

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **21591**

(13) **С1**

(46) **2018.02.28**

(51) МПК

F 27B 9/26 (2006.01)

(54) **СПОСОБ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК В ПРОХОДНОЙ ГАЗОВОЙ
НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ С ВЫКАТНЫМ ПОДОМ**

(21) Номер заявки: а 20131603

(22) 2013.12.27

(43) 2015.08.30

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

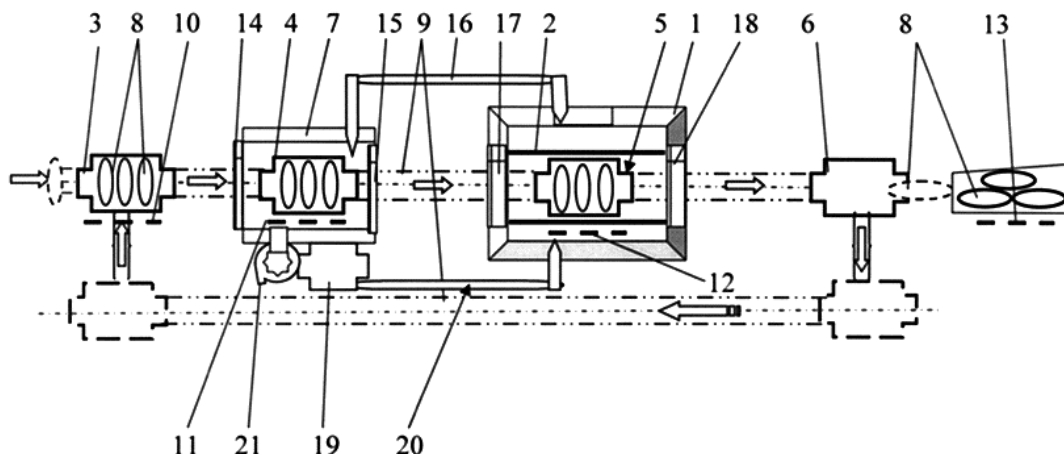
(72) Авторы: Кабишов Сергей Михайлович; Трусова Ирина Александровна; Менделев Дмитрий Владимирович; Ратников Павел Энгелевич; Хлебцевич Всеволод Алексеевич (ВУ)

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

(56) RU 2268448 C1, 2006.
SU 1390506 A1, 1988.
RU 2406049 C1, 2010.
RU 2187771 C2, 2002.
SU 108398, 1956.

(57)

Способ нагрева заготовок в проходной газовой нагревательной печи с выкатным подом, оснащенной камерой предварительного нагрева, соединенной с рекуператором, при котором загружают холодные заготовки на выкатной под, вводят выкатной под с заготовками в камеру предварительного нагрева, подают в нее отходящие дымовые газы из топливной камеры, которыми осуществляют предварительный объемный нагрев заготовок, затем подогретые заготовки на выкатном поде перемещают в топливную камеру, при этом из камеры предварительного нагрева отработанные отходящие дымовые газы подают рекуператором в блок горелок топливной камеры и проводят термическую обработку заготовок в топливной камере.



ВУ 21591 С1 2018.02.28

Изобретение относится к технологии и к конструкции печей газовых с выкатным подом для нагрева и термообработки металлических заготовок перед пластической деформацией и может быть использовано в металлургии и машиностроении.

Известен способ нагрева заготовок в нагревательной печи с выкатным подом, включающий загрузку нагреваемых заготовок на под, дискретное перемещение заготовок в направлении от начала загрузки к выгрузке из печи, разгрузку нагретых заготовок с опорных элементов пода [1].

Дискретное перемещение заготовок в направлении от загрузки к выгрузке осуществляется за счет возвратно-поступательного горизонтального перемещения выкатного пода и вертикального возвратно-поступательного движения опорных балок, установленных по боковым сторонам выкатного пода.

Недостатком известного способа является то, что значительная часть нижней поверхности нагреваемых заготовок перекрывается от теплового воздействия, при этом снижается эффективность нагрева.

Известна проходная газовая нагревательная печь с выкатным подом для реализации известного способа, содержащая подводный и отводящий рольганги, манипуляторы загрузки и выгрузки заготовок, выкатной под с опорными элементами на подовой части, по боковым сторонам пода расположены подъемные опорные балки [1].

