



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

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006145279/06, 18.05.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.05.2005(30) Конвенционный приоритет:
20.05.2004 US 60/572,491

(43) Дата публикации заявки: 27.06.2008

(45) Опубликовано: 27.12.2009 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 5324595 A, 28.06.1994. US 6010581 A,
20.01.2004. JP 10130772 A, 19.05.1998. DE
10109138 A, 12.09.2002. US 6623869 B1,
23.09.2003. SU 1819292 A3, 30.05.1993.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 20.12.2006(86) Заявка РСТ:
CA 2005/000757 (18.05.2005)(87) Публикация РСТ:
WO 2005/114020 (01.12.2005)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,
рег.№ 595

(72) Автор(ы):

**СИНГБЕЙЛ Дуглас Ллойд (СА),
КИШ Джозеф Ральф (СА)**

(73) Патентообладатель(и):

ЭфПиИННОВЕЙШНЗ (СА)

**(54) ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ КОТЕЛ ДЛЯ КРАФТ-ПРОЦЕССА, ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ,
СПОСОБ СБОРКИ И МОДЕРНИЗАЦИИ, А ТАКЖЕ СПОСОБ СБОРКИ ГАЗИФИКАТОРА
ЧЕРНОГО ЩЕЛОЧНОГО РАСТВОРА ДЛЯ КРАФТ-ПРОЦЕССА**

(57) Реферат:

Изобретения предназначены для изготовления труб котлов из коррозионно стойкого сплава и могут быть использованы в котлах для крафт-процесса. Восстановительный котел для крафт-процесса содержит в стенке или полу металлические трубы. Некоторые из упомянутых труб представляют собой композитные трубы, содержащие внутренний слой и внешний слой.

Внутренний слой изготовлен из стали, а внешний слой имеет следующий состав в мас. %: 25-35% Cr, 5-15% Fe и 50-70% Ni, с незначительными количествами других примесей и легирующих элементов. Способ модернизации восстановительного котла для крафт-процесса заключается в том, что он содержит этап, на котором удаляют металлические трубы и устанавливают на их место композитные трубы, содержащие

внутренний слой и внешний слой. Способ сборки восстановительного котла для крафт-процесса заключается в том, что котел изготавливают с использованием композитных металлических труб. Способ сборки газификатора черного щелочного раствора для крафт-процесса заключается в том, что стенку газификатора изготавливают с использованием

композитных металлических труб. Восстановительный котел для крафт-процесса применяется в крафт-процессе с использованием черного щелочного раствора. Изобретение обеспечивает создание сплава который обеспечивает высокую стойкость к трещинообразованию и коррозии. 5 н. и 23 з.п. ф-лы, 6 ил.

R U 2 3 7 7 4 6 4 C 2

R U 2 3 7 7 4 6 4 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
F22G 7/00 (2006.01)
C25D 3/56 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2006145279/06, 18.05.2005**

(24) Effective date for property rights:
18.05.2005

(30) Priority:
20.05.2004 US 60/572,491

(43) Application published: **27.06.2008**

(45) Date of publication: **27.12.2009 Bull. 36**

(85) Commencement of national phase: **20.12.2006**

(86) PCT application:
CA 2005/000757 (18.05.2005)

(87) PCT publication:
WO 2005/114020 (01.12.2005)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):
**SINGBEJL Duglas Llojd (CA),
KISh Dzhozef Ral'f (CA)**

(73) Proprietor(s):
EhfPiINNOVEJShNZ (CA)

(54) RECOVERY BOILER FOR KRAFT PROCESS, ITS USE, ASSEMBLY AND MODIFICATION METHOD, AS WELL AS ASSEMBLY METHOD OF GASIFICATOR OF BLACK LIQUOR FOR KRAFT PROCESS

(57) Abstract:

FIELD: heating systems.

SUBSTANCE: inventions are intended for manufacturing boiler tubes from corrosion-resistant alloy and can be used in boilers for kraft process. Metal tubes are installed in wall or bottom of recovery boiler intended for kraft process. Some of the above tubes are composite tubes containing inner layer and outer layer. Inner layer is made from steel, and outer layer has the following composition, wt %: 25-35% Cr, 5-15% Fe and 50-70% Ni with low quantities of other impurities and alloying elements. Modification method of recovery boiler intended for kraft process consists in the fact that it includes the stage at which metal tubes

are removed and composite tubes are installed in their place. Composite tubes have inner layer and outer layer. Assembly method of recovery boiler for kraft process consists in the fact that boiler is manufactured by using composite metal tubes. Assembly method of gasificator of black liquor for kraft process consists in the fact that gasificator wall is manufactured by using composite metal tubes. Recovery boiler for kraft process is used in kraft process by using black liquor.

EFFECT: invention provides production of alloy which provides high resistance to crack formation and corrosion.

28 cl, 6 dwg

Область техники

Настоящее изобретение относится к использованию аустенитного сплава Ni-Cr-Fe в качестве внешнего сплава для повышения трещиностойкости и коррозионной стойкости труб, используемых при изготовлении нижней печи восстановительного котла для крафт-процесса (с использованием черного щелочного раствора).

