

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 12570

(13) С1

(46) 2009.10.30

(51) МПК (2006)

F 27B 13/00

(54) СПОСОБ НАГРЕВА В КОЛЬЦЕВОЙ ПЕЧИ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕСШОВНЫХ ТРУБ

(21) Номер заявки: а 20071184

(22) 2007.09.28

(43) 2009.04.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Тимошпольский Владимир Исаакович; Маточкин Виктор Аркадьевич; Кабишов Сергей Михайлович; Трусова Ирина Александровна; Менделев Дмитрий Владимирович; Корнеев Сергей Владимирович; Хлебцевич Всеволод Алексеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 2016 U, 2005.

ТИМОШПОЛЬСКИЙ В.И. и др. Кольцевые печи. Теория и расчеты.- Минск: Высшая школа, 1993.- С. 8-12.

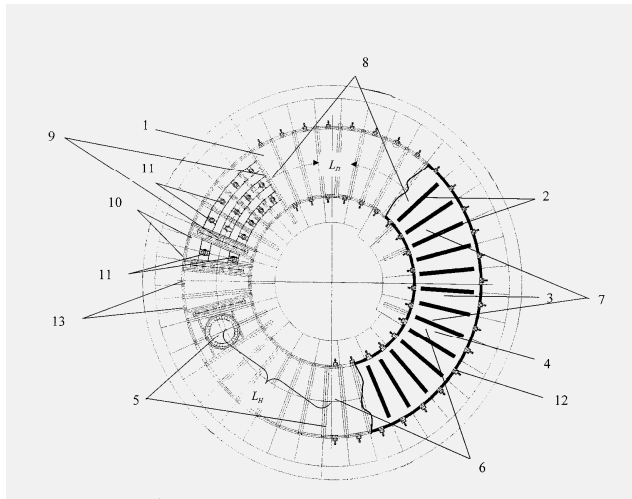
ТИМОШПОЛЬСКИЙ В.И. и др. Теоретические основы тепловой обработки стали в трубопрокатном производстве.- Минск: Белорусская наука, 2005.- С. 19-21.

ТИМОШПОЛЬСКИЙ В.И. и др. // Инженерно-физический журнал.- 2005.- Т. 78.- № 3.- С. 3-14.

RU 2049588 С1, 1995.

(57)

1. Способ нагрева в кольцевой печи заготовок для получения бесшовных труб, включающий шаговую раскладку заготовок на вращающемся поду и перемещение их в рабочем пространстве печи через неоттапливаемую зону, зону предварительного нагрева, две сварочные зоны и зону выдержки-томления, **отличающийся** тем, что тепловую мощность распределяют по зонам печи следующим образом: в зоне предварительного нагрева 45-55 %, в сварочных зонах 37-50 %, в зоне выдержки-томления 4-8 %, при этом в сварочных



ВУ 12570 С1 2009.10.30

ВУ 12570 С1 2009.10.30

зонах и в зоне выдержки-томления топливо сжигают с коэффициентом расхода воздуха α , равным 0,95-1,0, дожигание печных газов осуществляют в зоне предварительного нагрева с коэффициентом расхода воздуха α , равным 1,05-1,1, перед окном выдачи печи создают тепловую завесу двумя плоскопламенными горелками, а отношение времени прохождения заготовки через неотпливаемую зону τ_n к времени полного оборота пода τ_0 составляет 0,28-0,30.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что в зоне выдержки-томления осуществляют косвенный радиационный нагрев заготовок сводовыми плоскопламенными горелками.

Изобретение относится к металлургии, к технологии нагрева и термообработки трубных стальных заготовок в кольцевых печах, 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, 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 технологических трубопрокатных комплексах для нагрева заготовок применяют газ в кольцевых, карусельных, секционных, с шагающими балками печах или индукционный нагрев в индукционных печах печи.

Для нагрева заготовок, полых гильз и труб в практике трубного производства в последние годы получает широкое применение индукционный нагрев путем пропускания 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 окалины, 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].

Однако большая мощность индукционных нагревательных технологий 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 горячедеформированных бесшовных труб [2, 3].

Наиболее близким аналогом является способ нагрева заготовок для получения бесшовных труб в кольцевой печи с механизированным вращателем пода, включающий шаговую раскладку заготовок и их перемещение в рабочем пространстве печи через неотпливаемую зону, зону предварительного нагрева и высокотемпературные зоны - сварочные и томильную [4].

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

BY 12570 C1 2009.10.30

скую зону, включающую неотапливаемую зону и зону предварительного нагрева, две сварочные зоны и зону выдержки-томления. Таким образом, заготовка за время полного оборота пода должна нагреться до необходимой температуры. Загрузку и выгрузку заготовок осуществляют специальными машинами. Кольцевой под печи двигают циклически, поворачивая при каждом цикле на угол, соответствующий расстоянию между двумя соседними заготовками. Скорость вращения пода может изменяться в зависимости от размера нагреваемой заготовки.

Однако для известной технологии нагрева трубных заготовок в кольцевой печи характерен недостаточно равномерный нагрев металла по объему заготовки, что снижает качество продукции и увеличивает расход топлива на процесс нагрева. 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 технологического приема, который позволит 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 выдачи заготовок для снижения потерь металла с окалиной и улучшения качества поверхности заготовок.

