случае широкого размерного (по диаметру) диапазона нагреваемых заготовок 1. Например, заготовки 1 диаметром $\varnothing 100$ мм догреваются до требуемой температуры и в печи существующей конструкции, и при этом печь обеспечивает требуемую производительность. А заготовки $\varnothing 300$ мм не успевают прогреться, и температурный перепад по сечению на выходе из печи превышает допустимый.

При увеличении коэффициента конвективного теплообмена в сварочной зоне 9 и лучистого потока - в томильной зоне 10, что обеспечивает перегородка 12, заготовки $\varnothing 300$ мм нагреваются до температуры, необходимой для последующей прошивки.

Кроме того, уходящие газы, проходя под перегородкой 11 и/или 12 и отражаясь от пода 5, уходят под свод 3 неоттапливаемой зоны 6, методической зоны 7 и сварочных зон 8, 9 и тем самым более интенсивно нагревают его. Это способствует увеличению лучистого потока от свода 3 к металлу заготовки 1.

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

В кольцевых печах заявленной конструкции, благодаря зазорам между заготовками и конструкции перегородок, происходит интенсивный нагрев заготовок со всех сторон. Поэтому продолжительность нагрева металла сокращается примерно на 10...15 %. Повышенная скорость нагрева, позволяющая сократить время пребывания металла в зонах с высокой температурой, приводит к сокращению величины окисления и обезуглероживания. Создавая лучшие условия для нагрева, кольцевые печи имеют целый ряд эксплуатационных преимуществ: отсутствие ограничений по длине печи позволяет создавать печи практически любой производительности; легкость удаления заготовок из всей печи или высокотемпературной ее части при остановках прокатно-прошивного стана, в конце смены, перед ремонтом и т.д.; возможность легкого разделения отдельных плавок металла или мелких партий заготовок, требующих различных режимов нагрева; высокой степени механизации и автоматизации, четкой поштучной выдачи заготовок и др.

ВУ 9555 С1 2007.08.30

Зоны регулирования температурно-теплового режима печи выполнены посредством групп, например, длиннофакельных горелок 13, которые расположены в футеровке боковых стенок 4 печи и образуют четыре зоны 7, 8, 9, 10 регулирования теплового режима печи.

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. Печи с кольцевым подом являются именно таким агрегатом, так как имея горелки, равномерно расположенные по окружности печи, они позволяют распределять подачу топлива в соответствии с требованиями температурного режима: при камерном - равномерно по всей окружности, при методическом - неравномерно.

По наружной окружности стенок кольцевой печи размещают горелки, обеспечивающие примерно 75-80 % тепловой мощности печи, по внутренней - 20-25 %. Возможно и другое необходимое распределение топлива вплоть до полного выключения горелок в зоне подогрева. Для обеспечения подобного режима работы печи необходимы горелки с возможно более широкими пределами регулирования. Соответствующим образом следует осуществлять и отбор дымовых газов. При камерном режиме надо стремиться отбирать дымовые газы как можно равномернее по длине рабочего пространства печи. При методическом режиме часть дымоходов перекрывается специальными шиберами и дымовые газы удаляются лишь через дымоходы, расположенные около окна загрузки. Поэтому для обеспечения перехода с одного температурного режима на другой печь делят на ряд участков, к каждому из которых возможен свой отдельный автоматически регулируемый подвод топлива и воздуха.

Пример.

После предварительного контроля и зачистки дефектов заготовки диаметром \varnothing 300 мм нагреваются до температуры, необходимой для последующей прошивки, и длиной до 2 м подают в нагревательную кольцевую печь трубопрокатного прошивного стана.

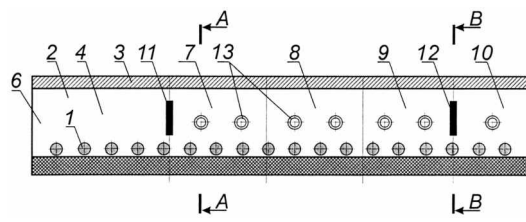
Кольцевая печь с механизированным подом имеет 4 зоны регулирования теплового режима. Посад и выдача металла - радиальные. В качестве топлива используют природный газ с теплотой сгорания $33,5 \text{ МДж/м}^3$ (8000 ккал/м^3).

Печной агрегат имеет следующие основные характеристики: производительность при холодном посаде - 40 т/ч; диаметр нагреваемых заготовок - до 0,3 м; длина нагреваемых заготовок - до 2,0 м; число отапливаемых зон - 4 шт; общая длина печи по кладке - 56,6 м; длина неотапливаемого участка методической зоны - 15,3 м; длина подогреваемого участка методической зоны - 10,85 м; длина первой и второй сварочной зоны по 10,85 м; длина томильной зоны - 8,74 м; ширина пода - 3,5 м; высота - 1,57 м; высота перегородок (0,5...0,7) м, число горелок в методической зоне - 9; в первой и второй сварочной по 9; в томильной зоне - 8; температура подогрева воздуха в рекуператоре до $450 \text{ }^\circ\text{C}$. В качестве основного топлива используется природный газ. В качестве основного топлива используется природный газ.

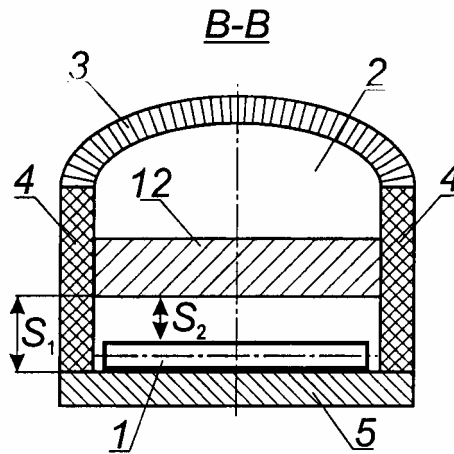
Промышленное использование кольцевой печи запланировано на РУП "БМЗ".

Источники информации:

1. SU 68493, 1947, SU 1092347 А, 1984, SU 1534269 А, 1990.
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. - С. 24-34.



Фиг. 1



Фиг. 3