

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046601**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.03.28

(21) Номер заявки
202393018

(22) Дата подачи заявки
2022.04.29

(51) Int. Cl. **C21B 7/10** (2006.01)
F27B 1/24 (2006.01)
F27D 9/00 (2006.01)
F27D 19/00 (2006.01)
F27D 21/00 (2006.01)

(54) **СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕЧИ**

(31) **LU500112**

(32) **2021.04.30**

(33) **LU**

(43) **2023.12.19**

(86) **PCT/EP2022/061540**

(87) **WO 2022/229414 2022.11.03**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПАУЛЬ ВЮРТ С.А. (LU)

(72) Изобретатель:
**Ли Гианг Кьен (LU), Маджоли
Николя (FR)**

(74) Представитель:
**Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В.,
Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов
А.В., Кузнецова Е.В., Соколов Р.А.,
Кузнецова Т.В. (RU)**

(56) **JP-A-S5696005**
LU-B1-91772
CN-U-205420457
WO-A1-0248406
GB-A-2006410

(57) В изобретении представлена система охлаждения металлургической печи, включающая в себя несколько охлаждающих устройств (40), каждое из которых включает в себя группу выполненных для отведения тепла от печи охлаждающих элементов (38), причем охлаждающие элементы (34) имеют по меньшей мере один внутренний канал охлаждения для охлаждающей текучей среды и охлаждающие элементы (34) гидродинамически соединены внутри каждого охлаждающего устройства (40), по меньшей мере один отводной трубопровод (5), связанный с каждым охлаждающим устройством для отведения охлаждающей текучей среды в главный коллектор (6). Последовательно с отводным трубопроводом (5) смонтировано устройство (7) регулирования расхода, которое выполнено для регулирования расхода охлаждающей текучей среды, которая проходит через него и, тем самым, через охлаждающее устройство (40). Устройство (7) регулирования расхода включает в себя калиброванное отверстие (26, 27), задающее базовое, минимальное проходное сечение для охлаждающей текучей среды, а также выполненный с возможностью избирательного управления регулирующий клапан (10) для задания переменного, дополнительного проходного сечения.

046601
B1

046601
B1

Область техники

Изобретение относится к системе охлаждения металлургической печи, состоящей из нескольких охлаждающих устройств.

Предпосылки создания изобретения

Охлаждающие устройства металлургических печей служат для передачи тепла от печей, например доменных, к охлаждающему средству/текучей среде. Поэтому охлаждающие устройства таких печей состоят из нескольких охлаждающих элементов, имеющих внутренние каналы для направления охлаждающей текучей среды. Охлаждающие элементы (например, охлаждающие плиты или короба) могут располагаться вдоль стен печи для защиты от высоких рабочих температур. В качестве охлаждающей текучей среды может быть использована, например, вода. Для управления охлаждающими устройствами металлургических печей и их эксплуатации необходимым является обеспечение соответствующей системы охлаждения.

В настоящее время для металлургических печей требуются охлаждающие устройства, состоящие из нескольких охлаждающих элементов, расположенных в печи, на ней или в ее окрестности. Однако эти системы охлаждения обычно регулируют с помощью систем управления, расположенных выше по потоку от охлаждающего устройства. JPS5696005A описывает такую систему охлаждения. Такие системы охлаждения металлургических печей имеют недостатки с точки зрения времени реакции, объема используемой для охлаждения печи текучей среды, а также с точки зрения автоматического регулирования расхода текучей среды, причем расход обычно зависит от передаваемой охлаждающим элементам тепловой нагрузки.

Кроме того, в процессе эксплуатации печи зачастую случается так, что, по меньшей мере, некоторые зоны, соответственно охлаждающие элементы, печи подвергаются большему износу/истиранию, чем другие зоны. Аналогичным образом, некоторые зоны, соответственно охлаждающие элементы, печи подвергаются особо высокой тепловой нагрузке, в то время как другие зоны подвергаются меньшей тепловой нагрузке. Это может привести, например, к тому, что установленные в зонах с высокой тепловой нагрузкой медные короба подвергаются истиранию или оплавлению. За счет этого, в свою очередь, повышается опасность выхода из строя данных элементов и даже полного выхода печи из строя. В связи с этим имеется общая потребность в способной к надежному и экономически эффективному функционированию системе охлаждения металлургической печи.

Предмет изобретения

Задачей настоящего изобретения является создание усовершенствованной системы охлаждения металлургической печи.

Эта задача решена посредством системы охлаждения согласно независимому п.1 формулы изобретения.

Общее описание изобретения

Настоящее изобретение относится к системе охлаждения металлургической печи, включающей в себя несколько охлаждающих устройств, каждое из которых состоит из группы охлаждающих элементов (обычно расположенных вдоль стенки печи), причем охлаждающие элементы имеют по меньшей мере один внутренний канал охлаждения для охлаждающей текучей среды. Охлаждающие элементы гидродинамически соединены в каждом охлаждающем устройстве, обычно последовательно. С каждым охлаждающим элементом связан по меньшей мере один отводной трубопровод для отведения охлаждающей текучей среды в главный коллектор.

Следует отметить, что в отводной трубопровод последовательно встроено устройство регулирования расхода, выполненное для регулирования расхода охлаждающей текучей среды, которая проходит через него и, тем самым, через охлаждающее устройство. Устройство регулирования расхода включает в себя калиброванное отверстие, задающее базовое, минимальное проходное сечение для охлаждающей текучей среды, а также выполненный с возможностью избирательного управления регулирующей клапан для задания переменного, дополнительного проходного сечения.

В основе настоящего изобретения лежит вывод о том, что особое устройство элементов системы охлаждения металлургической печи обеспечивает возможность создания модифицированной автоматизированной системы охлаждения, которая обеспечивает возможность точного регулирования расхода текучей среды внутри нескольких охлаждающих устройств, каждое из которых имеет группу охлаждающих элементов. Каждая группа охлаждающих элементов может быть предпочтительно расположена вертикально или горизонтально в секторе, на секторе или в его окрестности (например, угловом секторе или квадранте) доменной печи так, что расход рабочей среды может быть автоматически отрегулирован в соответствии с различными тепловыми нагрузками, присутствующими в различных секторах/квадрантах печи.

В основе настоящего изобретения также лежит вывод о том, что монтаж системы охлаждения металлургической печи согласно изобретению является относительно экономичным и может быть реализован без особых усилий в уже существующих охлаждающих устройствах и/или печах или на них или в их окрестности.

В основе настоящего изобретения лежит также вывод о возможности обеспечения эффективного саморегулирующегося механизма функционирования системы охлаждения металлургической печи в

случае, когда эта система охлаждения металлургической печи расположена ниже по потоку от охлаждающего устройства. Саморегулирующийся механизм функционирования системы охлаждения позволяет автоматически регулировать расход охлаждающей текучей среды в пределах заданной группы охлаждающих устройств, соответственно группы охлаждающих элементов. В этом контексте настоящая система охлаждения подходит для выборочного открытия расположенного в конкретном отводном трубопроводе охлаждающего элемента регулирующего клапана так, что расход текучей среды может быть увеличен только в тех секторах печи, где это действительно является необходимым, а остальные, расположенные в других секторах охлаждающие элементы могут продолжать работать с постоянным, например уменьшенным, расходом воды. Кроме того, предлагаемая система охлаждения может обеспечивать постоянный поток текучей среды в главный коллектор в каждый момент времени в ходе работы печи, что обеспечивает эффективное снижение опасности остановки движения текучей среды.