Недостаток известной проходной печи газовой с выкатным подом проявляется в снижении эффективности нагрева в связи с тем, что по мере перемещения заготовок на выкатном поду в сторону выгрузки возможно их смещение относительно первоначального положения вдоль оси печи.

Конструкция подвижной подовой части находится в атмосфере печи, при этом требуется охлаждение конструкции, что, в свою очередь, ведет к усложнению конструкции печи в целом. Значительная часть нижней поверхности нагреваемых заготовок перекрывается от теплового воздействия, что снижает эффективность нагрева.

Известен наиболее близкий способ нагрева заготовок блоком горелок в проходной газовой нагревательной печи с выкатным подом, включающий загрузку холодных металлических заготовок на выкатной под, введение по рельсовому пути выкатного пода с заготовками в топливную камеру печи, нагрев заготовок с одновременной рециркуляцией отходящих дымовых газов через рекуператор, выкат выкатного пода из топливной камеры, разгрузку нагретых заготовок и вторичную загрузку холодных металлических заготовок на выкатной под [2].

Загрузка и выгрузка заготовок с тележек по известному способу происходит вне печи при разомкнутом поде в зонах загрузки и выгрузки заготовок. Недостатком известного способа является то, что при нагреве холодных заготовок требуется высокая энергоэффективность печи с высоким расходом топливной смеси, из-за чего снижается производительность печи.

Известна наиболее близкая конструкция проходной нагревательной печи газовой с выкатным подом, включающая металлический футерованный корпус с рабочей топливной камерой с блоком горелок, выкатной под, смонтированный на тележке рельсового пути, привод выкатного пода, рекуператор, линию возврата тележек из зоны выгрузки заготовок в зону загрузки и систему управления [2].

Недостатком известного способа и печного агрегата является неравномерный нагрев металлических заготовок вследствие температурного перепада между поверхностью заготовки, контактирующей с подом, и свободной поверхностью заготовки, контактирующей с атмосферой печи, и низкая стойкость металлоконструкции пода. Для известной нагревательной печи характерен неравномерный нагрев металла по объему тела заготовки сечением $125 \times 125 \times \text{до } 12 \text{ м}$, что снижает качество продукции и увеличивает расход топлива на процесс нагрева.

BY 21591 C1 2018.02.28

Технической задачей, на решение которой направлено изобретение, является эффективное использование пода печи для объемного нагрева заготовок путем прецизионного изменения оптических характеристик высокотемпературного процесса нагрева и повышения качества и эффективности штамповки поковок или термообработки заготовок за счет термоциклирования и термостатирования объемного нагрева, а также закольцования рельсового пути по дифференциальному принципу управления потоками сквозного прохождения заготовок для нагрева, что повышает производительность печи.

Техническая задача реализуется техническим результатом, определяющим новое свойство, улучшающее технические характеристики, проявляющиеся при использовании изобретения в виде повышения качества нагрева металла за счет исключения термического удара в материале холодной заготовки в рабочей камере печи.

Сущность изобретения выражается новой совокупностью признаков, необходимых и достаточных для получения материального эквивалента с достижением указанного технического результата, и реализована тем, что в способе нагрева заготовок в проходной газовой нагревательной печи с выкатным подом, оснащенной камерой предварительного нагрева заготовок, соединенной с рекуператором, холодные заготовки загружают на выкатной под, вводят выкатной под с заготовками в камеру предварительного нагрева, подают в нее отходящие дымовые газы из топливной камеры, которыми осуществляют предварительный объемный нагрев заготовок, затем подогретые заготовки перемещают в топливную камеру, при этом из камеры предварительного нагрева отходящие дымовые газы подают рекуператором в блок горелок топливной камеры и проводят термическую обработку заготовок в топливной камере.

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

Выполнение зоны регулирования температурно-теплого режима печи синхронизированной посредством элементов пода с камерой для предварительного объемного нагрева заготовок реализует новое соотношением объемов и длин зон рабочего пространства теплового поля печного газового агрегата.

Для лучшего понимания изобретение поясняется фигурой, где представлен общий вид технологического комплекса нагрева заготовок в проходной газовой нагревательной печи с выкатным подом, на которой реализуется новый способ.

