

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **21832**

(13) **С1**

(46) **2018.04.30**

(51) МПК

F 27B 9/14 (2006.01)

F 27B 3/06 (2006.01)

(54)

ПРОХОДНАЯ ГАЗОПЛАМЕННАЯ ПЕЧЬ

(21) Номер заявки: а 20131602

(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 С1, 2006.

ВУ 11501 С1, 2009.

RU 2200200 С2, 2003.

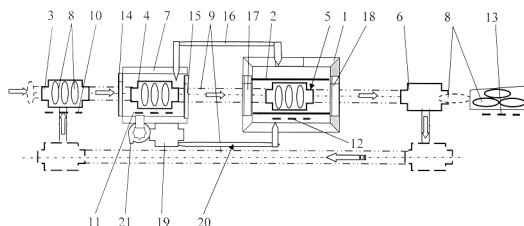
RU 2050522 С1, 1995.

SU 1059397 А, 1983.

SU 367781 А, 1983.

(57)

Проходная газопламенная печь, содержащая участок загрузки холодных заготовок, рабочую камеру с блоком горелочных устройств, выкатной под с приводом, установленный на закольцованный рельсовый путь, систему управления и участок разгрузки нагретых заготовок, отличающаяся тем, что содержит установленную между участком загрузки холодных заготовок и рабочей камерой камеру предварительного объемного нагрева заготовок, соединенную газоходом с рабочей камерой и оснащенную рекуператором, который воздухопроводом соединен с блоком горелочных устройств, а выходным дымоходом соединен с дымососом, при этом выкатной под образован по меньшей мере четырьмя тележками.



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

Известна печь газопламенная с выкатным подом, содержащая подводящий 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].

ВУ 21832 С1 2018.04.30

Печь работает в режиме: загрузка нагреваемых заготовок на под, дискретное перемещение заготовок в направлении от начала загрузки к выгрузке из печи, разгрузка нагретых заготовок с опорных элементов пода.

Недостатком известной печи газопламенной с выкатным подом проявляется в том, что значительная часть нижней поверхности нагреваемых заготовок перекрывается от теплового воздействия, при этом снижается эффективность нагрева.

Известен способ нагрева заготовок в проходной газопламенной нагревательной печи с выкатным подом, включающий загрузку холодных металлических заготовок на выкатной под, введение по рельсовому пути выкатного пода с заготовками в топливную камеру, 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].

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.

В качестве прототипа принят технологический комплекс проходной газопламенной печи с выкатным подом, включающий металлический футерованный корпус печи с рабочей топливной камерой с заслонкой, выкатной под, смонтированный на тележке рельсового пути с линией возврата тележек из зоны выгрузки заготовок в зону загрузки, привод выкатного пода, рекуператор и систему управления [2].

Недостатком известного технологического комплекса проходной газопламенной печи с выкатным подом 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 недостаточно равномерный нагрев металла по объему тела заготовки сечением $125 \times 125 \times$ до 12 м, что снижает качество продукции и увеличивает расход топлива на процесс нагрева, кроме того, печь характеризует низкая стойкость металлоконструкции пода.

Задачей изобретения является эффективное использование пода печи для объемного нагрева заготовок путем прецизионного изменения оптических характеристик высокотемпературного процесса нагрева и повышения качества и эффективности штамповки поковок за счет термостатирования объемного нагрева, а также закольцования рельсового пути по принципу участков управления потоками сквозного прохождения заготовок для нагрева и, как следствие, повышение производительности печи.

Техническая задача, на решение которой направлено изобретение, заключается в повышении качества нагрева заготовок путем равномерного распределения температурного поля в рабочей зоне печи с одновременным увеличением производительности.

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 топливной рабочей камере путем предварительного нагрева заготовок отходящими газами круговой циркуляции.

Сущность изобретения выражается новой совокупностью признаков, необходимых и достаточных для получения материального эквивалента с достижением указанного технического результата, и реализована тем, что проходная газопламенная печь, содержащая участок загрузки холодных заготовок, рабочую камеру с блоком горелочных устройств, выкатной под с приводом, установленный на закольцованный рельсовый путь, систему управления и участок разгрузки нагретых заготовок, согласно изобретению, содержит установленную между участком загрузки холодных заготовок и рабочей камерой камеру для предварительного объемного нагрева заготовок, соединенную газоподом с рабочей каме-

ВУ 21832 С1 2018.04.30

рой и оснащенную рекуператором, который воздухопроводом соединен с блоком горелочных устройств, а выходным дымоходом соединен с дымососом, при этом выкатной под образован, образован по меньшей мере четырьмя тележками

Для лучшего понимания изобретение поясняется фигурой, где представлен общий вид конструктива технологического комплекса проходной газопламенной печи с выкатным подом, на котором реализована новая технология.

Лучший вариант технологии нагрева заготовок под горячую пластическую деформацию может быть реализован следующим конструктивом проходной нагревательной печи 1 газопламенной, содержащей металлический футерованный корпус с топливной рабочей 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 газопламенная печь с выкатным подом 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 архитектуры 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.

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 1 для выдвижения 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 воздухом 20 запитывает блок горелочных устройств рабочей камеры 2 печи 1, а выходным газоходом соединен с дымососом 21.