Уровень техники

Восстановительный котел крафт-процесса представляет собой химический реактор, в который помещают слой расплавленной соли. В этом котле сжигается топливо, состоящее из органических остатков после процесса варки целлюлозы и использованных неорганических варочных химикатов, в виде водной суспензии с содержанием от 70% до 80% твердых веществ. Коррозия водяных стеновых труб в восстановительных котлах крафт-процесса представляет значительную угрозу безопасной работе котла, так как контакт слоя расплавленной соли и воды или пара, выходящих из трещин в трубах котла, может привести к взрыву смеси расплава-воды, способному разрушить этот котел. Одной из наиболее распространенных мер по предотвращению коррозии является установка композитных труб, образующих стенки и пол котла.

В данном случае композитная труба состоит из двух трубчатых слоев, выполненных из разных материалов, один внутри другого, которые соединены металлургической связью, возникающей на поверхности раздела слоев. Обычно внутренний слой изготовлен из углеродистой стали, например ASTM A-210 или подобной. Внешний коррозионно-стойкий слой трубы наиболее часто изготавливается из сплава UNS S30403 (18-20 Cr, 8-10,5 Ni и остаток Fe) или, в некоторых случаях, его вариантов либо UNS N08825 (38-46 Ni, 19,5-23,5 Cr, 2,5-3,5 Mo и остаток Fe), либо UNS N06625 (20-23 Cr, 0-5 Fe, 8-10 Mo и остаток Ni). В дополнение к основным легирующим элементам все эти сплавы содержат незначительные количества других легирующих элементов и примесей. Слои могут быть металлургически связаны при помощи совместного экструзионного прессования двух материалов с использованием матрицы и сердечника, путем наплавки внешнего коррозионно-стойкого слоя на внутренний слой, либо путем распыления расплавленной струей на поверхность внутренней трубы материала, состава для внешнего слоя с последующей его кристаллизацией для образования внешнего слоя.

Композитные трубы, изготовленные с использованием сплава UNS S30403 в качестве внешнего слоя, заменили трубы из углеродистой стали в восстановительных котлах крафт-процесса, так как они обладают лучшей коррозионной стойкостью, но при этом они оказались подвержены повреждениям, вызванным обычной коррозией, термической усталостью, коррозионной усталостью и коррозионным растрескиванием, но не ограничиваясь перечисленным. Наиболее опасно, если трещины образуются во внешнем слое этих труб вокруг отверстий основных воздушных каналов и в тех местах, где они контактируют или могут контактировать, со слоем расплава, находящимся на дне котла. Конкретный механизм трещинообразования был предметом многих исследований, и было сделано общее заключение, что этот механизм, по всей видимости, изменяется в зависимости от точного местоположения в котле, где происходит трещинообразование.

Заменяющие трубы, изготовленные из вариантов сплавов UNS N08825 и UNS N06625, были использованы при эксплуатации восстановительного котла в крафт-процессе, чтобы уменьшить как трещинообразование, так и коррозию, которой подвержены композитные трубы, изготовленные с использованием сплава UNS S30403.

В частности, применение UNS N08825 для предотвращения образования трещин в трубах, расположенных на дне котла, было предметом патента США №5324595. Хотя улучшения стойкости к трещинообразованию и коррозии были отмечены для каждого из этих сплавов в некоторых областях применения, они оба склонны к коррозии и трещинообразованию при эксплуатации. Фактически ни один из используемых альтернативных материалов до сих пор не представляет собой универсального решения по отношению к различным типам трещинообразования и коррозии, обнаруженных в секции нижней части восстановительного котла для крафт-процесса.

Настоящее изобретение направлено на создание сплава, который обеспечивает значительно более высокую стойкость к комбинации механизмов трещинообразования и коррозии, действующих в восстановительном котле в крафт-процессе.

Сущность изобретения

Задачей настоящего изобретения является создание композитной трубы, в частности, композитной трубы, имеющей повышенную коррозионную стойкость и трещиностойкость.

Особой задачей настоящего изобретения является создание композитной трубы для стенок и пола печи восстановительного котла для крафт-процесса.

Следующей задачей настоящего изобретения является предложить восстановительный котел для крафт-процесса, в котором для стенок или пола используются композитные трубы, соответствующие настоящему изобретению.

Еще одной задачей настоящего изобретения является способ модернизации восстановительного котла для крафт-процесса.

Следующей задачей настоящего изобретения является усовершенствованный способ сборки восстановительного котла крафт-процесса.

Еще одной задачей настоящего изобретения является способ сборки газификатора черного щелочного раствора.

Следующей задачей настоящего изобретения является конструкция, содержащая трубчатые элементы, подвергающиеся воздействию коррозии и трещинообразованию.

Настоящим изобретением предлагается композитная труба, которая имеет повышенные трещиностойкость и коррозионную стойкость, по сравнению с соответствующими существующему уровню техники, для использования в качестве конструкционного материала для секции нижней печи восстановительного котла для крафт-процесса. Эта улучшенная конструкция трубы предусматривает:

внутреннюю часть из стали и, в частности, обычной углеродистой стали, и внешнюю часть из аустенитного сплава Ni-Cr-Fe, который имеет следующий состав в мас. %:

Cr 25-35

Fe 5-15

Ni 50-70

Остальное - любые обычные незначительные количества легирующих элементов и примесей, которые присутствуют в промышленных сплавах

Этот диапазон составов включает в себя являющийся предпочтительным диапазон составов, соответствующий промышленному сплаву 690 из Ni-Cr-Fe (UNS N06690), который имеет следующий состав в весовых процентах:

Cr 27-31

Fe 7-11

Ni	Минимум 58
C	0,05
Si	0,50
Mn	0,50
S	0,015
Cu	0,50

5

Для краткости диапазон сплавов, охватываемый настоящим изобретением, далее указывается как 30Cr-60Ni.

