

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Предлагаемое изобретение относится к способу термической обработки металлической ленты, содержащему внутри камеры термической обработки, имеющей в своей внутренней полости давление, превышающее атмосферное давление,

пропускание упомянутой ленты по меньшей мере через одну зону нагревания в упомянутой камере, прохождение ленты по меньшей мере через одну зону охлаждения в этой камере,

установление некоторой первой атмосферы защитного газа, имеющего в своем составе азот и некоторое первое содержание водорода и/или гелия в камере, за исключением по меньшей мере одной зоны охлаждения, в которой создана некоторая вторая атмосфера защитного газа, имеющего в своем составе азот и некоторое второе содержание водорода и/или гелия, превышающее упомянутое первое содержание.

### **Уровень техники**

Уже давно известны печи для термической обработки металлических лент или листов, движущихся в непрерывном режиме. Эти печи используют, например, для непрерывного отжига или непрерывного цинкования стальных полос или лент, а также в технологических установках других типов, где эти ленты подвергаются термической обработке в некоторой защитной атмосфере.

Эти печи могут содержать одну или несколько зон нагревания и предпочтительным образом одну зону выдерживания температуры, а также одну или несколько зон охлаждения, в случае необходимости разделенных зоной искусственного старения или выравнивания.

Для защиты листового металла от любого окисления в процессе движения известно использование защиты этого листа при помощи газовой атмосферы, которая может представлять собой чистый азот или смесь азота и небольшого количества водорода и/или гелия. Одновременно эта газовая атмосфера позволяет поддерживать в камере печи давление, немного превышающее атмосферное давление.

Поскольку известно, что при высокой температуре имеет место хороший перенос тепла между лентой и водородом или гелием, уже предусматривается создание в зоне быстрого охлаждения или закалки ленты защитной газовой атмосферы, представляющей собой смесь азота и водорода и/или гелия с определенно более высоким содержанием водорода и/или гелия по сравнению с защитной газовой атмосферой, имеющейся в остальной части камеры (см., например, патентные документы JP-55-1969, FR-A-2375334, EP-B-0795616 и EP-B-0815268).

Эти технологические установки требуют точного и в возможно большей степени герметичного перегораживания упомянутой камеры печи между зоной охлаждения и остальной частью этой камеры, что подразумевает применение сложных и дорогостоящих устройств герметизации на входе и на выходе этой зоны. Такие устройства герметизации обычно содержат уплотнительные прокладки, между которыми должна перемещаться обрабатываемая лента, причем в этом случае имеется опасность повреждения этой ленты, и шлюзы, в которые подается инертный газ. В то же время во всех этих технологических установках обязательно должны быть предусмотрены один или несколько смесителей, где, с одной стороны, водород и/или гелий, а с другой стороны, азот смешиваются в различных требуемых пропорциях перед введением этих газовых смесей в соответствующие зоны камеры. Таким образом, в данном случае из сказанного выше также следует возрастание общей стоимости технологической установки и вполне существенные ее дополнительные габаритные размеры, связанные с наличием упомянутых смесителей.

### **Раскрытие изобретения**

Техническая задача предлагаемого изобретения состоит в том, чтобы решить перечисленные выше проблемы путем создания способа термической обработки металлической ленты в атмосфере защитного газа, который позволяет обеспечить эффективное охлаждение ленты и будет достаточно простым в осуществлении и не слишком дорогостоящим.

В соответствии с предлагаемым изобретением эти проблемы решаются при помощи описанного выше способа, который содержит

по меньшей мере одно введение азота в камеру,

по меньшей мере одну подачу защитного газа, имеющего в своем составе некоторое третье содержание водорода и/или гелия, превышающее упомянутое второе содержание этих газов, в упомянутую по меньшей мере одну зону охлаждения, имеющую упомянутую вторую газовую атмосферу,

газообмен между по меньшей мере одной зоной камеры, представляющей упомянутую первую защитную газовую атмосферу, и упомянутой по меньшей мере одной зоной охлаждения, представляющей упомянутую вторую газовую атмосферу,

контроль расхода в процессе упомянутого по меньшей мере одного введения и упомянутой по меньшей мере одной подачи в функции газового обмена между зонами давления в камере и уровней содержания водорода и/или гелия, обеспечиваемых в упомянутых первой и второй атмосферах защитного газа.

Преимущество этого способа заключается в том, что отсутствует необходимость в использовании системы герметичного перегораживания между отдельными зонами камеры печи, поскольку в данном случае, в отличие от описанных выше вариантов реализации, стремятся обеспечить газовый обмен между упомянутыми зонами и не предусматривается никаких предварительных смешиваний различных газов

перед их введением в эту камеру. Кроме того, в предлагаемом способе отсутствует дополнительный расход газообразного водорода и/или гелия, поскольку общее процентное содержание остается на обычном уровне, используемом для этого типа технологических установок. С другой стороны, газообразный водород и/или гелий поддерживается в более значительной пропорции в упомянутой зоне охлаждения, что позволяет повысить эффективность охлаждения и уменьшить возможность всякого окисления, вызываемого паразитными каналами проникновения воздуха на уровне упомянутых уплотнительных прокладок и каналов.

