



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2004115603/06, 22.10.2002**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.10.2002

(30) Конвенционный приоритет:
22.10.2001 EP 01204009.3

(43) Дата публикации заявки: **20.05.2005**

(45) Опубликовано: **20.02.2007 Бюл. № 5**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **EP 0257719 A, 02.03.1988. RU 2139471 C1, 10.10.1999. RU 2149202 C1, 16.04.1996. WO 95/31579 A, 23.11.1995. US 4690690 A, 01.09.1987.**

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
24.05.2004

(86) Заявка РСТ:
EP 02/11801 (22.10.2002)

(87) Публикация РСТ:
WO 03/036165 (01.05.2003)

Адрес для переписки:
**103735, Москва, ул.Ильинка, 5/2,
ООО"Союзпатент", Силаевой А.А.**

(72) Автор(ы):
**ВАН ДОНГЕН Францискус Герардус (NL),
ДЕ ГРААФ Уиннифред (NL),
ТИО Тхиан Хое (NL),
ВОЛЬФЕРТ Антоний (NL)**

(73) Патентообладатель(и):
**ШЕЛЛ ИНТЕРНЭШНЛ РИСЕРЧ МААТСХАППИЙ
Б.В. (NL)**

RU 2 293 912 C2

(54) СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗА, СОДЕРЖАЩЕГО ВОДОРОД И МОНООКСИД УГЛЕРОДА, И ТЕПЛООБМЕННИК ДЛЯ ПОНИЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЯЧЕГО ГАЗА

(57) Реферат:

Изобретение предназначено для уменьшения температуры газа и может быть использовано в теплоэнергетике. Способ уменьшения температуры газа, который содержит водород и монооксид углерода, предусматривает введение газа в контакт с образуемой металлическим сплавом поверхностью, охлаждаемой водой и имеющей более низкую температуру по сравнению с температурой газа, где на образуемой металлическим сплавом поверхности содержится от 0 до 20% (масс.) железа, от 0 до 5% (масс.) алюминия, от 0 до 5% (масс.) кремния, от 20 до 50% (масс.) хрома и, по меньшей мере, 35% (масс.) никеля. Теплообменник для понижения температуры горячего газа содержит емкость, имеющую отделение для охлаждающей воды,

впускное отверстие для охлаждающего газа, выпускное отверстие для охлаждающего газа, выпускное отверстие для нагрева водяного пара и пространство коллектора для вмещения образованного водяного пара и, по меньшей мере, одну трубу первичного испарителя, размещенную в отделении для охлаждающей воды и соединенную через текучую среду с впускным отверстием для охлаждаемого газа, и, по меньшей мере, одну паротводящую трубу для отбора образованного водяного пара из пространства коллектора для вмещения образованного водяного пара и впускное отверстие для свежей воды, причем внутренняя поверхность материала трубы первичного испарителя сформирована образуемой металлическим сплавом поверхностью, на которой содержится от 0 до 20% (масс.) железа, от 0 до 5%

(масс.) алюминия, от 0 до 5% (масс.) кремния, от 20 до 50% (масс.) хрома и, по меньшей мере, 35% (масс.) никеля, при этом данная поверхность опирается на образуемый металлическим сплавом несущий слой, обладающий лучшими

механическими свойствами по сравнению с поверхностным слоем. Изобретение обеспечивает сведение к минимуму коксообразование и эрозию. 2 н. 17 з.п. ф-лы, 2 табл.

RU 2 2 9 3 9 1 2 C 2

RU 2 2 9 3 9 1 2 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2004115603/06, 22.10.2002**
 (24) Effective date for property rights: **22.10.2002**
 (30) Priority:
22.10.2001 EP 01204009.3
 (43) Application published: **20.05.2005**
 (45) Date of publication: **20.02.2007 Bull. 5**
 (85) Commencement of national phase: **24.05.2004**
 (86) PCT application:
EP 02/11801 (22.10.2002)
 (87) PCT publication:
WO 03/036165 (01.05.2003)
 Mail address:
**103735, Moskva, ul.II'inka, 5/2,
 OOO"Sojuzpatent", Silaevoj A.A.**

(72) Inventor(s):
**VAN DONGEN Frantsiskus Gerardus (NL),
 DE GRAAF Uinnifred (NL),
 TIO Tkhian Khoe (NL),
 VOL'FERT Antonij (NL)**
 (73) Proprietor(s):
**ShELL INTERNEhShNL RISERCh MAATSKhAPPIJ
 B.V. (NL)**