10

Настоящее изобретение особенно полезно при защите тех композитных труб, которые необходимо изгибать при создании сливных и воздушных каналов в восстановительном котле для крафт-процесса или аналогичной конструкции.

15

Особой задачей настоящего изобретения является устранение или уменьшение проблем трещинообразования и коррозии, присущих существующему уровню техники, и обеспечение повышенной безопасности и долговечности композитных труб в секции нижней части восстановительных котлов для крафт-процесса.

20

Таким образом, согласно одному из аспектов настоящего изобретения предлагается композитная труба, содержащая внутренний слой и внешний слой, причем упомянутый внутренний слой выполнен из стали, в частности углеродистой стали, например, ASTM A-210, а упомянутый внешний слой содержит Cr, Fe и Ni в указанном выше соотношении с неизбежными или контролируруемыми уровнями примесей и легирующих элементов, таких как C, Si, Mn, S и Cu, не ограничиваясь перечисленными.

25

Такие неизбежные примеси и легирующие элементы обычно содержатся в общем количестве, не превышающем нескольких массовых процентов, и представляют собой элементы и примеси, появляющиеся в результате обычных или промышленных технологий изготовления, и которые либо присутствуют, чтобы соответствовать требованиям, предъявляемым к физическим свойствам и обработке сплава, или их нельзя избежать при отсутствии исключительных этапов обработки.

30

Такие незначительные количества неизбежных примесей и легирующих элементов являются неопасными и не оказывают значительного вредного влияния на сплав в предполагаемой области его применения.

35

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается восстановительный котел для крафт-процесса, содержащий в стенке или полу металлические трубы, подверженные воздействию коррозии и трещинообразованию, отличающийся тем, что, по меньшей мере, некоторые из упомянутых труб представляют собой композитные трубы, соответствующие настоящему изобретению.

40

Согласно следующему аспекту настоящего изобретения предлагается способ модернизации восстановительного котла для крафт-процесса, содержащего в стенке или полу металлические трубы, подверженные воздействию коррозии и трещинообразованию, и этот способ содержит этап, на котором удаляют упомянутые металлические трубы и устанавливают на их место композитные трубы,

45

соответствующие настоящему изобретению.

50

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения предлагается способ сборки восстановительного котла крафт-процесса, в котором стенку или пол котла, подверженные коррозии и трещинообразованию, изготавливают с использованием металлических труб, отличающийся тем, что упомянутые металлические трубы представляют собой композитные трубы, соответствующие настоящему изобретению.

Согласно следующему аспекту настоящего изобретения предлагается конструкция, содержащая трубчатые элементы, подверженные воздействию коррозии и

трещинообразованию, отличающаяся тем, что упомянутые трубчатые элементы содержат композитные трубы, соответствующие настоящему изобретению.

Краткое описание чертежей

На Фиг.1 схематично изображена труба, соответствующая настоящему изобретению;

на Фиг.2 изображен участок стенки котла по Фиг.4, выполненный из труб;

на Фиг.3 изображен участок трубы в месте соединения стены и пола в котле, показанном на Фиг.4;

на Фиг.4 схематично изображена часть восстановительного котла крафт-процесса, в котором используются трубы в соответствии с настоящим изобретением;

Фиг.5 - график, иллюстрирующий скорость коррозии сплавов, подверженных воздействию тех расплавленных водных солей, которые обычно могут находиться на поверхности нагрева трубы восстановительного котла. Для каждого сплава испытания были проведены в условиях без аэрации и с аэрацией. Сплавы, приведенные на графике, являются репрезентативными для классов сплавов, подверженных нагреву в восстановительном котле; и

Фиг.6 - график, иллюстрирующий максимальную глубину распространения трещины, измеренную в образцах с U-образным изгибом, выполненных из этих сплавов при воздействии одних и тех же расплавленных водных солей в течение фиксированного периода времени. На графике показана глубина распространения трещины после того, как образцы из сплавов были подвергнуты уменьшению толщины перед гибкой (50% обжатие в холодном состоянии) и после холодного обжатия подвергнуты отпуску для снятия напряжений.

Подробное описание предпочтительных вариантов реализации изобретения со ссылкой на чертежи

Как показано на Фиг.1 композитная труба 10 имеет внешний слой 12 из Ni-Cr-Fe сплава 690 на внутренней трубе из углеродистой стали, образующий внутренний слой 14. Внутренний слой 14 образует трубчатый канал 16 для потока охлаждающей воды. Внешний слой 12 создает внешнюю поверхность 18, которая при использовании трубы может подвергаться воздействию массы расплавленных солей.

Как показано на Фиг.4, восстановительный котел 20 для крафт-процесса имеет стенки 22, 24, 26 и 28 и пол 30, образованные из водоохлаждаемых труб 32, по меньшей мере, часть которых представляют собой композитные трубы 10, соответствующие показанной на Фиг.1.

Как показано на чертеже, в стенках 22 и 24 выполнено множество воздушных каналов 34. Аналогичные воздушные каналы (не показаны) имеются в стенках 26 и 28.