В основе настоящего изобретения также лежит вывод о том, что в зависимости от теплового потока доменной печи предлагаемая система охлаждения обеспечивает возможность эксплуатации охлаждающего устройства только с одним насосом вместо двух (насосы обычно располагают выше по потоку от охлаждающих устройств), причем работающий насос может обеспечивать всего лишь от 60% до 80% номинального расхода воды. Таким образом, расход рабочего насоса может находиться, например, в диапазоне объемов примерно от 1250 м³/ч до 1750 м³/ч, в зависимости от размеров доменной печи.

Кроме того, изобретатели неожиданно обнаружили, что настоящее изобретение может быть также пригодно для создания, поддержания и максимального увеличения настыви перед конкретными и подающимися заданию охлаждающими устройствами, соответственно охлаждающими элементами, прежде всего в зонах высокой тепловой нагрузки печи. Под настывью обычно понимают скопление слипшегося, частично сплавившегося материала, образующего полкообразную или куполообразную структуру, соответственно препятствие, на внутренней стенке печи, прежде всего на фурмах, соответственно трубах, доменной печи или над ними. Настывь перед охлаждающими элементами в зонах высокой тепловой нагрузки печи может служить защитой от чрезмерной тепловой нагрузки и/или истирания или эрозионного износа элементов печи. Кроме того, было обнаружено, что образование настыви перед группой охлаждающих элементов охлаждающего устройства может также обеспечивать возможность уменьшения потока текучей среды внутри этого охлаждающего элемента, что, в свою очередь, приводит к снижению затрат и экономии энергии, например, в отношении необходимого при работе печи количества кокса. Как следствие, благодаря уменьшению количества охлаждающей текучей среды, например воды, печь можно эксплуатировать с меньшей нагрузкой на окружающую среду и с меньшими выбросами углекислого газа.

В этой связи, особо эффективным является управление образованием настыви, когда охлаждающие устройства выполняют в виде в целом вертикально простирающихся комплектов охлаждающих элементов (одной или нескольких колонн охлаждающих элементов), которые охватывают угловой сектор печи. За счет этого обеспечена возможность управления различными тепловыми потоками в различных окружающих местоположениях печи. Тем самым облегчено воздействие на явления образования настыви, которые локально возникают на внутреннем контуре печи.

Под системой охлаждения металлургической печи в общем случае понимают комплект связанных между собой устройств, элементов и/или объектов, образующих структуру для управления параметрами охлаждающего устройства или нескольких охлаждающих устройств, соответственно для их регулирования, приспособливания, модификации, изменения и/или настройки. Охлаждающие устройства из числа нескольких охлаждающих устройств могут иметь одинаковые или различные размеры и/или конструкции. Система охлаждения металлургической печи может включать в себя, например, одно или несколько устройств для управления потоком охлаждающей текучей среды и/или его регулирования, например текучей среды, протекающей через охлаждающее устройство, соответственно циркулирующей в нем.

Под охлаждающим устройством, соответственно несколькими охлаждающими устройствами, в общем случае понимают совокупность охлаждающих элементов, например охлаждающих панелей или коробов, которые подлежат использованию и выполнены для охлаждения, соответственно для передачи тепла от, объекта, такого как металлургическая печь, к текучей среде или посредством текучей среды. Передача тепла от печи к охлаждающим элементам может быть осуществлена различными способами, такими как тепловое излучение, теплопроводность и/или конвекция. Система охлаждения металлургической печи включает в себя один или несколько охлаждающих элементов, которые смонтированы в зонах высокого нагрева печи, на них или в их окрестности.

Под металлургической печью обычно понимают произвольную промышленную печь, прежде всего доменную, плавильную, электродуговую, нагревательную, шахтную, колпаковую, конвейерную или какую-либо аналогичную печь.

Под группой охлаждающих элементов обычно понимают несколько охлаждающих элементов, таких как, например, охлаждающие панели и/или коробки, которые функционально соединены друг с другом так, что несколько связанных между собой охлаждающих элементов образуют группу, причем под группой обычно понимают несколько совместно используемых элементов одного и того же или сходного типа. Каждый охлаждающий элемент имеет по меньшей мере один внутренний канал охлаждающей текучей среды (обычно несколько), по которому в рабочем состоянии охлаждающего устройства протекает

текучая среда. Каждый охлаждающий элемент может быть смонтирован, установлен или размещен в секторе/области, соответственно квадранте, печи или на нем, или составлять собой его часть. Прежде всего, каждая группа охлаждающих элементов охлаждающего устройства может быть смонтирована, соответственно расположена, вдоль внутренней и/или внешней стенки печи. Охлаждающие элементы могут быть соединены последовательно. Под последовательным соединением понимают такое устройство, в котором по меньшей мере один охлаждающий элемент находится в гидродинамическом соединении с расположенным ниже и/или выше по потоку охлаждающим элементом того же охлаждающего устройства. Если охлаждающие элементы имеют несколько внутренних каналов охлаждающей текущей среды, каждый канал охлаждающей текущей среды одного охлаждающего элемента последовательно соединен с соответствующим каналом охлаждения соседнего охлаждающего элемента (выше и ниже по потоку).

В контексте металлургических печей, в качестве охлаждающей текущей среды обычно используют воду или текучую среду на водной основе, хотя применение могут находить и другие подходящие охлаждающие текущие среды.

Под отводным трубопроводом обычно понимают некоторое число или систему трубопроводов, которые выполнены для отведения охлаждающей текущей среды из охлаждающего устройства в главный коллектор. Отводной трубопровод может содержать первый участок, который имеет отдельные трубопроводы для сбора охлаждающей текущей среды из каналов охлаждающей текущей среды, причем трубопроводы первого участка сходятся ко второму участку, который имеет устройство регулирования расхода. Промежуточный коллектор может быть подключен для приема потока из трубопроводов первого участка и для направления его в единственный трубопровод второго участка, к которому последовательно присоединено устройство регулирования расхода.

Промежуточный коллектор, соответственно промежуточная (коллекторная) труба, также может входить в состав отводного трубопровода. Термин промежуточный коллектор в общем случае означает трубу, трубопровод или трубчатый или цилиндрический объект, канал, полую деталь или проход, или любой другой тип пустого тела, которые выполнены для проведения жидкости, газа и/или текущей среды. Таким образом, промежуточный коллектор является частью отводного трубопровода и располагается выше по потоку от регулирующего устройства и ниже по потоку от подающего устройства. В общем случае промежуточный коллектор может собирать нагретую текучую среду перед направлением этой текущей среды в регулирующее устройство и/или главный коллектор. Промежуточный коллектор может быть также выполнен для сбора текущей среды, выходящей из нескольких соединяющих внутренние каналы охлаждающей текущей среды трубопроводов, и/или выполнен для распределения собранной текущей среды в одно или несколько устройств регулирования расхода.