RU 2 293 912 C2

(54) **METHOD AND DEVICE FOR REDUCING GAS TEMPERATURE**

(57) Abstract:
 FIELD: heat power engineering.
 SUBSTANCE: method comprises contacting gas with a low-temperature surface cooled by water and made of a metallic alloy. The device comprises tank provided with a compartment for cooling water, inlet port for cooling gas, outlet port for cooling gas, outlet port for heating vapor, collector space for receiving the water vapor, at least one pipe of the primary

evaporator mounted inside the compartment for cooling water and connected with the inlet port for cooling gas, and at least one vapor discharging pipe to extract the generated water vapor from the collector space. The inner side of the pipe of the primary evaporator is made of a metallic alloy of a specified composition.
 EFFECT: reduced cock formation and erosion.
 19 cl, 2 tbl, 3 ex

RU 2 293 912 C2

Изобретение относится к способу уменьшения температуры газа, содержащего водород и монооксид углерода, в результате введения газа в контакт с образуемой металлическим сплавом поверхностью, имеющей более низкую температуру по сравнению с температурой газа.

5 Изобретение относится также к теплообменнику для понижения температуры горячего газа.

Такой способ описывается в EP-A-257719. Данная публикация описывает емкость, включающую трубы, через которые протекает горячий газ, содержащий монооксид углерода и водород. Температура газа уменьшается, потому что температура поверхности
10 труб меньше по сравнению с температурой горячего газа. Температура труб выдерживается на более низком уровне, потому что трубы погружены в воду. По ходу процесса охлаждения вода будет испаряться. При обеспечении подачи свежей воды в емкость температуру труб можно будет выдерживать на уровне, более низком по сравнению с температурой горячего газа. Трубы обычно изготавливают из металлических
15 сплавов, в значительной мере содержащих железо. Железосодержащие сплавы предпочтительны вследствие их механической прочности в комбинации с их относительно низкой стоимостью. Кроме этого, использование данных сплавов делает возможным изготовление усложненных трубчатых конструкций аппарата, описанного в EP-A-257719.

Недостаток упомянутого выше аппарата заключается в том, что по мере использования
20 на внутренней поверхности труб будет образовываться кокс, потому что часть монооксида углерода вступает в реакцию с образованием углерода и диоксида углерода. Помимо этого, часть поверхности будет подвергаться действию эрозии, что, в конце концов, в результате приведет к неприемлемо низкому уровню механической целостности труб. Данные эффекты имеют особое значение тогда, когда количество водяного пара в горячем
25 газе будет менее 50% (об.). Такой горячий газ, содержащий CO и H₂, получают, например, при проведении неполного окисления природного газа, газа нефтеперегонного завода, метана и тому подобного в отсутствие добавленного водяного пара, как это описывается в WO-A-9639354.

Целью настоящего изобретения является создание способа уменьшения температуры
30 данного горячего газа, где описанные выше проблемы, такие как коксообразование и эрозия, будут устранены либо, по меньшей мере, сведены к минимуму.

Данная цель достигается при использовании следующего способа. Способ уменьшения температуры газа, содержащего водород и монооксид углерода, в результате введения
35 газа в контакт с образуемой металлическим сплавом поверхностью, имеющей более низкую температуру по сравнению с температурой газа, где на образуемой металлическим сплавом поверхности содержится от 0 до 20% (масс.) железа, от 0 до 5% (масс.) алюминия, от 0 до 5% (масс.) кремния, от 20 до 50% (масс.) хрома и, по меньшей мере, 35% (масс.) никеля, где образуемая металлическим сплавом поверхность выдерживается при своей более низкой температуре по сравнению с температурой газа в результате
40 использования охлаждающей воды.

Заявители обнаружили, что коксообразование и эрозию можно уменьшить при использовании способа, соответствующего изобретению. Поскольку слой сплава, который вступает в контакт с горячим газом, не содержит значительного количества железа, наблюдаются менее интенсивные коксообразование и эрозия. Предпочтительный несущий
45 слой, который не находится в непосредственном контакте с горячим газом, обеспечивает для образуемого металлическим сплавом поверхностного слоя механическую прочность. Это выгодно, потому что данная особенность делает возможным изготовление в экономичном варианте, например, труб большего диаметра, как в аппарате, соответствующем EP-A-257719.