Противоположные стенки 22 и 26 и лежащий между ними пол 30 образованы множеством трубок 32, которые изогнуты в месте соединения стенки 22 и пола 30, а также стенки 26 и пола 30, как более подробно показано на Фиг.3.

Кроме того, трубы 32 изогнуты, деформированы или имеют измененную форму в области воздушных каналов 34, как более подробно показано на Фиг.2.

В котле 20 могут также быть выполнены на различных уровнях отверстия для слива расплава и другие отверстия воздушных каналов, которые не показаны. Котел 20 имеет обычную конструкцию, отличаясь от известных котлов только использованием композитных труб 10 в качестве, по меньшей мере, части труб 32.

На Фиг.2 показаны трубы 32 стенки 22 в котле, показанном на Фиг.4, которые изогнуты, деформированы или имеют измененную форму около воздушных каналов 34 в областях 36.

На Фиг.3 показана труба 32, являющаяся частью стены 22 и пола 30 котла 20, показанного на Фиг.4, при этом в трубе 32 в месте соединения стенки 22 и пола 30 выполнен изгиб 38.

В общем случае области 36 и изгибы 38 создают особые проблемы в результате коррозионного растрескивания и коррозионной усталости.

На Фиг.5 и 6 показаны улучшенные результаты, достигаемые при использовании композитной трубы, соответствующей настоящему изобретению, по сравнению с трубами, соответствующими существующему уровню техники.

Композитные трубы в восстановительных котлах для крафт-процесса подвержены повреждению по нескольким разным причинам, в том числе обычной коррозии, коррозионной усталости и коррозионному растрескиванию, но не ограничиваясь перечисленным. Все материалы, которые в настоящее время используются для изготовления композитных труб, склонны к разрушению по одному или более из этих механизмов. Настоящее изобретение основано на том, что сплав, содержащий 25-35 мас.% хрома, 5-15 мас.% железа и 50-70 мас.% никеля (30Cr-60Ni), включая промышленный Ni-Cr-Fe сплав 690 (UNS N06690), может лучше удовлетворять всему набору требований по стойкости к этим механизмам коррозии в качестве внешнего слоя композитных труб, по сравнению с известными в данной области техники.

Конкретные детали и преимущества настоящего изобретения станут очевидными из приведенного ниже описания. Материал трубы, который представляет собой универсальное решение по коррозионной стойкости для восстановительных котлов для крафт-процесса, должен одновременно удовлетворять нескольким требованиям, включая сопротивление термической усталости, коррозионной усталости, коррозионному растрескиванию и коррозии. Основным принципом процесса выбора является понимание природы механизмов коррозионного растрескивания и коррозии, на основе чего можно разработать тесты, которые наилучшим образом моделируют реальные условия в нижней секции. Именно в этих тестах были обнаружены поразительные характеристики композитных труб, соответствующих настоящему изобретению.

Для возникновения термической усталости, коррозионной усталости и коррозионного растрескивания необходимо влияние источника растягивающего напряжения на тот компонент трубы, в котором возникают трещины. Это напряжение может возникнуть в результате различия в тепловом расширении материалов, образующих трубу, либо в результате остаточных или механических напряжений, возникших в трубе при ее изготовлении и эксплуатации. Чтобы избежать первого из упомянутого, необходимо уменьшить разницу в коэффициентах теплового расширения для двух материалов, образующих композитную трубу. Из сплавов, обычно используемых при создании композитных труб, 18Cr-8Ni наименее совместим с компонентом трубы из углеродистой стали. Сплав 20Cr-38Ni-1,6Mo имеет коэффициент линейного расширения, близкий к углеродистой стали, но коэффициенты линейного расширения для сплавов 30Cr-60Ni и 22Cr-63Ni-9Mo еще более близки к соответствующему коэффициенту для углеродистой стали.

Розен (Rosen) (патент США №5324595) указывает, что композитная труба, содержащая сплав 20Cr-38Ni-1,6Mo в качестве внешнего компонента, является шагом вперед с точки зрения использования для труб пола в восстановительном котле, исходя из процесса выбора, при котором учитываются как сопротивление термической усталости, так и разница в коэффициентах теплового расширения в качестве ключевых критериев. Результаты для этого сплава были гораздо лучше, чем

для сплава 18Cr-8Ni. В других примерах в качестве внешних компонентов композитных труб в восстановительных котлах также используются и другие сплавы, еще более стойкие к термической усталости, чем 20Cr-38Ni-1,6Mo, в частности те, которые содержат приблизительно 22Cr-63Ni-9Mo.

5 Сплавы, не выходящие за пределы того диапазона составов, который является предметом настоящего изобретения, также обладают гораздо лучшим сопротивлением термической усталости, чем 18Cr-8Ni и почти тем же, что у 20Cr-38Ni-1,6Mo.

10 Преимущества настоящего изобретения были обнаружены при проведении специальных тестов, моделирующих механизмы коррозионного растрескивания и коррозии в восстановительном котле для крафт-процесса.

15 Например, коррозия многих сплавов, включая входящие в группы, содержащие 20Cr-38Ni-1,6Mo и 22Cr-63Ni-9Mo, возникает на изгибах труб, которые образуют отверстия воздушных каналов, через которые воздух для горения подается в полость котла. Как видно на Фиг.5, сплав, соответствующий настоящему изобретению, фактически обладает большей стойкостью к коррозии, чем любой другой, особенно в присутствии воздуха.