Под регулирующим устройством, соответственно устройством регулирования расхода, понимают подсистему отводного трубопровода, выполненную для регулирования и/или задания скорости потока и других физических свойств текущей среды. В вариантах осуществления изобретения регулирующее устройство соответственно расположено ниже по потоку от промежуточного коллектора и выше по потоку от главного коллектора. Например, регулирующее устройство позволяет регулировать, соответственно задавать или настраивать, расход, а значит, также и объемный расход и давление текущей среды в охлаждающем устройстве, а также в главном коллекторе. Регулирующее устройство может также включать в себя первый и второй каналы, причем первый и второй каналы находятся в гидродинамическом соединении друг с другом. Первый канал может включать в себя первый регулирующий клапан, который может быть использован для избирательного задания переменного проходного сечения для охлаждающей текущей среды. Под регулирующим клапаном обычно понимают объект или конструктивный элемент, позволяющий регулировать свойства потока и/или струи текущей среды. Например, регулирующий клапан может быть выполнен в виде автоматического клапана, позволяющего регулировать скорость потока текущей среды. Регулирующий клапан может быть расположен в первом канале и соединен с блоком управления для управления первым регулирующим клапаном. Другими словами, регулирующий клапан может быть выполнен для переменной регулировки расхода текущей среды. Второй канал может включать в себя калиброванное отверстие или, в качестве альтернативы, второй канал может быть соединен с калиброванным отверстием первого регулирующего клапана так, что второй канал позволяет в каждый момент времени направлять в главный коллектор базовый поток текущей среды. Регулирующее устройство может быть последовательно соединено с главным коллектором.

Под главным коллектором, соответственно отводным трубопроводом, в общем случае понимают трубопровод для отведения текущей среды после того, как она прошла через регулирующее устройство и/или подверглась его воздействию. Главный коллектор находится в гидродинамическом соединении с промежуточным коллектором и расположен ниже по потоку от промежуточного коллектора.

Под отверстием понимают проем, например горловину, окно или проход, через который может проходить охлаждающая текучая среда. Под калиброванным отверстием обычно понимают стандартное отверстие, например отверстие, которое было точно спроектировано, соответственно измерено или выполнено, и которое предусмотрено для точной настройки на выполнение конкретной функции, например, на прохождение заданного базового, минимального потока охлаждающей текущей среды. Таким образом, калиброванное отверстие может задавать соответствующее базовое, минимальное сечение

потока охлаждающей текучей среды, в то время как регулирующий клапан может быть подвергнут избирательному управлению для задания переменного, дополнительного проходного сечения.

Под базовым, минимальным проходным сечением обычно понимают сечение трубы или патрубка, выполненное для пропускания минимального потока или струи текучей среды так, что текучая среда может выходить из регулирующего устройства в каждый момент времени. За счет наличия базового, минимального проходного сечения калиброванного отверстия может быть поддержана непрерывность потока текучей среды в охлаждающем устройстве. Другими словами, калиброванное отверстие выполнено для создания и направления, соответственно проведения, базового потока текучей среды в главный коллектор в соответствии с предварительно заданным минимальным расходом.

Под блоком управления в общем случае понимают систему, включающую в себя по меньшей мере один из следующих элементов: электронную систему, программируемый блок управления, компьютер, процессор, запоминающее устройство, пользовательский интерфейс, программу, программное приложение или аналогичный элемент. Блок управления может быть выполнен для приема поступающих от датчиков сигналов. Блок управления может быть, кроме того, выполнен для управления первым регулирующим клапаном в первом канале путем передачи электронных сигналов на исполнительный механизм.

В одном из вариантов осуществления регулирующей клапан представляет собой автоматический клапан, управляемый блоком управления в зависимости от сигнала(ов) датчика(ов), получаемого(ых) от одного или нескольких датчиковых устройств, расположенных в предварительно заданных местах охлаждающих устройств. Под датчиковым устройством понимают элемент, систему или конструкцию, выполненные для обнаружения, измерения, определения или мониторинга изменений или условий окружающей среды. Кроме того, датчиковое устройство, соответственно датчик, могут быть выполнены для передачи информации, например сигнала, представляющего параметр (процесса), такой как, например, температура циркулирующей в охлаждающем устройстве текучей среды. Эта информация может быть отправлена, соответственно передана, посредством датчикового устройства в блок управления. Благодаря датчиковому устройству блок управления обеспечивает возможность выявления того, соответствует ли измеренное значение заданному значению или диапазону заданных значений. В этом случае блок управления может побуждать первый регулирующий клапан к открытию или к закрытию (частичному или полному) и, тем самым, обеспечивает возможность регулирования расхода в регулирующем устройстве. В результате расход текучей среды в расположенном перед регулирующим устройством охлаждающем устройстве также может быть отрегулирован в соответствии с заданным расходом или заданным диапазоном расходов. Первый регулирующий клапан может дополнительно включать в себя или образовывать собой автоматический клапан с приводом, причем привод соединен с блоком управления. Привод может быть представлен, например, электрическим или пневматическим приводом.

В одном из вариантов осуществления регулирующей клапан включает в себя подвижный запорный элемент, причем калиброванное отверстие расположено в запорном элементе. Таким образом, калиброванное отверстие может быть выполнено в части корпуса клапана так, что клапан обеспечивает, по меньшей мере, некоторый проход для текучей среды.

В одном из вариантов осуществления регулирующее устройство включает в себя первый и второй каналы, причем первый и второй каналы расположены параллельно друг другу, и причем второй канал включает в себя калиброванное отверстие, а первый канал включает в себя регулирующий клапан. Например, расположенное во втором канале калиброванное отверстие может быть представлено частью дроссельной диафрагмы. Под дроссельной диафрагмой, соответственно под ограничительной диафрагмой, обычно понимают элемент, предназначенный для задания расхода текучей среды и/или для снижения давления и/или для ограничения потока. Дроссельная диафрагма может быть выполнена в виде тонкой пластины с калиброванным отверстием. Дроссельная диафрагма может быть размещена, например, во втором канале. При прохождении текучей среды, или соответственно, жидкости через дроссельную диафрагму ее давление увеличивается перед отверстием, в то время как скорость потока ниже отверстия увеличивается по мере уменьшения давления текучей среды.

В одном из вариантов осуществления регулирующей клапан выполнен в виде дискового поворотного клапана. Под дисковым поворотным клапаном может пониматься любой регулируемый клапан, прежде всего клапан с запорным механизмом, представляющим собой выполненный с возможностью вращения элемент, например диск. Дисковые поворотные клапаны могут срабатывать относительно быстро и, таким образом, могут быть использованы для быстрой регулировки расхода потока.