50 Образуемый металлическим сплавом поверхностный слой содержит от 0 до 20% (масс.), а предпочтительно от 0 до 7% (масс.) железа, предпочтительно от 0 до 4% (масс.), от 0 до 5% (масс.) алюминия, от 0 до 5% (масс.) кремния, от 20 до 50% (масс.) хрома, предпочтительно от 30 до 50% (масс.) хрома и, по меньшей мере, 35% (масс.) никеля.

Балансовым содержанием никеля совокупное содержание компонентов сплава доводят до 100%.

Была обнаружена выгодность присутствия на образуемой металлическим сплавом поверхности, по меньшей мере, некоторого количества алюминия и/или кремния, если
5 концентрация водяного пара в горячем газе будет меньше 50% (об.), предпочтительно меньше 30% (об.), а более предпочтительно меньше 15% (об.). Предпочтительно в условиях такого низкого содержания водяного пара в упомянутом слое сплава будет находиться 1-5% (масс.) алюминия и 1-5% (масс.) кремния. Получающиеся в результате
10 слои оксида алюминия и диоксида кремния будут обеспечивать создание улучшенной защиты от коксообразования и эрозии, когда условия станут более восстановительными при таких низких концентрациях водяного пара. Наряду с алюминием и кремнием более предпочтительно добавление к металлическому сплаву и небольшого количества титана и/или REM (реакционно-способных элементов). Примерами REM являются Y_2O_3 , La_2O_3 , CeO_2 , ZrO_2 и HfO_2 . Полное содержание данных добавленных соединений находится в
15 диапазоне от 0 до 2% (масс.).

Предпочтительно образуемый металлическим сплавом поверхностный слой опирается на образуемый металлическим сплавом несущий слой, обладающий лучшими механическими свойствами по сравнению с упомянутым поверхностным слоем. Образуемый металлическим сплавом несущий слой может быть любым металлическим
20 сплавом, обладающим механической прочностью, необходимой для конкретного приложения. Обычно данные металлические сплавы будут содержать больше железа, чем поверхностный слой, в подходящем случае более 7% (масс.) и даже вплоть до 98% (масс.). Другими подходящими металлами, которые могут присутствовать в данном металлическом сплаве, являются хром, никель и молибден. Примерами подходящих
25 металлических сплавов несущих слоев являются углеродистые стали и так называемые низколегированные стали, отличающиеся типичным уровнем содержания Cr в диапазоне 1-9% (масс.) и уровнем содержания Mo в диапазоне 0,1-2,25% (масс.), аустенитные нержавеющие стали, например, серии AISI 300 (примеры 304, 310, 316) при типичном уровне содержания Cr в диапазоне 18-25% и уровне содержания Ni в диапазоне 8-22%,
30 материалы, получаемые литьем, такие, например, как НК-40, НР-40 и НР-modified, сплавы на основе никеля, например, Inconel 600, Inconel 601, Inconel 690 и Incoloy 800 и ферритные нержавеющие стали, которые представляют собой сплавы на основе Fe, отличающиеся низким уровнем содержания никеля, например меньшим 2% (масс.), и уровнем содержания Cr, превышающим 12% (масс.).

35 Два слоя металлических сплавов можно получить по способам, известным специалистам в соответствующей области. Предпочтительно образуемый металлическими сплавами композит изготавливают, используя способ наплавки, который в результате приводит к получению скрепленной при помощи наплавки многослойной поверхности металла. Данный способ предпочтителен, поскольку он делает возможным получение
40 трудных для изготовления трубчатых конструкций, используемых в теплообменнике, отличающихся наличием образуемой металлическим сплавом поверхности, соответствующей настоящему изобретению. Такой способ характеризуется тем, что металлический сплав, желательный для использования в качестве поверхностного слоя, сначала распыляют, используя пневматическое распыление, до получения порошка
45 упомянутого сплава. Предпочтительно содержание железа в упомянутом порошке по существу равно нулю. Слой металлического сплава после этого наносят на несущий металлический сплав по способу наплавки, используя плазменно-порошковую наплавку упомянутого порошка. После машинной обработки наплавленного металла получают плоскую поверхность, образуемую металлическим сплавом. Толщина поверхностного
50 металлического сплава в подходящем случае может находиться в диапазоне от 1 до 5 мм, а предпочтительно от 1 до 3 мм. Было обнаружено, что содержание железа в слое металлического сплава может иметь место и в ситуации, когда исходный порошок железа не содержал. Это объясняется миграцией железа из несущего слоя в поверхностный слой