20 В других, имеющих отношение к этому изобретению тестах, образцы из групп сплавов были сначала подвергнуты обжатию в холодном состоянии с уменьшением их первоначальной толщины на 50%, чтобы смоделировать силы, действующие на трубы при изготовлении, когда их изгибают, для создания отверстий воздушных каналов. После чего эти образцы были изогнуты с получением U-образной формы, чтобы
25 создать высокие растягивающие напряжения на внешней поверхности, и подвергнуты воздействию смеси расплавленных солей, в типичном случае карбоната натрия, NaOH, Na₂S и водяного пара, которые обычно присутствуют в восстановительных котлах. Вторая группа образцов была уменьшена по толщине, как описано ранее, а затем
30 подвергалась термической обработке на твердый раствор для удаления последствий механической обработки. Эти образцы также были изогнуты в U-образную форму и подвергались воздействию той же смеси солей, что и другие образцы. Как видно на Фиг.6, только сплав, соответствующий настоящему изобретению, оказался стойким к трещинообразованию в этих тестах.

35 Было обнаружено, что сплавы которые не выходят за пределы того диапазона составов, который является предметом настоящего изобретения, обладают уникальной стойкостью к коррозии и коррозионному растрескиванию в среде, которая имитирует воздействие внутреннего пространства восстановительного котла для крафт-процесса. Так как они также обладают теми же положительными
40 показателями стойкости к термической усталости и разницей коэффициентов теплового расширения, что и другие сплавы, используемые в этом варианте применения, настоящее изобретение обеспечивает значительные преимущества при его использовании для внешнего компонента композитных труб при изготовлении
45 нижней печи и пола восстановительного котла для крафт-процесса. В частности, это изобретение обеспечивает преимущества при его применении для композитных труб, которые изгибают, чтобы создать отверстия для обеспечивающего горение воздуха, вводимого внутрь, или создать сливные отверстия, позволяющие расплавленным
50 солям вытекать из печи.

В дополнение к этому композитные трубы, изготовленные с внешним слоем из сплава, не выходящего за пределы диапазона составов, охватываемого настоящим изобретением, обеспечивают лучшие условия эксплуатации в других областях

применения, где могут действовать те же механизмы коррозии и трещинообразования. Эти области включают охлаждаемые и неохлаждаемые поверхности, подверженные воздействию горячего щелочного раствора и расплава внутри газификаторов черного щелочного раствора, например, охлаждаемые трубы фестона, опоры фланца
5 душирующего устройства и резервуар для зеленого щелочного раствора.

Хотя типичным вариантом реализации настоящего изобретения на практике будет изготовление композитной трубы путем совместного экструзионного прессования с получением внешнего слоя из сплава, содержащего 25-35Cr, 5-10Fe и остаток Ni (не считая обычного незначительного количества легирующих элементов и примесей), и
10 внутреннего слоя из углеродистой стали, упомянутая труба может быть изготовлена при помощи любого способа, который обеспечивает получение на поверхности внутреннего компонента слоя из сплава, соответствующего настоящему изобретению, например, при помощи нанесения сплава, соответствующего настоящему
15 изобретению, на трубу из углеродистой стали путем наплавки или напыления расплавленной смеси на поверхность сердцевины из углеродистой стали.

Могут использоваться различные толщины внутреннего и внешнего слоев композитной трубы, соответствующей настоящему изобретению, что зависит от
20 способа изготовления и необходимой толщины внутреннего слоя из углеродистой стали. В общем случае внешний слой будет иметь толщину от 0,020 до 0,10 дюйма и предпочтительно от 0,050 до 0,080 дюйма. Труба из углеродистой стали, образующая внутренний слой, обычно имеет внешний диаметр приблизительно 2,5 или 3,0 дюйма и толщину от приблизительно 0,18 до 0,25 дюйма.

Использование трубчатых элементов в восстановительных котлах для
25 крафт-процесса хорошо известно специалистам в данной области техники, в качестве иллюстрации можно указать на Фиг.1 патента США №5324595, на которой показан соответствующий тип котла, а именно содорегенерационный котел, а также на
30 описание этого чертежа.

Формула изобретения

1. Восстановительный котел для крафт-процесса, содержащий в стенке или полу
35 металлические трубы, подверженные воздействию коррозии и трещинообразованию, отличающийся тем, что, по меньшей мере, некоторые из упомянутых труб представляют собой композитные трубы, содержащие внутренний слой и внешний слой, причем упомянутый внутренний слой изготовлен из стали и упомянутый
40 внешний слой имеет следующий состав, мас. %: 25-35% Cr, 5-15% Fe и 50-70% Ni, с незначительными количествами других неизбежных примесей и легирующих элементов.

2. Котел по п.1, в котором содержание Cr в упомянутом внешнем слое составляет 27-31 мас. %, содержание Fe в упомянутом внешнем слое составляет 7-11
45 мас. % и содержание Ni составляет, по меньшей мере, 58 мас. %.

3. Котел по п.1, в котором упомянутый внутренний слой изготовлен из
углеродистой стали.

4. Котел по п.3, в котором упомянутая углеродистая сталь представляет собой
50 сталь ASTM A-210.

5. Котел по п.3, в котором упомянутый внешний слой изготовлен из Ni-Cr-Fe
сплава 690, в частности UNS N06690.