Под газообразным азотом на упомянутом этапе введения газа следует понимать не только чистый газообразный азот, но также и промышленный газ, поставляемый на рынок в качестве газообразного азота, в составе которого могут содержаться относительно небольшие доли других химических элементов, в частности, водорода или гелия.

Предпочтительным образом упомянутый защитный газ, содержащий упомянутую третью концентрацию водорода и/или гелия, представляет собой чистый газообразный водород или чистый газообразный гелий. В данном случае под газообразным водородом или газообразным гелием следует понимать не только химически чистый газ, но также и промышленный газ, поставляемый на рынок в качестве водорода или гелия, в составе которого могут содержаться относительно небольшие концентрации других химических элементов. Под этим газом также можно понимать газ, имеющий в своем составе водород и азот, который поступает непосредственно из некоторого промышленного технологического процесса, но без того, чтобы этот газ представлял собой смесь двух химических элементов. Такой газ можно получить, например, в результате крекинга или конвертирования аммиака  $\text{NH}_3$  в продукте, который содержит 75% водорода  $\text{H}_2$  и 25% азота  $\text{N}_2$ .

В соответствии с предпочтительным вариантом реализации способа в соответствии с предлагаемым изобретением он содержит в упомянутой по меньшей мере одной зоне охлаждения, представляющей упомянутую вторую газовую атмосферу, всасывание защитного газа в контур рециркуляции, его охлаждение и последующее возвращение этого газа в область этой по меньшей мере одной зоны охлаждения из упомянутого контура.

В соответствии с предпочтительным вариантом реализации способа в соответствии с предлагаемым изобретением и при помощи упомянутого контроля расхода этот способ содержит в упомянутой по меньшей мере одной зоне охлаждения, представляющей упомянутую вторую газовую атмосферу, поддержание некоторого давления, превышающего давление в остальной части камеры, располагающейся за пределами этой зоны охлаждения.

Другие варианты реализации предлагаемого изобретения представлены в приведенной ниже формуле изобретения.

Другие характеристики, преимущества и особенности предлагаемого изобретения будут лучше поняты из приведенного ниже описания, не являющегося ограничительным примером реализации установки, обеспечивающей осуществление одного из вариантов способа в соответствии с этим изобретением, где даются ссылки на единственную приведенную в приложении фигуру.

Эта единственная приведенная в приложении фигура представляет собой схематический вид печи непрерывного отжига листового металла в атмосфере некоторого защитного газа.

Печь, предназначенная для непрерывного отжига листовой стали в процессе ее движения, обычно представляет в направлении поступательного перемещения подлежащего обработке изделия следующие участки: зону предварительного нагревания, зону нагревания, зону выдерживания постоянной температуры, зону охлаждения при помощи газовых струй, зону искусственного старения или выравнивания и зону окончательного охлаждения.

На этой единственной фигуре представлена только центральная часть печи 1 с участком поддержания постоянной температуры 2, участком быстрого охлаждения 3 и участком искусственного старения 4. Другие участки внутренней камеры данной печи не показаны здесь для облегчения понимания чертежа. Листовой металл 5 перемещается в этих участках камеры печи вдоль направления, показанного стрелками.

На участках 2 и 4 листовой металл перемещается в вертикальном направлении, поворачиваясь вокруг направляющих роликов 6. На участке охлаждения 3 используется система интенсивной циркуляции газа атмосферы. Эта система содержит в рассматриваемом здесь примере реализации две последовательно расположенные зоны охлаждения, каждая из которых имеет в своем составе две камеры 7, 8 и 9, 10 выдувания струй газа, направленных на листовой металл, располагающиеся по одну и по другую стороны от этого листового металла, причем эти камеры снабжены соплами или щелями, предназначенными для выдувания потока газа, направленного на этот листовой металл. Такая система рециркуляции газа дополнительно имеет в своем составе канал всасывания 11-14, снабженный вентилятором 15-18 и теплообменником, а также канал нагнетания 19-22, связанный с соответствующей камерой.

Различные участки 2 и 3, а также 3 и 4 связаны друг с другом при помощи соединительного туннеля 23 или 24, предпочтительным образом представляющего сужение 25 или 26. Эти туннели не могут быть предусмотрены герметичными и должны, таким образом, в соответствии с предлагаемым изобретением обеспечивать возможность газового обмена между различными участками камеры. Если направляющие

ролики, например ролики 27, могут быть предусмотрены в этих туннелях или в их сужениях, они ни в коем случае не могут служить для обеспечения их герметизации.