во время стадии наплавки. Необходимо принимать меры предосторожности и ограничивать миграцию железа в поверхностный слой таким образом, чтобы конечный уровень содержания железа в поверхностном слое был бы ниже 7% (масс.), а предпочтительно ниже 4% (масс.). Эффект миграции железа можно ограничить при использовании несущего
5 слоя с низким уровнем содержания железа, при увеличении толщины слоя и/или при нанесении слоя более чем в одну стадию. Предпочтительный вариант реализации такого способа наплавки описывается в EP-A-1043084, и данная публикация, таким образом, включается в настоящий документ для справки. Данная публикация описывает способ
10 получения стойких к коксообразованию труб реактора-печи для технологического процесса в установке парофазного крекинга, который нацелен на получение низших олефинов, например этилена и пропилена.

В подходящем случае газ получают по способу неполного окисления углеводородного исходного сырья, например угля, нефтяного кокса, хвостовых фракций нефтеперегонного завода, битуминозных нефтей, таких, как ORIMULSION (торговая марка компании Intever
15 S.A. Venezuela), природного газа, газа нефтеперегонного завода, попутного газа либо метана (из угольного пласта) и тому подобного. В случае использования газообразного исходного сырья, подобного природному газу, неполное окисление предпочтительно проводят в отсутствие значительных количеств добавленного водяного пара и предпочтительно в отсутствие водяного пара, добавленного в качестве газообразного
20 разбавителя, понижающего температуру. Исходное сырье для неполного окисления также может включать и фракции, отправляемые на переработку для вторичного использования, содержащие углеводороды и диоксид углерода, которые могут быть получены в процессах, проводящихся на последующих технологических стадиях, где в качестве исходного сырья используют газ, содержащий CO/H₂. Примером подходящего способа неполного окисления
25 является так называемый способ газификации от компании Shell, описанный в работе Oil and Gas Journal, September 6, 1971, pp.85-90. Публикациями, описывающими примеры способов неполного окисления, являются US-A-4132065, EP-A-291111, WO-A-9722547, WO-A-9639354 и WO-A-9603345.

Температуру газа, содержащего водород и монооксид углерода, предпочтительно
30 уменьшают от температуры в диапазоне от 1000 до 1500°C до температуры в диапазоне от 300 до 750°C. Мольное соотношение водорода и CO для способа неполного окисления будет зависеть от типа исходного сырья. Например, если использовать твердое либо жидкое исходное сырье, мольное соотношение H₂ и CO в горячем газе предпочтительно будет находиться в диапазоне от 0,5 до 1,5. Если исходным сырьем является
35 газообразное исходное сырье, подобное, например, природному газу, данное соотношение предпочтительно будет находиться в диапазоне от 1,6 до 2,5.

В случае, если исходным сырьем для неполного окисления является твердое углеводородное сырье, например уголь либо нефтяной кокс, понижение температуры для получающегося в результате горячего газа, соответствующее способу настоящего
40 изобретения, предпочтительно осуществляют на внешней поверхности охлаждаемых водой труб, размещенных в емкости. Примеры таких теплообменных емкостей описываются в EP-A-342767 и EP-A-722999.

В случае, если исходным сырьем для неполного окисления является жидкое либо газообразное (в условиях окружающей среды) углеводородное сырье, описанное выше,
45 понижение температуры для получающегося в результате горячего газа, соответствующее способу настоящего изобретения, предпочтительно осуществляют на внутренней поверхности трубы. В таком варианте реализации образуемая металлическим сплавом поверхность выдерживается при своей более низкой температуре по сравнению с температурой газа в трубе в результате введения образуемого металлическим сплавом несущего слоя на своей свободной поверхности в контакт с охлаждающей водой, что,
50 например, описывается в упомянутой выше работе EP-A-257719. В таком варианте реализации газ охлаждают в результате пропускания газа через одну либо несколько труб, где данные трубы погружены в охлаждающую воду, содержащуюся в емкости, где

водяной пар в данной емкости образуется и из упомянутой емкости выпускается, и где на внутренней поверхности труб содержится образуемый металлическим сплавом поверхностный слой, а на внешней поверхности труб содержится образуемый металлическим сплавом несущий слой.