6. Котел по любому из пп.1-5, в котором упомянутые композитные трубы
расположены в нижней части, подверженной воздействию расплавленных солей при

эксплуатации.

7. Котел по любому из пп.1-5, в котором упомянутые композитные трубы формируют отверстия.

8. Котел по п.7, в котором упомянутые отверстия представляют собой отверстия для воздушных каналов.

9. Котел по п.7, в котором упомянутые отверстия представляют собой отверстия для слива расплава.

10. Способ модернизации восстановительного котла для крафт-процесса, содержащего в стенке металлические трубы, подверженные воздействию коррозии и трещинообразованию, при этом содержит этап, на котором удаляют упомянутые металлические трубы и устанавливают на их место композитные трубы, содержащие внутренний слой и внешний слой, причем упомянутый внутренний слой изготовлен из стали и упомянутый внешний слой имеет следующий состав, мас. %: 25-35% Cr, 5-15% Fe и 50-70% Ni, с незначительными количествами других неизбежных примесей и легирующих элементов.

11. Способ по п.10, в котором содержание Cr в упомянутом внешнем слое составляет 27-31 мас. %, содержание Fe в упомянутом внешнем слое составляет 7-11 мас. % и содержание Ni составляет, по меньшей мере, 58 мас. %.

12. Способ по п.10, в котором упомянутый внутренний слой изготовлен из углеродистой стали.

13. Способ по п.12, в котором упомянутая углеродистая сталь представляет собой сталь ASTM A-210.

14. Способ по п.10, в котором упомянутый внешний слой изготовлен из Ni-Cr-Fe сплава 690, в частности UNS N06690.

15. Способ сборки восстановительного котла для крафт-процесса, в котором стенку или пол котла, подверженные коррозии и трещинообразованию, изготавливают с использованием металлических труб, отличающийся тем, что упомянутые металлические трубы представляют собой композитные трубы, содержащие внутренний слой и внешний слой, причем упомянутый внутренний слой изготовлен из стали и упомянутый внешний слой имеет следующий состав, мас. %: 25-35% Cr, 5-15% Fe и 50-70% Ni, с незначительными количествами других неизбежных примесей и легирующих элементов.

16. Способ по п.15, в котором содержание Cr в упомянутом внешнем слое составляет 27-31 мас. %, содержание Fe в упомянутом внешнем слое составляет 7-11 мас. % и содержание Ni составляет, по меньшей мере, 58 мас. %.

17. Способ по п.15, в котором упомянутый внутренний слой изготовлен из углеродистой стали.

18. Способ по п.17, где упомянутая углеродистая сталь представляет собой сталь ASTM A-210.

19. Способ по п.15, в котором упомянутый внешний слой изготовлен из Ni-Cr-Fe сплава 690, в частности UNS N06690.

20. Способ сборки газификатора черного щелочного раствора для крафт-процесса, в котором стенку газификатора, подверженную коррозии и трещинообразованию, изготавливают с использованием металлических труб, отличающийся тем, что упомянутые металлические трубы представляют собой композитные трубы, содержащие внутренний слой и внешний слой, причем упомянутый внутренний слой изготовлен из стали и упомянутый внешний слой имеет следующий состав, мас. %: 25-35% Cr, 5-15% Fe и 50-70% Ni, с незначительными количествами других неизбежных

примесей и легирующих элементов.

21. Способ по п.20, в котором содержание Cr в упомянутом внешнем слое составляет 27-31 мас.%, содержание Fe в упомянутом внешнем слое составляет 7-11 мас.% и содержание Ni составляет, по меньшей мере, 58 мас.%.

5

22. Способ по п.20, в котором упомянутый внутренний слой изготовлен из углеродистой стали.

23. Способ по п.22, в котором упомянутая углеродистая сталь представляет собой сталь ASTM A-210.

10

24. Способ по п.20, в котором упомянутый внешний слой изготовлен из Ni-Cr-Fe сплава 690, в частности UNS N06690.

25. Применение восстановительного котла для крафт-процесса в крафт-процессе с использованием черного щелочного раствора, при этом металлические трубы, образующие стенки и пол упомянутого котла подвержены коррозии и

15

растрескиванию, при этом, по меньшей мере, часть из упомянутых труб представляют собой композитные трубы, содержащие внутренний слой и внешний слой, причем упомянутый внутренний слой изготовлен из стали и упомянутый внешний слой имеет следующий состав, мас.%. 25-35% Cr, 5-15% Fe и 50-70% Ni, с незначительными количествами других неизбежных примесей и легирующих элементов.

20

26. Применение по п.25, в котором содержание Cr в упомянутом внешнем слое составляет 27-31 мас.%, содержание Fe в упомянутом внешнем слое составляет 7-11 мас.% и содержание Ni составляет, по меньшей мере, 58 мас.%.

27. Применение по п.25, в котором упомянутые композитные трубы расположены в нижней части, подверженной воздействию расплавленных солей при эксплуатации.

25

28. Применение по п.25, в котором упомянутые композитные трубы формируют отверстия для воздушных каналов или отверстия для слива расплава.