В одном из вариантов осуществления датчиковое устройство включает в себя или образует собой по меньшей мере один из следующих элементов: датчик температуры, датчик расхода, датчик давления. Датчик температуры может быть представлен любым датчиком, предназначенным для выявления температуры, например температуры текучей среды, и/или изменения температуры. Датчик расхода может быть представлен любым датчиком, выполненным для выявления расхода текучей среды. Датчик давления может быть представлен любым датчиком, выполненным для выявления давления текучей среды.

В одном из вариантов осуществления первый канал выполнен в виде обводного канала для второго канала, или, факультативно, второй канал выполнен в виде обводного канала для первого канала. Под обводным каналом в общем случае понимают любое устройство из используемых для перенаправления

потока труб, патрубков, клапанов и/или полых тел и/или аналогичных элементов. Благодаря наличию обводного канала, из регулирующего устройства в главный коллектор может выходить предварительно заданный минимальный поток, соответственно, базовый поток. Таким образом, может быть предотвращена остановка движения текучей среды в охлаждающем устройстве.

В одном из вариантов осуществления регулирующее устройство также включает в себя второй датчик температуры, и/или расходомер, и/или датчик давления, и/или ручной клапан. Второй датчик температуры, и/или расходомер, и/или датчик давления могут иметь электрическое соединение с блоком управления. Благодаря наличию второго датчика температуры и/или расходомера и/или датчика давления блоку управления обеспечена возможность выявления дополнительных технологических параметров протекающей в регулирующем устройстве текучей среды. Ручной клапан позволяет вручную перекрывать регулирующее устройство, например, при необходимости технического обслуживания.

В одном из вариантов осуществления охлаждающие элементы находятся в гидродинамическом соединении друг с другом, причем охлаждающие элементы расположены по отношению друг к другу вертикально или горизонтально. Расположение охлаждающих элементов на стенке печи допускает, что они могут быть расположены по отношению друг к другу горизонтально или вертикально. Например, при установке на печь нескольких, например четырех охлаждающих устройств, каждое из которых состоит из нескольких охлаждающих элементов, различные участки печи могут получать охлаждение посредством горизонтально или вертикально расположенного охлаждающего элемента при различных расходах. В результате, на участках, где на охлаждающие элементы передается высокая тепловая нагрузка, расход текучей среды может быть увеличен, а на участках, где на охлаждающие элементы передается нормальная или низкая тепловая нагрузка, расход текучей среды может быть уменьшен.

В одном из вариантов осуществления каждый охлаждающий элемент из нескольких охлаждающих элементов расположен в одном из квадрантов печи. Под квадрантом обычно понимают угловой сектор печи. Хотя в строгом смысле квадрант обозначает 90° окружности, в настоящем документе этот термин также используется для обозначения меньших угловых участков, которые также соответствуют только одной колонне охлаждающих элементов. Размещение, распределение, соответственно разграничивание, охлаждающих устройств на различных квадрантах обеспечивает возможность различного охлаждения различных угловых частей доменной печи. Как следствие, предотвращено образование горячих точек внутри печи во время ее работы.

Следует отметить, что управление по участкам или квадрантам существенно отличается от обычного соединения охлаждающих элементов, которые, как правило, соединены в ряды. Если охлаждающие элементы соединены в ряды, является невозможным отдельное управление конкретным угловым сектором (квадрантом).

В одном из вариантов осуществления отводной трубопровод включает в себя подающее устройство, причем подающее устройство включает в себя выходную линию для направления текучей среды к промежуточному коллектору, и причем выходная линия включает в себя по меньшей мере одно из следующих устройств: дополнительный расходомер, и/или дополнительный датчик температуры и/или челночный клапан и/или воздуховыпускное устройство. Текучая среда может поступать из охлаждающего устройства через включающее в себя выходную линию подающее устройство в промежуточный коллектор, причем промежуточный коллектор собирает и распределяет текучую среду по меньшей мере к одному регулирующему устройству. Отводной трубопровод может включать в себя подающее устройство и регулирующее устройство. Расходомер и датчик температуры позволяют контролировать параметры процесса, например параметры, связанные с циркулирующей выше по потоку от главного коллектора текучей средой. Челночный клапан, а также воздуховыпускное устройство, соответственно воздуховыпускной клапан, могут быть использованы или выполнены для обнаружения утечек.

Эти и другие аспекты и признаки настоящего изобретения также вытекают из зависимых пунктов формулы изобретения, прилагаемых чертежей и нижеследующего описания вариантов осуществления.

Краткое описание чертежей

Варианты осуществления изобретения описаны в качестве примера с отсылками на прилагаемые чертежи, на которых:

фиг. 1 представляет собой принципиальную схему одного из вариантов осуществления настоящей системы охлаждения в металлургической печи;

фиг. 2 представляет собой схематический вид другого варианта осуществления настоящей системы охлаждения, которая включает в себя несколько охлаждающих устройств;

фиг. 3 представляет собой принципиальную схему альтернативного варианта осуществления устройства регулирования расхода.

Описание вариантов осуществления

Фиг. 1 представляет собой принципиальную схему системы охлаждения металлургической печи 1 в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. На фиг. 1 показано охлаждающее устройство 40, которое расположено в области/секторе 2 печи (не показан), причем охлаждающее устройство 40 имеет несколько охлаждающих элементов 34, расположенных вдоль стенки печи (не показана) и гидродинамически соединенных друг с другом посредством труб 36, 38. Каждый из охлаждающих эле-

ментов 34 может содержать один или несколько внутренних каналов охлаждающей текучей среды (не показаны), причем каждый из внутренних каналов охлаждающей текучей среды охлаждающего элемента 34 соединен, соответственно гидродинамически соединен, с соответствующими трубами 36, 38, которые соединяют охлаждающий элемент 34 с соседним, расположенным выше и/или ниже по потоку охлаждающим элементом 34. Охлаждающие элементы (а именно их соответствующие каналы охлаждения) в охлаждающем устройстве 40 предпочтительно соединены последовательно. В данном варианте осуществления охлаждающие элементы 34 имеют по два внутренних канала охлаждения.

Для отведения охлаждающей текучей среды в главный коллектор 6 каждый охлаждающий элемент 40 соединен своей нижней по потоку стороной по меньшей мере с одним, состоящим в данном случае из двух участков 5а и 5b, отводным трубопроводом 5.

Второй участок 5b отводного трубопровода включает в себя устройство 7 регулирования расхода. Первый участок 5а предусмотрен для подачи ко второму участку 5b отводимой от самого нижнего по потоку охлаждающего элемента 34 охлаждающей текучей среды. Предпочтительно, с каждым каналом охлаждающей текучей среды соединен соответствующий выпускной трубопровод 42, как показано на фиг. 1. На противоположных своих концах оба выпускных трубопровода 42 гидродинамически соединены с промежуточным коллектором 4, из которого текучая среда поступает во второй участок 5b.