5 Таким образом, изобретение также относится к теплообменнику, подходящему для понижения температуры горячего газа, включающему емкость, имеющую отделение для охлаждающей воды, впускное отверстие для охлаждаемого газа, выпускное отверстие для охлажденного газа, выпускное отверстие для нагретого водяного пара и пространство коллектора для вмещения образованного водяного пара и, по меньшей мере, одну трубу
 10 первичного испарителя, размещенную в отделении для охлаждающей воды и соединенную через текучую среду с впускным отверстием для охлаждаемого газа, и, по меньшей мере, одну паропроводящую трубу для отбора образованного водяного пара из пространства коллектора для вмещения образованного водяного пара и впускное отверстие для свежей
 15 воды, где внутренняя поверхность материала трубы первичного испарителя сформирована определенной выше образуемой металлическим сплавом поверхностью, а внешняя поверхность сформирована определенным выше образуемым металлическим сплавом несущим слоем.

Предпочтительно теплообменник может включать, по меньшей мере, одну емкость вторичного кожухотрубного теплообменника, которую используют в качестве "модуля пароперегревателя". Упомянутую дополнительную емкость размещают в отделении для охлаждающей воды таким образом, чтобы образованный водяной пар можно было бы дополнительно нагревать частично охлажденным газом из трубы первичного испарителя. В
 20 данном варианте реализации термин "охлаждающая вода" в соответствии с тем, как он используется в формуле изобретения, обозначает воду в газообразном состоянии, обладающую охлаждающей способностью по отношению к частично охлажденному газу. Пример такого теплообменника описывается в упомянутой выше работе EP-A-257719. Более предпочтительно трубу первичного испарителя через текучую среду соединяют с трубным пространством модуля пароперегревателя, а паропроводящую трубу для отбора образованного водяного пара через текучую среду соединяют с межтрубным
 30 пространством модуля пароперегревателя.

Изобретение будет проиллюстрировано следующими далее неограничивающими его примерами.

Пример 1

Газовую смесь, полученную при неполном окислении природного газа и обладающую
 35 свойствами, приведенными в таблице 1, на протяжении 4000 часов и приблизительно при 600°C вводили в контакт с образуемой металлическим сплавом поверхностью с составом, приведенным в таблице 2. Образующую металлическим сплавом поверхность размещали поверх несущего слоя, используя способ наплавки, описанный в EP-A-1043084. Несущим слоем являлась низколегированная сталь, обладающая свойствами металла,
 40 использованного в сравнительном примере А (смотрите таблицу 2). Визуальный осмотр и контроль механических свойств выявили отсутствие ухудшения качества образуемой металлическим сплавом поверхности по истечении 4000 часов. Кроме этого, коксообразования не наблюдали.

45

Таблица 1			
CO	33%(моль)		
H ₂	55		
H ₂ O	7,5		
CO ₂	4,5		
Копоть	50-100 ч./млн		
Таблица 2			
Пример	1	2	Сравнительный пример А
Ni	42	54	
Cr	39	25	1,0
Al	-	3	
Fe	15,5	16	97,85 (балансовое количество)

50

Ti	0,2	0,2	
Mo	2,4	0,9	0,6
Mn	0,9	0,9	0,55

Пример 2

5 Пример 1 повторили за исключением того, что использовали поверхность, образуемую другим металлическим сплавом (смотрите таблицу 2). Результаты были подобны результатам примера 1.

Сравнительный пример А

10 Пример 1 повторили за исключением того, что использовали поверхность, образуемую другим металлическим сплавом (смотрите таблицу 2). В отличие от примеров 1 и 2 наблюдали серьезное коксообразование.

Формула изобретения

15 1. Способ уменьшения температуры газа, содержащего водород и монооксид углерода, характеризующийся тем, что вводят газ в контакт с образуемой металлическим сплавом поверхностью, имеющей более низкую температуру по сравнению с температурой газа, причем на образуемой металлическим сплавом поверхности содержится от 0 до 20 мас.% железа, от 0 до 5 мас.% алюминия, от 0 до 5 мас.% кремния, от 20 до 50 мас.% хрома и, по меньшей мере, 35 мас.% никеля, при этом образуемую металлическим сплавом

20 поверхность выдерживают при своей более низкой температуре по сравнению с температурой газа в результате использования охлаждающей воды.