Участки 2 и 4 запитываются газом атмосферы из источника 28, который в рассматриваемом здесь примере реализации представляет собой источник чистого газообразного азота. Этот источник связан при помощи каналов 29, 30 и 31 с различными участками камеры печи через клапаны 32 и 33. При этом расход газа может быть отрегулирован при помощи самого этого источника 28 или, например, при помощи клапанов 32 и 33.

Участок 3 запитывается газом создания атмосферы от источника 34, который в рассматриваемом здесь примере реализации представляет собой источник чистого газообразного водорода. Этот источник связан при помощи каналов 35-37 с камерами 7-10 участка охлаждения 3 через клапаны 38 и 39. Расход газа может быть отрегулирован при помощи источника 34 или, например, при помощи клапанов 38 и 39. Каналы 35-37 могут вводить защитный газ и в другие места, отличные от упомянутой камеры, например, непосредственно в участок охлаждения или предпочтительно в контур рециркуляции перед соответствующим вентилятором.

Как это показано на приведенной в приложении фигуре пунктиром, также может быть рассмотрен вариант подачи от источника 28 газообразного азота на участок 3, например, при помощи канала 40 и клапана 41.

Функционирование представленной здесь печи осуществляется следующим образом.

На участках 2 и 4 печи чистый азот подается из источника 28, причем расход этого азота регулируется в соответствии с давлением, которое предпочтительным образом необходимо получить в этих камерах. При этом предпочтительно, чтобы это давление превышало атмосферное давление для того, чтобы в максимально возможной степени воспрепятствовать всякому проникновению наружного воздуха внутрь камеры печи.

Можно, таким образом, предусмотреть обеспечение на этих участках давления в диапазоне от 1 до 3 мбар, и, например, порядка 1,5 мбар.

На участок охлаждения в данной печи из источника 34 подают чистый водород.

При этом на каждом участке предусмотрено наличие известного приборного оборудования, предназначенного для измерения расхода поступающего газа, давления и концентрации водорода.

Вся совокупность расходов азота и водорода, подаваемых в камеру печи, предпочтительным образом имеет величину примерно от 400 до 1000 Нм<sup>3</sup>/ч в зависимости от размеров этой камеры.

Система интенсивной рециркуляции на участке охлаждения 3 имеет расход, в диапазоне от 1000 до 5000 раз превышающий полный расход газа создания атмосферы, подаваемого в камеру печи. Таким образом, имеет место мгновенное смешивание водорода, введенного в рециркулируемый объем, причем задано значительное отношение между поданным и/или введенным в камеру расходом газов (N<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>) и рециркулируемым расходом.

При помощи контроля расхода введения водорода в участок охлаждения можно непосредственно регулировать требуемое содержание водорода H<sub>2</sub>, например, на уровне примерно от 5 до 25 об.% и даже в случае необходимости 50 об.%. После заполнения камеры азотом можно, например, ввести водород в участок охлаждения. Можно также одновременно с введением азота в участки 2 и 4 отдельно вводить в участок охлаждения азот (через канал 40) и водород (через каналы 36 и 37) в желаемых пропорциях, причем их смешивание, как об этом уже было сказано выше, происходит мгновенно, благодаря системе рециркуляции.

Расход водорода на участке охлаждения или отдельные расходы водорода и азота на этом участке могут быть определены и отрегулированы в функции требуемого давления, предпочтительно превышающего давление в других зонах и составляющего, например, 3 мбар, и в функции требуемого среднего содержания водорода в остальной части печи.

В процессе функционирования печи содержание водорода на участке охлаждения может быть модифицировано путем изменения расхода подачи водорода. Содержание водорода перед участком охлаждения и после этого участка может быть отрегулировано путем изменения расхода введения азота в эти предшествующие и последующие участки и, следовательно, изменения давления на этих участках. Так, например, если увеличивают давление перед зоной охлаждения по отношению к давлению позади этой зоны, смесь азота с водородом, присутствующая на этом участке охлаждения, будет распространяться предпочтительным образом в заднюю по движению ленты зону и там будет увеличиваться содержание водорода.

В общем случае на участках печи, не являющихся участками охлаждения, можно предусмотреть содержание водорода на уровне от 3 до 5 об.%.