Второй участок 5b состоит из трубопровода 18, соединенного одним концом с первым участком 5а, в данном случае через промежуточный коллектор 4, а противоположным концом - с главным коллектором 6. Устройство 7 регулирования расхода последовательно встроено в трубопровод 18 так, что весь поступающий в верхний по потоку участок трубопровода 5а поток охлаждающей текучей среды должен проходить через устройство 7 регулирования расхода для его поступления в нижний по потоку участок трубопровода 18, соответственно в главный коллектор 6. В результате, устройство 7 регулирования расхода обеспечивает возможность управления расходом охлаждающей текучей среды через второй участок 5b и, тем самым, через соответствующие каналы охлаждающей текучей среды в охлаждающем устройстве 40.

В показанном на фиг. 1 варианте осуществления устройство 7 регулирования расхода включает в себя встроенную в трубопровод 18 так называемую дроссельную диафрагму 24. Дроссельная диафрагма 24 включает в себя калиброванное отверстие 26, которое задает базовое, минимальное сечение потока охлаждающей текучей среды в трубопроводе 18. Регулирующий клапан 10 имеет возможность избирательного управления для задания переменного дополнительного проходного сечения. Задаваемый посредством отверстия 26 поток является минимальным в том смысле, что он всегда открыт и имеет постоянную величину, а поток через регулирующий клапан дополняет поток через отверстие 26.

Охлаждающее устройство 40 выполнено для передачи тепла от печи, соответственно данного сектора/области 2 печи, к протекающей в каналах охлаждающих элементов 34 охлаждающей текучей среде. Стрелки М1 и М2 указывают направление потока охлаждающей текучей среды, причем М1 обозначает входной поток охлаждающей текучей среды в охлаждающее устройство 40, а М2 - выходной поток охлаждающей текучей среды в главный коллектор 6. Охлаждающая текучая среда поступает из охлаждающего устройства 40 через включающий в себя трубопроводы 42 первый участок 5а в промежуточный коллектор 4. Промежуточный коллектор 4 собирает и направляет охлаждающую текучую среду к регулирующему устройству 7 на участке 5b. Следует отметить, что в альтернативных вариантах осуществления между промежуточным коллектором 4 и главным коллектором 6 параллельно друг другу могут быть расположены несколько регулирующих устройств 7 (на фиг. 1 не показаны).

Первый участок 5а может иметь оснащение для контроля состояния выходящей из охлаждающего устройства 40 охлаждающей текучей среды. Соответственно, для контроля состояния протекающей по одному из трубопроводов 42 первого участка 5а текучей среды предусмотрены расходомер 44 и датчик 46 температуры. В каждый из трубопроводов 42 также встроены челночный клапан 48 (для перекрытия потока) и воздуховыпускное устройство 50. Расходомер 44, датчик температуры 46, челночный клапан 48 и/или воздуховыпускное устройство 50 могут иметь дистанционное управление с помощью блока 12 управления.

В показанном на фиг. 1 варианте осуществления регулирующее устройство 7 может быть использовано для управления расходом охлаждающей текучей среды. Более конкретно, как уже указывалось, в трубопровод 18 встроена дроссельная диафрагма 24. Дроссельная диафрагма 24, которую обычно выполняют как сменную деталь (например, с фланцевым креплением между двумя концами трубы), включает в себя калиброванное отверстие 26, которое обеспечивает базовый поток текучей среды благодаря своему предварительно заданному открытому сечению. Это отверстие 26 является постоянно открытым. Ссылочное обозначение 16 указывает на другой канал, который расположен параллельно трубопроводу 18 и гидродинамически соединен с ним, и который соединен выше и ниже по потоку с дроссельной диафрагмой 24. Таким образом, канал 16 образует обводной канал по отношению к дроссельной диафрагме 24.

В канале 16 установлен регулирующий клапан 10 для переменной регулировки расхода проходящей через него текучей среды. Блок 12 управления выполнен для управления регулирующим клапаном 10. Привод 22 функционально присоединен для приведения в действие регулирующего клапана 10, а именно

для перемещения его запорного элемента с целью задания проходного сечения в диапазоне от 0 до 100%.

Благодаря калиброванному отверстию 26 (в дроссельной диафрагме 24) к главному коллектору 6 может быть постоянно направлен предварительно заданный минимальный поток охлаждающей текучей среды. В случае необходимости, например, когда блок 12 управления выявляет, что температура текучей среды превышает предварительно заданное значение, регулирующий клапан 10 может быть открыт (с помощью привода 22) для увеличения проходного сечения. При этом увеличивается поперечное сечение потока текучей среды, соответственно объемный расход текучей среды. Автоматический клапан 20 может быть представлен, например, дисковым поворотным или шиберным клапаном.

Например, предположим, что калиброванное отверстие 24 имеет проходное сечение $D1$, а регулирующий клапан 10 - максимальное проходное сечение $D2$ (то есть, регулирующий клапан открыт на 100%).

В конфигурации с базовым потоком регулирующий клапан закрыт, и таким образом, поток через регулирующее устройство 7 оказывается заданным только посредством отверстия 26, что соответствует $D1$.

При потребности в увеличении расхода блок 12 управления приводит регулирующий клапан 10 в некоторое положение, обозначаемое как % открытия. Таким образом, обеспечиваемое посредством регулирующего устройства 7 общее проходное сечение соответствует $D1 + D2 * (\% \text{ открытия})$.

При полностью открытом регулирующем клапане 10 (% открытия=100%) сечение потока через отводной трубопровод 5 к коллектору 6 составляет $D1 + D2$.

Если $D1 = D2$, то при полностью открытом регулирующем клапане 10 проходное сечение может быть увеличено вдвое.

До и после регулирующего клапана 10 в канале 16 могут быть установлены отсечные клапаны 17. Эти клапаны 17 открыты в рабочем режиме и могут быть закрыты для изоляции регулирующего клапана 10 с целью проведения технического обслуживания. Таким образом, обслуживание регулирующего клапана 10 может быть проведено без отключения всего отводного трубопровода 7.

В альтернативном, показанном на фиг. 3 варианте осуществления калиброванное отверстие 27 может быть выполнено в регулирующем клапане 10, благодаря чему последний оказывается способным к пропусканию базового потока текучей среды через трубопровод 18 при закрытом клапане. Отверстие 27 может быть расположено, например, в корпусе клапана, но предпочтительно, в подвижном запорном элементе, а именно в заслоночном или шиберном элементе клапана.

Как следует из фиг. 1, для контроля состояния охлаждающей текучей среды в трубопроводе 18 установлены датчик 28 температуры и расходомер 30, а также, факультативно, датчик давления. Датчик 28 температуры и расходомер 30 могут быть электрически соединены с блоком 12 управления. Ссылочное обозначение 32 указывает на клапан на входе во второй участок 5b, который позволяет освободить или перекрывать поток текучей среды в этот участок.

Дополнительный челночный клапан 29, расположенный на нижней по потоку стороне второго участка 5b, позволяет освободить или перекрывать поток из отводного трубопровода 5 в главный коллектор 6. Закрытие клапанов 29 и 32 позволяет изолировать регулирующее устройство для проведения технического обслуживания. Поскольку клапаны 29 и 32 обычно используют для технического обслуживания или в аварийных ситуациях, они, как правило, являются ручными клапанами. Однако возможным также является оснащение одного или обоих клапанов приводами для дистанционного управления, например, посредством блока 12 управления.