Лучший вариант способа нагрева заготовок в проходной газовой нагревательной печи с выкатным подом под горячую пластическую деформацию может быть реализован следующим конструктивом проходной нагревательной печи 1 газовой, содержащей металлический футерованный корпус с рабочей топливной камерой 2, по меньшей мере три-четыре выкатных подов 3, 4, 5, 6 с приводом, смонтированных на тележке рельсового пути, и систему управления, последние на фигуре условно не показаны.

Проходная газовая нагревательная печь 1 оснащена камерой 7 для предварительного объемного нагрева заготовок 8. Камера 7 газодинамически связана с атмосферой топливной камеры 2 печи 1 и оснащена по меньшей мере тремя-четырьмя выкатными подами 3, 4, 5, 6, рельсовый путь 9 которых закольцован на проход через печь 2 и камеру 7 для предварительного объемного нагрева и сконструирован по дифференциальному принципу технологических участков управления потоками сквозного прохождения заготовок 8; участок 10 выкатного пода 3, 4, 5, 6 загрузки холодных заготовок 8; участок 11 выкатного пода 3, 4, 5, 6 для предварительного объемного нагрева заготовок 8 в камере 7 для предварительного объемного нагрева заготовок 8; участок 12 выкатного пода 3, 4, 5, 6 для термической обработки заготовок в рабочей камере 2 печи; участок 13 выкатного пода 3, 4, 5, 6 для выгрузки нагретых заготовок 8.

Камера 7 для предварительного объемного нагрева заготовок 8 оснащена входной и выходной заслонками 14, 15 и рециркуляционно связана газоходом 16 дымовых газов с рабочей камерой 2 печи 1.

BY 21591 C1 2018.02.28

На передней стационарной стенке корпуса печи 1 смонтирована заслонка 17 для открытия-закрытия зева печи 1 при входе выкатного пода 4 в печь 1, а на задней стационарной стенке корпуса печи 1 смонтирована заслонка 18 открытия-закрытия зева печи 2 для выдвигания выкатного пода 5 из печи 1, привод заслонок 14, 15, 17, 18 синхронизирован с приводом выкатного пода 3.

Камера 7 для предварительного объемного нагрева заготовок 8 оснащена рекуператором 19, который рекуперационным горячим воздухом 20 запитывает блок горелочных устройств рабочей камеры 2 печи 1, а выходным газоходом соединен с дымососом 21.

Способ нагрева заготовок 8 в проходной газовой нагревательной печи 1 с выкатным подом 3 осуществляют по дифференциальному принципу путем загрузки на технологическом участке 10 холодных металлических заготовок 8 на выкатной под 3, введение по рабочей ветке рельсового пути 9 выкатного пода 4 с заготовками 8 на технологический участок 11 для предварительного нагрева заготовок 8 в камере 7, выгрузка из камеры 7 и введение предварительно нагретых заготовок 8 на технологический участок 12 в топливную камеру 2. Нагрев заготовок 8 в камере 2 совмещают с одновременной рециркуляцией через газоход 16 отходящих дымовых газов из камеры 2 путем инжектирования дымососом 21 газовой среды из топливной камеры 2 в камеру 7 через рекуператор 19. Нагретые заготовки 8 выкатным подом 5 выгружают из топливной камеры 2 и по прямому рельсовому пути 9 загружают на технологический участок 13 для выгрузки с выкатного пода 6 нагретых заготовок 8 под пластическую деформацию или термообработку.

Перед нагревом холодных заготовок 8 в топливной камере 2 проходной нагревательной печи 1 в камере 7 производят предварительный объемный нагрев заготовок 8 отходящими рециркуляционными дымовыми газами из топливной камеры 2. При этом управление потоками сквозного прохождения заготовок 8 для нагрева через топливную камеру 2 осуществляют по рельсовому пути 9, закольцованному на проход через камеру 7 предварительного объемного нагрева и через печь 1 по меньшей мере тремя-четырьмя выкатными подами 3, 4, 5, 6, транспортируемыми по прямой рабочей ветке и возвратной ветке рельсового пути 9.

Управление потоками сквозного прохождения заготовок 8 для предварительного объемного нагрева заготовок 8 в камере 7 с последующей термической обработкой заготовок 8 в топливной камере 7 печи определяет исключение термического удара в материале холодной заготовки в рабочей камере печи, использование пода печи для объемного нагрева заготовок путем прецизионного изменения оптических характеристик высокотемпературного процесса нагрева и повышает качество и эффективность, например, штамповки поковок или термообработки заготовок за счет термоциклирования и термостатирования объемного нагрева.