2. Способ по п.1, характеризующийся тем, что на образуемой металлическим сплавом поверхности содержится от 1 до 5 мас.% кремния.

25 3. Способ по п.1 или 2, характеризующийся тем, что содержание хрома превышает 30 мас.%.

4. Способ по любому из пп.1 и 2, характеризующийся тем, что на образуемой металлическим сплавом поверхности содержится от 1 до 5 мас.% алюминия.

5. Способ по п.1 или 2, характеризующийся тем, что на образуемой металлическим сплавом поверхности содержится от 0 до 2 мас.% титана и/или REM.

30 6. Способ по п.1 или 2, характеризующийся тем, что образуемая металлическим сплавом поверхность опирается на образуемый металлическим сплавом несущий слой, обладающий лучшими механическими свойствами по сравнению с поверхностным слоем.

7. Способ по п.6, характеризующийся тем, что образуемый металлическим сплавом несущий слой содержит от 7 до 98 мас.% железа.

35 8. Способ по п.1 или 2, характеризующийся тем, что образуемый металлическим сплавом поверхностный слой наносят на образуемый металлическим сплавом несущий слой, используя способ наплавки.

9. Способ по п.1 или 2, характеризующийся тем, что температуру газа, содержащего водород, уменьшают от температуры в диапазоне от 1000 до 1500°C до температуры в диапазоне от 300 до 750°C.

40 10. Способ по п.1 или 2, характеризующийся тем, что газ, содержащий водород, также содержит монооксид углерода при мольном отношении водорода к СО от 1,6 до 2,5.

11. Способ по п.1 или 2, характеризующийся тем, что газ содержит менее 15 об.% водяного пара.

45 12. Способ по п.1 или 2, характеризующийся тем, что способ неполного окисления приводит к получению газа, содержащего водород и монооксид углерода.

13. Способ по п.1 или 2, характеризующийся тем, что газ охлаждают в результате пропускания газа через одну либо несколько труб, которые погружают в охлаждающую воду, содержащуюся в емкости, в которой образуется водяной пар, который выпускают из емкости, причем на внутренней поверхности труб содержится образуемый металлическим сплавом поверхностный слой, а на внешней поверхности труб содержится образуемый

50 14. Теплообменник для понижения температуры горячего газа, характеризующийся тем,

- что содержит емкость, имеющую отделение для охлаждающей воды, впускное отверстие для охлаждаемого газа, выпускное отверстие для охлажденного газа, выпускное отверстие для нагретого водяного пара и пространство коллектора для вмещения образованного водяного пара, и, по меньшей мере, одну трубу первичного испарителя, размещенную в
- 5 отделении для охлаждающей воды и соединенную через текучую среду с впускным отверстием для охлаждаемого газа, и, по меньшей мере, одну паротводящую трубу для отбора образованного водяного пара из пространства коллектора для вмещения образованного водяного пара и впускное отверстие для свежей воды, причем внутренняя
- 10 поверхность материала трубы первичного испарителя сформирована образуемой металлическим сплавом поверхностью, на которой содержится от 0 до 20 мас.% железа, от 0 до 5 мас.% алюминия, от 0 до 5 мас.% кремния, от 20 до 50 мас.% хрома и, по меньшей мере, 35 мас.%, при этом данная поверхность опирается на образуемый металлическим сплавом несущий слой, обладающий лучшими механическими свойствами по сравнению с
- 15 15. Теплообменник по п.14, характеризующийся тем, что на образуемой металлическим сплавом поверхности содержится от 1 до 5 мас.% алюминия.
16. Теплообменник по п.14 или 15, характеризующийся тем, что на образуемой металлическим сплавом поверхности содержится от 1 до 5 мас.% кремния.
17. Теплообменник по п.14, характеризующийся тем, что содержание хрома на
- 20 образуемой металлическим сплавом поверхности превышает 25 мас.%.
18. Теплообменник по п.14 или 15, характеризующийся тем, что на образуемой металлическим сплавом поверхности содержится от 0 до 2 мас.% титана и/или REM.
19. Теплообменник по п.14 или 15, характеризующийся тем, что образуемый
- 25 сплавом несущий слой, используя способ наплавки.

30

35

40

45

50