Как, кроме того, показано на фиг. 1, регулирующее устройство 7 также включает в себя датчиковое устройство 14, а именно датчик температуры, который генерирует сигнал датчика, отображающий температуру охлаждающей текучей среды в охлаждающем устройстве 40, прежде всего в трубах 36 между двумя соседними охлаждающими элементами 34. Датчик 14 передает свои сигналы на блок 12 управления.

Блок 12 управления выполнен для управления регулирующим клапаном в зависимости от измеренной температуры в охлаждающем устройстве 40. Преимущественно, при низких температурах клапан 10 закрыт, он включается в работу, когда измеренная температура достигает порогового значения. Блок управления может включать в себя, например, таблицу, которая задает открытие клапана в зависимости от измеренной температуры. Альтернативно, блок управления может функционировать в рамках системы регулирования с обратной связью, причем клапан подвергают управлению (путем увеличения или уменьшения проходного сечения) для достижения заданной температуры в охлаждающем устройстве.

На фиг. 2 схематично показан другой вариант осуществления системы охлаждения, которая имеет несколько охлаждающих устройств, расположенных в различных областях печи (не показана). Для указания на одинаковые или аналогичные с приведенными на фиг. 1 элементы использованы одинаковые ссылочные обозначения.

Каждое из четырех охлаждающих устройств 40-1 - 40-4 включает в себя по несколько охлаждающих элементов 34. Как известно из уровня техники, эти охлаждающие элементы обычно располагаются вдоль внутренней стороны кожуха шахтной/доменной печи, то есть в целом цилиндрической металлической стенки, образующей внешнюю стенку печи. Охлаждающие элементы, как правило, имеют плитоб-

разную форму, перед охлаждающими элементами изначально сформирован слой огнеупорного материала для защиты их внутренней, горячей поверхности, как это известно в данной области техники. Нижние охлаждающие элементы (заштрихованы) расположены в нижней части печи, где температура более высокая, эти охлаждающие элементы могут включать в себя корпус из медного сплава. В верхней области, где температура менее высокая, охлаждающие элементы могут включать в себя корпус из чугуна.

Как можно увидеть на фиг. 2, охлаждающие элементы 34 в каждом устройстве 40 гидродинамически соединены друг с другом посредством нескольких труб 36 для направления охлаждающей текучей среды. В показанном варианте осуществления каждый охлаждающий элемент 34 включает в себя четыре внутренних канала охлаждающей текучей среды, которые последовательно соединены между охлаждающими элементами.

На верхней по потоку стороне входной поток M1 охлаждающей текучей среды может быть приведен к требуемому состоянию в обычной системе (не показана) так, что главный поток M1 имеет целевые температуру и давление. Такая система может включать в себя один или несколько насосов, фильтров и тому подобного. Входящий поток M1 может быть распределен от главного распределителя 60 (или коллектора) к промежуточным распределителям 62, а от них - по связанным с внутренними каналами охлаждающей текучей среды впускным каналам 64. Промежуточные распределители 62 подают охлаждающую текучую среду в группу впускных каналов 64.

В показанном варианте осуществления впускные каналы 64 сгруппированы попарно. Охлаждающие элементы 34 состоят из четырех каналов охлаждения, причем для каждого охлаждающего устройства 40 задействованы по два промежуточных распределителя 62. Каждый промежуточный распределитель 62 соединен с двумя внутренними каналами охлаждающей текучей среды через соответствующие впускные каналы 64.

Охлаждающие элементы 34 расположены внутри печи для покрытия металлического кожуха печи, то есть вертикально и горизонтально (то есть, по окружности). На фиг. 2 группы охлаждающих элементов 34 каждого охлаждающего устройства 2 соединены последовательно в вертикальном направлении.

В каждом охлаждающем устройстве 2 охлаждающие элементы 34 простираются от нижних до верхних областей печи, причем охлаждающие элементы соединены последовательно. Таким образом, охлаждающая текучая среда последовательно проходит снизу вверх через каждый охлаждающий элемент 34 соответствующего охлаждающего устройства 2.

На фиг. 2 каждое охлаждающее устройство 40-1 - 40-4 показано как имеющее одну вертикальную колонну 41, которая состоит (в данном случае из семи) охлаждающих элементов 34. На практике каждое охлаждающее устройство 40-1-40-4 включает в себя несколько таких расположенных параллельно друг другу колонн 41. Охлаждающие элементы 34 в пределах одной колонны 41 соединены последовательно. Число охлаждающих элементов 34 и число колонн 41 в каждом охлаждающем устройстве 40-1 - 40-4 зависит от размеров доменной печи. Например, одна колонна 41 может включать в себя от 4 до 15 охлаждающих элементов 34, а число колонн 41 в соответствующем охлаждающем устройстве 40 может составлять от 6 до 20. Эти значения являются лишь примерными и не должны рассматриваться как ограничивающие.

Таким образом, на практике каждое охлаждающее устройство 40-1 - 40-4 включает в себя несколько колонн 41 охлаждающих элементов 34, установленных для покрытия определенной угловой части шахтной печи по ее высоте таким образом, что можно сказать, что охлаждающее устройство соответствует угловому сектору или, возможно, квадранту шахтной печи.

Прежде всего, в варианте осуществления на фиг. 2 имеются четыре охлаждающих устройства 40-1 - 40-4, каждое из которых состоит из нескольких параллельных колонн 41 охлаждающих элементов, достаточных для покрытия некоторой части окружности доменной печи, а именно 90°. Таким образом, каждое охлаждающее устройство 40 соответствует квадранту (обозначенному 2).

На выходной стороне системы охлаждения выходящая из охлаждающих устройств 2 горячая охлаждающая текучая среда оказывается собранной в коллекторе 6. Как правило, поток M2 перед его рециркуляцией направляют в бассейн и/или градирни.

Каждый охлаждающий элемент 40 соединен посредством по меньшей мере одного отводного трубопровода 5 с главным коллектором 6. Точнее, в данном варианте осуществления на каждый охлаждающий элемент 40 приходится по два отводных трубопровода 5, 5' (оснащенных устройствами 7, 7' регулирования расхода). Построение отводных трубопроводов 5 является аналогичным показанному на фиг. 1.

Потоки внутренних каналов охлаждающей текучей среды могут быть распределены по двум отводным трубопроводам 5, 5'. Как можно увидеть на фиг. 2, половина каналов (в данном случае два) охлаждающей текучей среды самых верхних (или самых нижних) охлаждающих элементов 34 каждого устройства 40 соединены через первый участок 5а с первым промежуточным коллектором 4, который, в свою очередь, соединен с оснащенный встроенным в него устройством 7 регулирования расхода вторым участком 5б. Другая часть каналов охлаждающей текучей среды каждого из крайних верхних охлаждающих элементов 34 охлаждающего устройства 40 соединена через участки 5а' со вторым промежуточным коллектором 4', который, в свою очередь, соединен с оснащенный встроенным в него устройством 7' регулирования расхода вторым участком 5б'.