Здесь следует понимать, что предлагаемое изобретение ни в коем случае не ограничивается описанными выше формами его реализации и что различные модификации могут быть внесены в них без выхода за рамки приведенной ниже формулы этого изобретения.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ термической обработки металлической ленты в камере термической обработки, давление в которой превышает атмосферное и которая содержит сообщающиеся по меньшей мере одну зону нагревания и по меньшей мере одну зону охлаждения, включающий

пропускание металлической ленты по меньшей мере через одну зону нагревания и по меньшей мере одну зону охлаждения,

создание в камере защитной газовой атмосферы, содержащей азот, а также водород и/или гелий, причём в защитной газовой атмосфере по меньшей мере одной зоны охлаждения создают второе содержание водорода и/или гелия, которое превышает первое содержание водорода и/или гелия в защитной газовой атмосфере остальной части камеры,

характеризующийся тем, что по крайней мере одна зона нагревания и по крайней мере одна зона охлаждения сообщаются так, что между ними возможен газообмен, а защитную газовую атмосферу в камере создают путём

введения в неё азота в области по меньшей мере одной зоны нагревания,

подачи в упомянутую зону охлаждения защитного газа, включающего водород и/или гелий с третьим содержанием, превышающим упомянутое второе содержание водорода и/или гелия в защитной газовой атмосфере этой зоны, и

управления расходами вводимого азота и подаваемого защитного газа для формирования в зонах нагревания и охлаждения атмосфер, имеющих в своём составе азот и водород и/или гелий, таким образом, чтобы упомянутое второе содержание водорода и/или гелия по меньшей мере в одной зоне охлаждения превышало первое содержание водорода и/или гелия в остальной части камеры.

2. Способ по п.1, характеризующийся тем, что подаваемый в упомянутую зону охлаждения защитный газ представляет собой газообразный водород или газообразный гелий.

3. Способ по п.1, характеризующийся тем, что подаваемый в упомянутую зону охлаждения защитный газ представляет собой газ, содержащий водород и азот, получаемые промышленным методом без этапа предварительного смешивания.

4. Способ по п.3, характеризующийся тем, что защитный газ, содержащий водород и азот, представляет собой газ, получаемый в результате крекинга или конвертирования аммиака.

5. Способ по одному из пп.1-4, характеризующийся тем, что азот вводят в камеру за пределами упомянутой зоны охлаждения.

6. Способ по одному из пп.1-4, характеризующийся тем, что азот вводят в камеру как за пределами упомянутой зоны охлаждения, так и в эту зону.

7. Способ по одному из пп.1-6, характеризующийся тем, что содержание водорода и/или гелия в камере вне упомянутой зоны охлаждения составляет от 3 до 5 об. %.

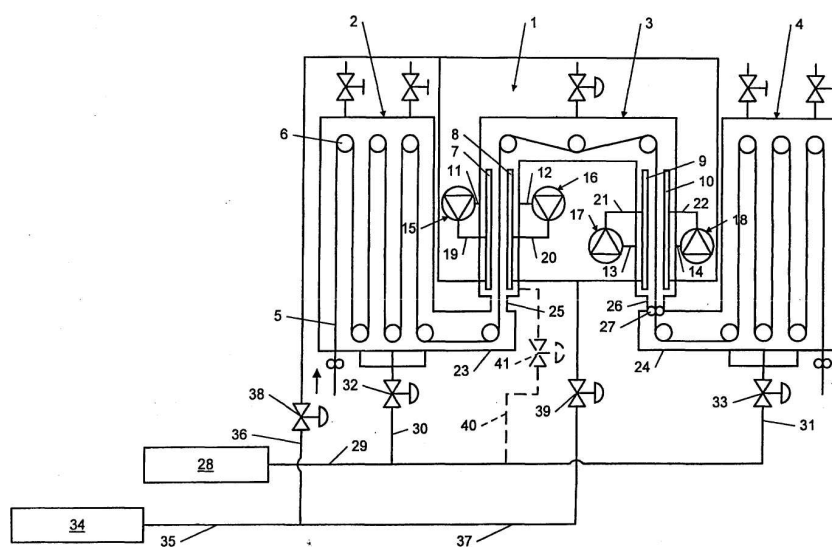
8. Способ по одному из пп.1-6, характеризующийся тем, что в упомянутой зоне охлаждения содержание водорода и/или гелия составляет от 5 до 25 об. %.

9. Способ по одному из пп.1-8, характеризующийся тем, что давление в камере составляет от 1 до 3 мбар.

10. Способ по одному из пп.1-9, характеризующийся тем, что в упомянутой зоне охлаждения имеется контур рециркуляции для всасывания защитного газа, его охлаждения и последующего возврата в эту же зону.

11. Способ по одному из пп.1-10, характеризующийся тем, что полный расход вводимого азота и подаваемого защитного газа находится в диапазоне от 400 до 1000 Нм<sup>3</sup>/ч, а расход рециркулируемого защитного газа в 1000-5000 раз превышает расход вводимого азота и подаваемого защитного газа.

12. Способ по одному из пп.1-11, характеризующийся тем, что при помощи управления расходами вводимого азота и подаваемого защитного газа в упомянутой зоне охлаждения поддерживают давление, превышающее давление в остальной части камеры.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2/6