Сущность изобретения выражается новой совокупностью признаков, необходимых и достаточных для осуществления способа с достижением указанного технического результата, и реализована тем, что в способе нагрева в кольцевой печи заготовок для получения бесшовных труб, включающем шаговую раскладку заготовок на вращаемом поду и перемещение их в рабочем пространстве печи через неотапливаемую зону, зону предварительного подогрева, две сварочные зоны и зону выдержки-томления, согласно изобретению, тепловую мощность распределяют по зонам печи следующим образом: в зоне предварительного подогрева 45...55 %, в сварочных зонах 37...50 %, в зоне выдержки-томления 4...8 %, при этом в сварочных зонах и в зоне выдержки-томления топливо сжигают с коэффициентом расхода воздуха α , равным 0,95...1,0, дожигание печных газов осуществляют в зоне предварительного нагрева с коэффициентом расхода воздуха α , равным 1,05...1,1, перед окном выдачи печи создают тепловую завесу двумя плоскопламенными горелками, а отношение времени прохождения заготовки через неотапливаемую τ_n зону к времени полного оборота τ_0 пода составляет 0,28...0,30.

В способе в зоне выдержки-томления осуществляют косвенно-радиационный нагрев заготовок сводовыми плоскопламенными горелками.

Технический результат при использовании изобретения характеризуется повышением равномерности распределения температурного поля по объему заготовки и однородности макроструктуры и является следствием причинно-следственной связи с новой совокупностью признаков устройства печи.

Для лучшего понимания изобретение поясняется чертежом, где приведена технологическая схема нагрева заготовок в кольцевой печи с механизированным вращателем пода для производства горячедеформированных бесшовных труб.

Изобретение 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_n пода 4 следующим расчетно-экспериментальным соотношением:

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

где L_n - длина пода неотапливаемой зоны;

ВУ 12570 С1 2009.10.30

$L_{п}$ - полная длина пода, равная средней длине окружности кольцевого пода.

Печь имеет плоский подвесной свод. Под печи опирается на стационарные ролики, размещенные по трем концентрическим окружностям, центр которых совпадает с осью вращения подины. Фиксация вращаемого пода осуществляется упорными роликами. Под приводят во вращение двумя приводами, расположенными с диаметрально противоположных сторон печи.

Заготовки 2 располагают так, чтобы концы их были равноудалены от кромок механизированного пода 4, при этом реализуют оптимальный режим распределения тепловой мощности при переходе заготовки из зоны форсированного нагрева - сварочной зоны в томильную зону - выдержки.

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 плоскопламенные 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 распределения 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 6 предварительного подогрева - 45...55 %; две сварочные зоны 7 и 8 - 37...50 %; томильная 9 зона - 4...8 %, при этом оптимальное время прохождения заготовки через неотапливаемую зону 5 связано с временем полного оборота пода 4 следующим расчетно-экспериментальным соотношением:

$$\tau_{н} / \tau_{о} = 0,28...0,30,$$

где $\tau_{н}$ - время прохождения заготовки через неотапливаемую зону 5;

$\tau_{о}$ - время полного оборота пода 4.

Как показали экспериментальные исследования, заинтервальное время прохождения заготовки и значения распределения тепловой мощности между отапливаемыми зонами 6, 7, 8, 9 кольцевой печи для нагрева заготовок приводят к перерасходу топлива, к снижению скорости нагрева, увеличению времени пребывания трубной заготовки в зонах с высокой температурой, приводящему к окислению и обезуглероживанию металла и др.

Для повышения равномерности нагрева заготовок 2 по длине в томильной зоне 9 осуществляют косвенно-радиационный нагрев сводовыми плоскопламенными горелками 11.

Для снижения подсоса холодного воздуха в печь 1 через окно 10 выдачи заготовок 2 в своде печи перед окном выдачи 10 создают избыточное давление путем образования тепловой завесы двумя плоскопламенными горелками 11.

BY 12570 C1 2009.10.30

Для снижения потерь металла с окалиной и улучшения качества поверхности заготовок 2 топливо в высокотемпературных зонах - томильной 9 и сварочных 7, 8 - сжигают при коэффициенте расхода воздуха $\alpha = 0,95 \dots 1,0$, а дожигание печных газов осуществляют в зоне 5 предварительного нагрева за счет подачи избыточного количества воздуха при коэффициенте расхода воздуха $\alpha = 1,05 \dots 1,1$.

Новая технология нагрева трубных заготовок позволит сблизить тепловой и геометрический центры и выровнять температурное поле по сечению заготовки. Исследования температурного поля заготовок при применении новой технологии нагрева в кольцевой печи позволяет сократить общее время нагрева, т.е. увеличить производительность нагревательной установки.

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

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 позволяют адекватно описывать температурное поле по сечению заготовки перед прошивкой с учетом фактического состояния пода печи, температурного режима нагрева металла и т.п.

Использование новой технологии позволяет сделать следующие выводы:

1. Использование новой технологии нагрева заготовок при эксплуатации кольцевой печи в составе трубопрокатных агрегатов подтверждает ее преимущество перед нагревательными технологиями 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.

2. Изобретение обеспечивает требуемое качество нагрева заготовок перед прошивкой и, как показали исследования, 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. Губинский В.И. Электромоделирование нагрева металла с образованием окалины // ИФЖ.- 1968.- Т. XV.- № 3.- С. 488-493.

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

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

4. BY u2016. Кольцевая печь с механизированным подом для заготовок бесшовных труб, МПК⁷ F27B9/20, 30.09.2005.