Показанная на фиг. 2 система 1 охлаждения позволяет индивидуально регулировать с выходной стороны расход через различные охлаждающие устройства 40, соответственно сектор(ы) и квадрант(ы). Как следует из фиг.

2, для управления охлаждающим устройством 40 параллельно размещены по меньшей мере два оснащенных регулирующими устройствами 7, 7' отводных трубопровода 5, 5', причем каждый отводной трубопровод 5, 5' принимает половину потока проходящей через соответствующий квадрант охлаждающей текучей среды.

Рассмотренные варианты осуществления являются примерами изобретения. В различных вариантах осуществления описанные компоненты каждого из них представляют собой отдельные признаки изобретения, которые следует рассматривать независимо друг от друга, и которые также независимо друг от друга развивают изобретение. Таким образом, эти признаки можно рассматривать как компоненты изобретения по отдельности или в отличной от показанной комбинации. Кроме того, описанные варианты осуществления могут быть дополнены другими уже описанными признаками изобретения.

Дополнительные признаки и варианты осуществления изобретения могут быть понятны специалистам в контексте настоящего раскрытия и формулы изобретения.

Ссылочные обозначения

- 1 - Система охлаждения,
- 2 - сектор или квадрант печи,
- 4 - промежуточный коллектор,
- 5 - выпускной трубопровод,
- 6 - главный коллектор,
- 7 - устройство для регулирования расхода,
- 10 - регулирующий клапан,
- 12 - блок управления,
- 14 - датчиковое устройство,
- 16 - канал,
- 18 - канал,
- 20 - автоматический клапан,
- 22 - привод,
- 24 - дроссельная диафрагма,
- 26 - калиброванное отверстие,
- 28 - датчик температуры,
- 29 - челночный клапан,
- 30 - расходомер,
- 32 - ручной клапан,
- 34 - охлаждающий элемент,
- 36 - труба,
- 38 - труба,
- 40 - охлаждающее устройство,
- 42 - выходная линия,
- 44 - расходомер,
- 46 - датчик температуры,
- 48 - челночный клапан.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система охлаждения металлургической печи, включающая в себя несколько охлаждающих устройств (40), каждое из которых включает в себя группу выполненных для отведения тепла от печи охлаждающих элементов (38), причем охлаждающие элементы (34) имеют по меньшей мере один внутренний канал охлаждения для охлаждающей текучей среды и охлаждающие элементы (34) гидродинамически соединены внутри каждого охлаждающего устройства (40),

по меньшей мере один отводной трубопровод (5), связанный с каждым охлаждающим устройством для отведения охлаждающей текучей среды из охлаждающего устройства (40) в главный коллектор (6),

отличающаяся тем, что в отводной трубопровод (5) последовательно встроено устройство (7) регулирования расхода, которое выполнено для регулирования расхода охлаждающей текучей среды, которая проходит через него и, тем самым, через охлаждающее устройство (40),

причем устройство (7) регулирования расхода включает в себя калиброванное отверстие (26, 27), задающее базовое, минимальное проходное сечение для охлаждающей текучей среды, а также выполненный с возможностью избирательного управления регулирующий клапан (10) для задания переменного, дополнительного проходного сечения.

2. Система охлаждения по п.1, причем регулирующий клапан (10) является автоматическим клапаном, управляемым блоком (12) управления в зависимости от сигнала(ов) датчика, получаемого(ых) от одного или нескольких датчиковых устройств (14), расположенных в предварительно заданных местах охлаждающих устройств (40).

3. Система охлаждения по п.2, причем одно или несколько датчиковых устройств включают в себя расположенные в предварительно заданных местах внутри каждого охлаждающего устройства дат-

чики температуры и

блок (12) управления выполнен для приведения в действие регулирующего клапана на основе температуры, выявленной по сигналу(ам) датчиков.

4. Система охлаждения по одному из пп.1-3, причем регулирующий клапан (10) включает в себя подвижный запорный элемент и калиброванное отверстие (27) расположено в запорном элементе.

5. Система охлаждения по одному из пп.1-3, причем устройство (7) регулирования расхода включает в себя

первый канал (18), присоединенный для приема полного потока охлаждающей текучей среды из охлаждающего устройства (40), причем калиброванное отверстие расположено в этом первом канале, и второй канал, который является параллельным первому каналу и включает в себя регулирующий клапан (10).

6. Система охлаждения по п.5, в которой второй канал (16) соединен с калиброванным отверстием выше и ниже по потоку с образованием обводного канала.

7. Система охлаждения по одному из предшествующих пунктов, причем регулирующий клапан (10) выполнен в виде дискового поворотного клапана или шиберного клапана.

8. Система охлаждения по одному из предшествующих пунктов, причем датчиковое устройство (14) включает в себя один или более из числа таких компонентов, как датчик температуры, датчик расхода и датчик давления.

9. Система охлаждения по одному из предшествующих пунктов, причем отводной трубопровод (5) также включает в себя второй датчик (28) температуры и/или расходомер (30) и/или датчик давления и/или ручной клапан (32).

10. Система охлаждения по одному из предшествующих пунктов, причем охлаждающие элементы (34) находятся в гидродинамическом соединении друг с другом и охлаждающие элементы (34) расположены вертикально и/или горизонтально по отношению друг к другу.

11. Система охлаждения по одному из предшествующих пунктов, причем каждое охлаждающее устройство (40-1, 40-2, 40-3, 40-4) из нескольких охлаждающих устройств (40) расположено так, что оно покрывает предварительно заданный угловой сектор печи.

12. Система охлаждения по одному из предшествующих пунктов, причем отводной трубопровод (5) включает в себя первый участок (5а) и первый участок (5а) включает в себя выходную линию (42) для направления текучей среды к промежуточному коллектору (4), причем выходная линия (42) включает в себя по меньшей мере одно из следующих устройств: расходомер (44) и/или датчик (46) температуры и/или челночный клапан (48) и/или воздуховыпускное устройство (50).

13. Система охлаждения по одному из предшествующих пунктов, причем каждое охлаждающее устройство (40-1, 40-2, 40-3, 40-4) состоит из нескольких вертикальных колонн (41) охлаждающих элементов, включающих в себя несколько каналов охлаждения, и внутри каждой колонны охлаждающие элементы (34) последовательно соединены между собой.