Кинематическая схема печи работает по следующему циклу: загрузка выкатного пода 3 холодными заготовками 8 на технологическом участке 10, поступательное перемещение выкатного пода 3 с учетом заданного темпа термоциклирования холодных заготовок 8 посредством транспортирующих тележек на технологический участок 11 выкатного пода 4 для предварительного объемного нагрева заготовок 8 в камере 7, выгрузка пода 4 с заготовками 8 из камеры 7 и загрузка пода 4 в топливную камеру 2 на технологический участок 12. Нагрев заготовок 8 в топливной камере 2 производят до температуры пластической деформации или до требуемой температуры термообработки. Затем выкатной под 5 с заготовками 8 выкатывают из топливной камеры 2 на участок 13 - выгрузки с выкатного пода 6 нагретых заготовок 8 для пластической деформации или термообработки. После чего осуществляют возврат выкатного пода 6 по линии возврата тележек с выкатными подами 3, 4, 5, 6 из зоны выгрузки заготовок 8 в зону загрузки на участок 10 загрузки холодных заготовок 8 и повторяют цикл дифференциации управления потоком заготовок 8.

Изобретение позволяет повысить коэффициент использования теплового поля печи до 20-30 % при нагреве заготовок. Печь проходная нагревательная с выкатным подом может

BY 21591 C1 2018.02.28

быть оснащена системой блоков высокоскоростных, например рекуперативных горелок, на фигуре условно не показанных.

Температуру печи в топливной камере определяет максимальный тепловой поток от греющей среды к нагреваемой заготовке, при этом наиболее приемлемым является вариант, когда при максимальном тепловом потоке от греющей среды к нагреваемой заготовке перепад температуры по сечению заготовки не превысит допустимого, что обеспечит, по сравнению с известным уровнем технологии, максимально возможную производительность печи и управление тепловой работой печи, при этом наличие камеры предварительного объемного нагрева заготовок существенно упрощает поддержание температуры в зоне нагрева на уровне, обеспечивающем непревышение максимально допустимого перепада температуры по сечению заготовки, и, следовательно, позволяет вести процесс с более низкими расходами топлива.

Пример. Проходная газовая нагревательная печь с выкатным подом предназначена для нагрева заготовок вилки, шестерни, балки, цапфы и др. перед штамповкой на молоте с м.п.ч. 5 т. Нагревали заготовки диаметром от 50 до 250 мм под штамповку. Температура нагрева заготовок 1250 ± 10 °С. Максимальная производительность печи по нагреву должна составлять не менее 2500 кг/ч по всему сортаменту заготовок.

В качестве материала (марка стали) нагреваемых заготовок используют конструкционные стали марок: 35, 40, 45 (ГОСТ 1050), 40Х, 40ХН, 12ХНЗА, 18ХГТ, 25ХГТ, 20Х2Н4А (ГОСТ 4543). Нагрев печи осуществляется рекуперативными горелками со стеновым расположением. Управление тепловым процессом нагрева заготовок по зонам осуществляется регулировкой мощности горелочных устройств с учетом температуры предварительного объемного нагрева заготовок по данным контроля температуры печного пространства печи. Точность регулировки температуры в отапливаемых зонах - ± 10 °С. Состав продуктов сгорания периодически определяется переносным газоанализатором. Показатели назначения и экономичного использования сырья, материалов, топлива и энергии.

Наименование показателя	Показатель
1. Назначение печи	нагрев перед штамповкой
2. Размеры заготовок, диаметром 50-250 мм	L от 150 до 900 мм
3. Температура нагрева заготовок Максимальный температурный перепад по сечению заготовки при нагреве	T = 1250 ± 10 °С ΔT = не более 250 °С
4. Производительность печи, т/ч	2,5
5. Топливо природный газ и его теплота сгорания	Q = 35000 кДж/м ³
6. Температура подогрева воздуха перед горелкой	400 °С
7. К.П.Д. печи при максимальной производительности	не менее 50 %
8. Температура предварительного объемного нагрева заготовок	не выше 250-300 °С

Новые режимы нагрева позволят при полном промышленном освоении печи на территории Беларуси получить экономический эффект более 100,0 тыс. у.е. в год.

Источники информации:

1. RU 2200200 C2, 2003.
2. RU 2268448, МПК F 27B 9/14, F 27B 3/06, 2004.