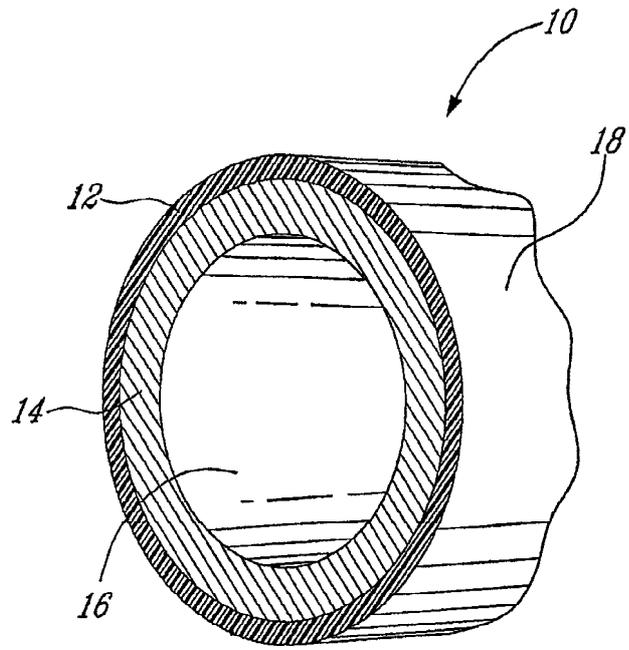
30

35

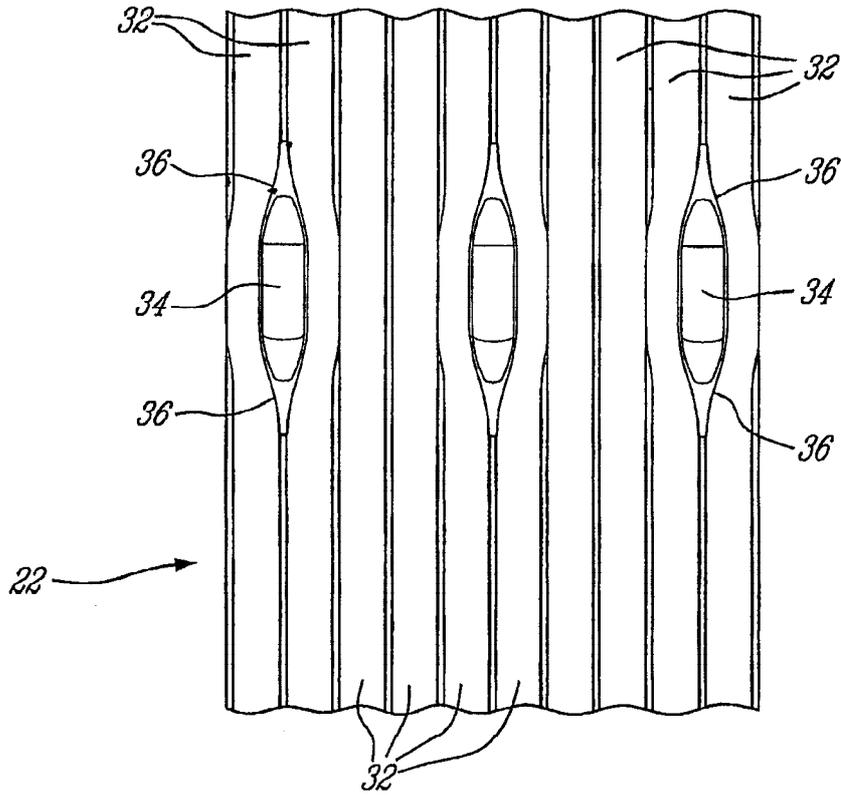
40

45

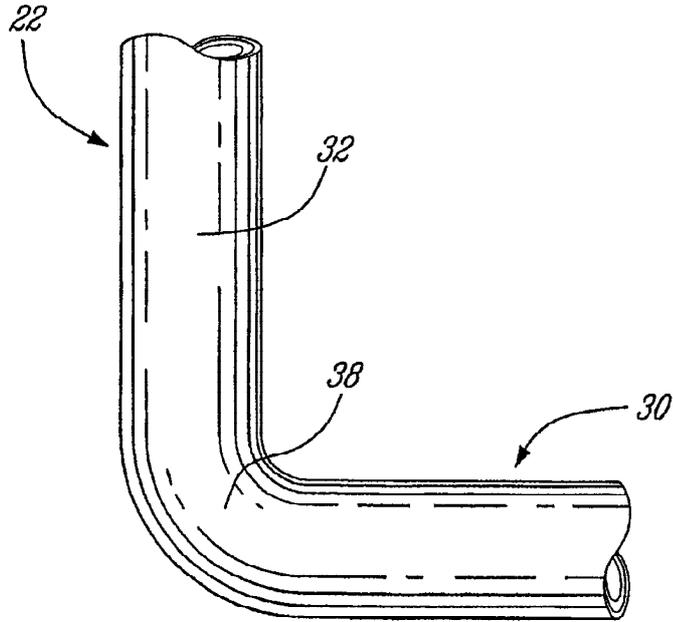