Нагрев заготовок 8 в проходной газопламенной нагревательной печи 1 с выкатным подом 3 осуществляют путем загрузки холодных металлических заготовок 8 на выкатной под 3, введению по рабочей ветке рельсового пути 9 выкатного пода 4 с заготовками 8 и предварительный нагрев в камере 7 введение выкатного пода 5 с предварительно нагретыми заготовками 8 в топливную рабочую камеру 2. Нагрев заготовок 8 в рабочей камере 2 совмещают с одновременной рециркуляцией через газоход 16 отходящих дымовых газов из камеры 2 путем инжектирования дымососом 21 газовой среды из топливной рабочей камеры 2 в камеру 7 через рекуператор 19.

Перед нагревом холодных заготовок 8 в топливной рабочей камере 2 проходной нагревательной печи 1 производят в камере 7 предварительный объемный нагрев заготовок 8 отходящими рециркуляционными дымовыми газами из топливной камеры 2.

Управление потоками сквозного прохождения заготовок 8 для их нагрева в проходной нагревательной печи 1 с выкатными подами 3, 4, 5, 6 осуществляют через следующие технологические участки: участок 10 выкатного пода 3 загрузки холодных заготовок 8; участок 11 выкатного пода 4 для предварительного объемного нагрева заготовок 8 в камере 7 для предварительного объемного нагрева заготовок 8; участок 12 выкатного пода 5 для

термической обработки заготовок 8 в топливной камере 7 печи; участок 13 выкатного пода для выгрузки нагретых заготовок 8.

В процессе нагрева заготовок 8 в проходной газопламенной нагревательной печи 1 с выкатным подом 5 рекуперацию отходящих дымовых газов из топливной камеры 2 печи 1 осуществляют в камере 7 предварительного объемного нагрева заготовок 8, при этом горячий воздух, получаемый от процесса рекуперации в камере 7 обратным газоходом 20, направляют в блок горелок топливной рабочей камеры 2 печи 1.

Кинематическая схема технологического комплекса проходной газопламенной печи 1 с выкатным подом работает по следующему циклу. Транспортирование заготовок 8 путем управления потоками сквозного прохождения заготовок 8 в проходной нагревательной печи 1 технологического комплекса включает загрузку выкатного пода 3 холодными заготовками 8 на технологическом участке 10, поступательное перемещение выкатного пода 3 с холодными заготовками 8 посредством транспортирующих тележек на технологический участок 11 выкатного пода 4 для предварительного объемного нагрева заготовок 8 в камере 7. В камере 7 в направлении от зоны загрузки к зоне выгрузки печи 1, разгрузку нагретых заготовок 8 и возврат разгруженных тележек с выкатными подами 3, 4, 5, 6 по рельсовому пути 9 линии внепечной транспортировки подов 3, 4, 5, 6. Загрузку и выгрузку заготовок 8 осуществляют в печи на непрерывном поде, образованном посредством транспортирующих тележек с подами 3, 4, 5, 6 с учетом заданного темпа дифференциального принципа сетевой архитектуры перемещения заготовок 8 по циклу; загрузка холодных заготовок 8 - предварительный объемный их нагрев - нагрев заготовок 8 в топливной рабочей камере 2 до температуры их пластической деформации - выгрузка с выкатного пода 6 нагретых заготовок 8 на участке пластической деформации - 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 загрузки холодных заготовок 8 и повторение цикла заковки.

Таким образом реализован принцип управления потоками заготовок 8 по рельсовому пути 9, закованному на проход через печь 1 и камеру 7 предварительного объемного нагрева посредством по меньшей мере трех-четырех выкатных подов 3, 4, 5, 6, транспортируемых с заданным темпом по рельсовому пути 9.

Изобретение позволяет повысить коэффициент использования теплового поля печи до 20-30 % при нагреве заготовок.

Печь проходная нагревательная с выкатным подом может быть оснащена системой блоков высокоскоростных, например рекуперативных, горелок, на фигуре условно не названных.

Температуру печи в топливной камере определяет максимальный тепловой поток от греющей среды к нагреваемой заготовке. 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 максимально возможную производительность печи. Управление тепловой работой печи при наличии камеры предварительного объемного нагрева заготовок существенно упрощает поддержание температуры в зоне нагрева на уровне, обеспечивающем не превышение максимально допустимого перепада температуры по сечению заготовки. Это упрощает управление тепловым процессом и повышает производительность.

Пример.

Нагревательная проходная газопламенная 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 230 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.

ВУ 21832 С1 2018.04.30

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 (с учетом п. 6.8)	Диаметр 50-250 мм L от 150 до 900 мм
3. Температура нагрева заготовок Максимальный температурный перепад по сечению заготовки при нагреве	$T = 1250 \pm 10$ °С $\Delta T =$ 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. КПД печи при максимальной производительности	Не менее 50 %
8. Температура температуры 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 100000 у.е. в год.

Таким образом, предлагаемая конструкция проходной газопламенной печи с выкатным подом по сравнению с известными аналогами обеспечивает равномерный и, следовательно, более качественный нагрев металла и позволяет вести процесс с более низкими расходами топлива.

Источники информации:

1. RU 2200200 С2, 2003.
2. RU 2268448, МПК F 27В 9/14, F 27В 3/06, 2004.