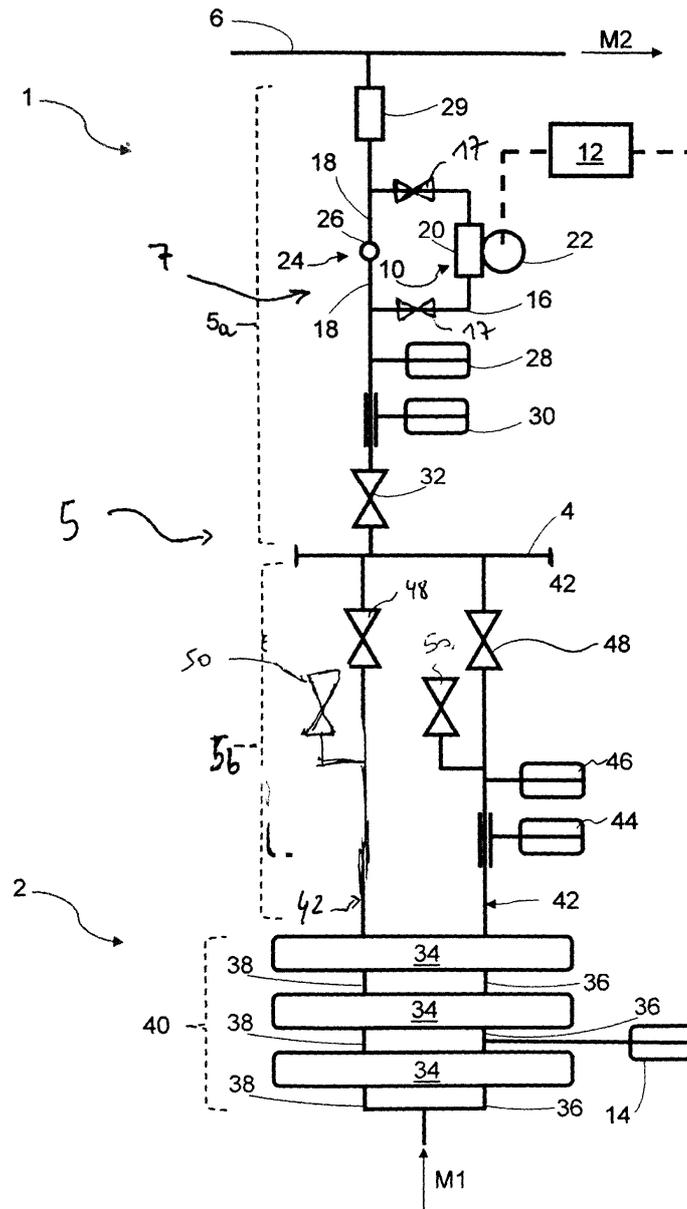
14. Система охлаждения по п.13,

причем часть внутренних каналов охлаждающей текучей среды самых нижних по потоку охлаждающих элементов охлаждающего устройства соединена с первым промежуточным коллектором (4), оснащенным встроенным в него устройством (7) регулирования расхода первого отводного трубопровода (5), и

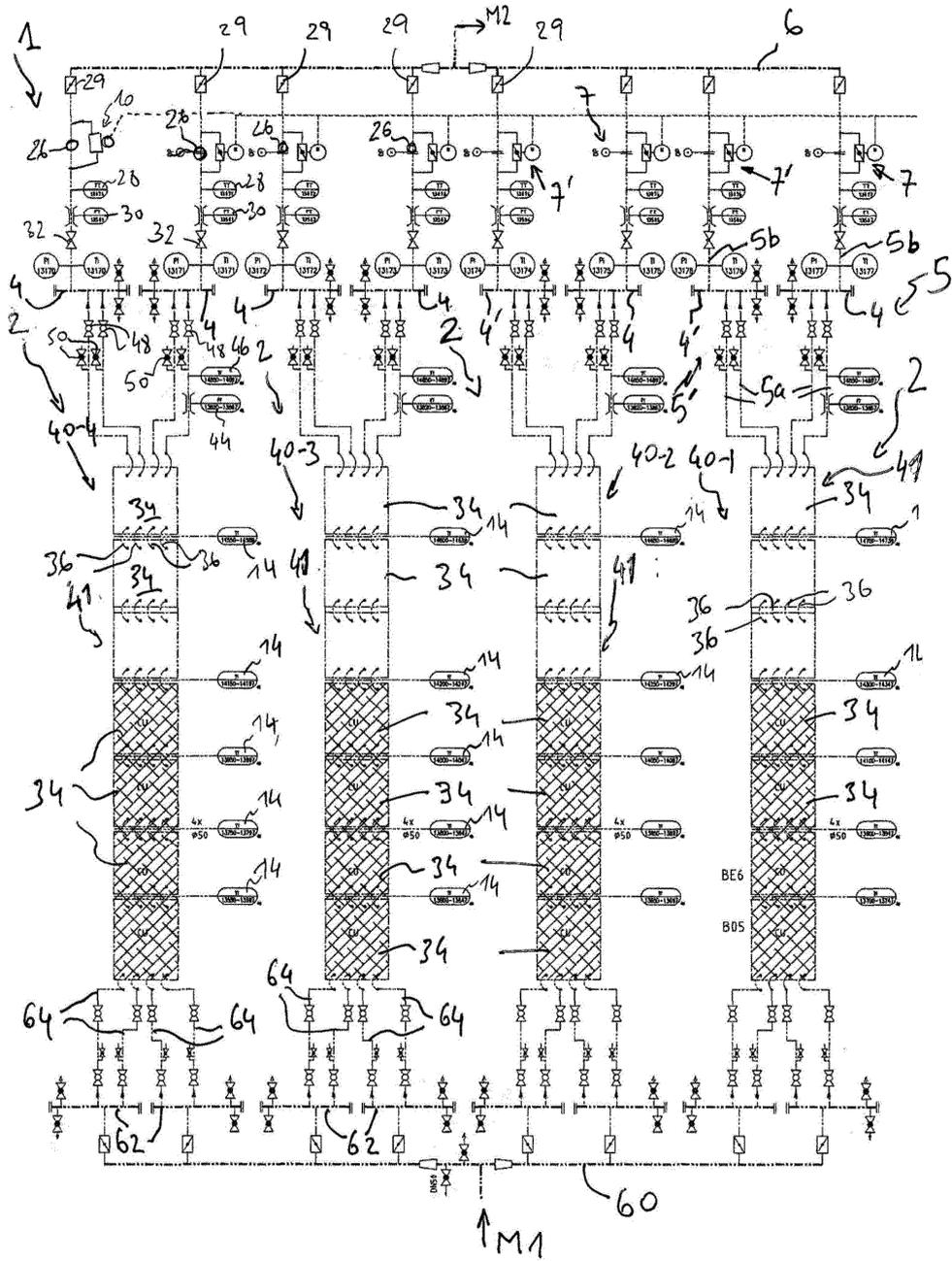
другая часть внутренних каналов охлаждающей текучей среды самых нижних по потоку охлаждающих элементов охлаждающего устройства соединена со вторым промежуточным коллектором (4'), оснащенным встроенным в него устройством (7) регулирования расхода второго отводного трубопровода (5').

15. Шахтная печь, прежде всего доменная печь, включающая в себя внешний металлический кожух, а также систему охлаждения по одному из предшествующих пунктов, причем охлаждающие элементы расположены в виде рядов и колонн для защиты внешнего металлического кожуха, причем охлаждающие устройства выполнены для покрытия каждым из них соответствующего углового сектора.

16. Шахтная печь по п.15, причем система охлаждения включает в себя четыре охлаждающих устройства (40-1, 40-2, 40-3, 40-4), каждое из которых покрывает один квадрант (2) окружности печи.



Фиг. 1



Фиг. 2