50



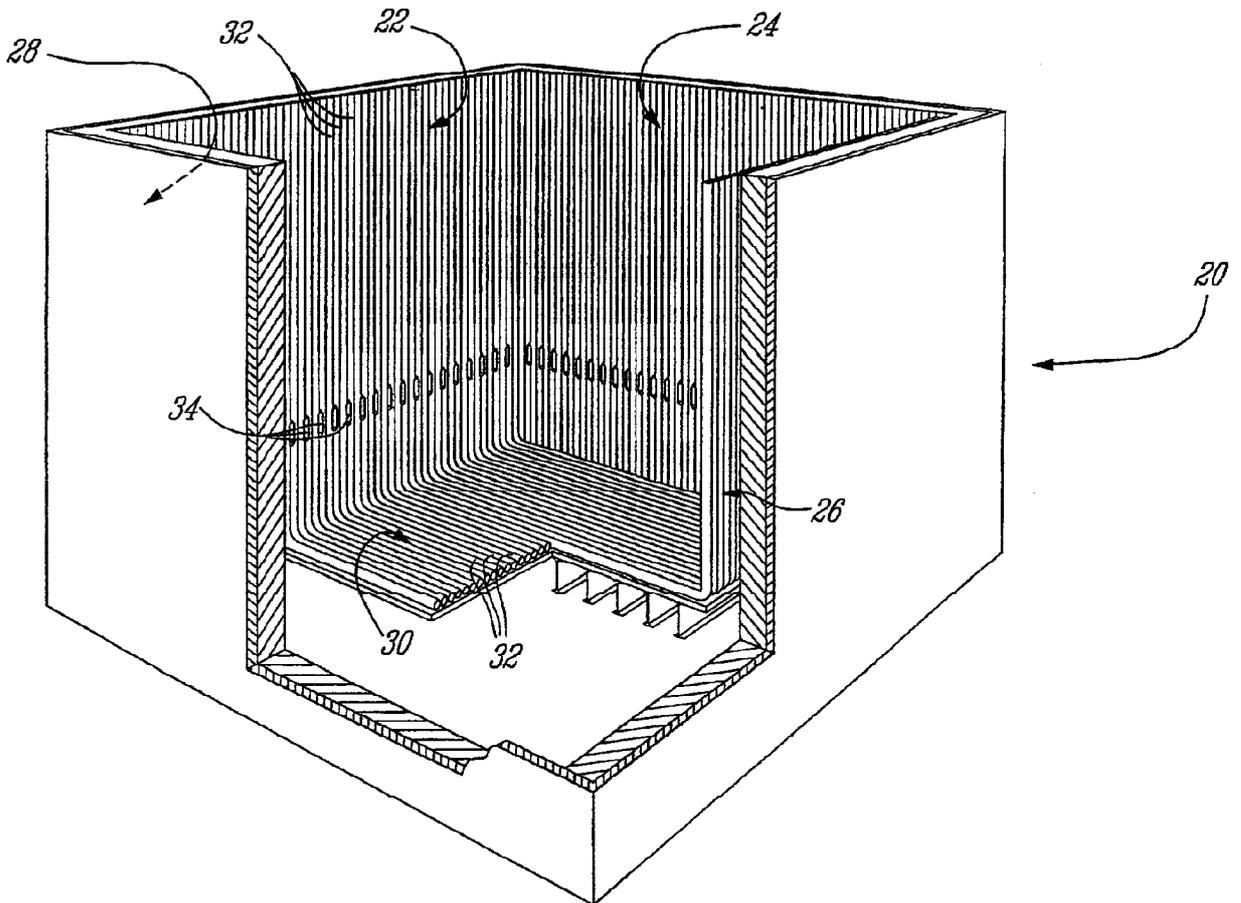
ФИГ.1



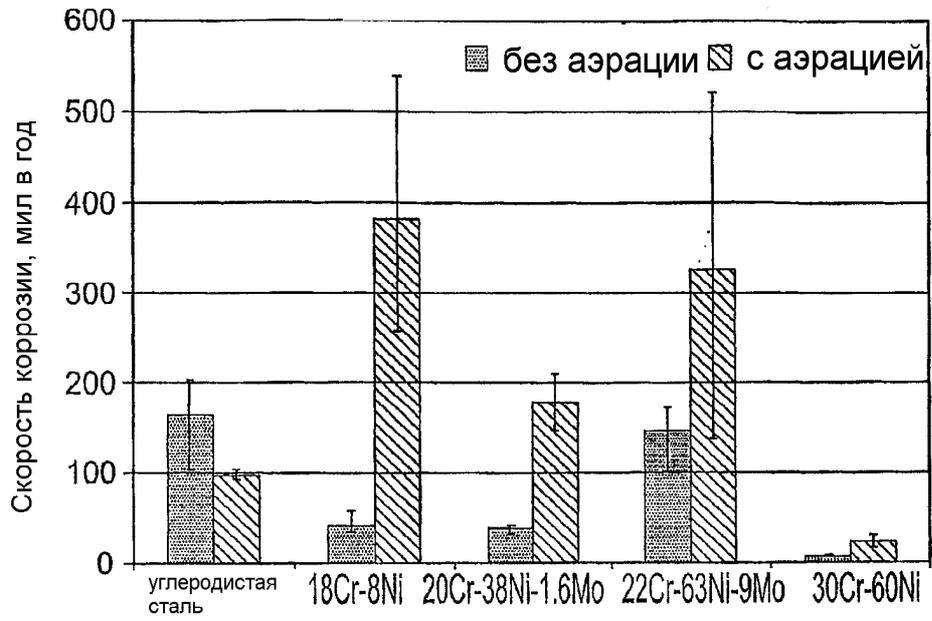
ФИГ.2



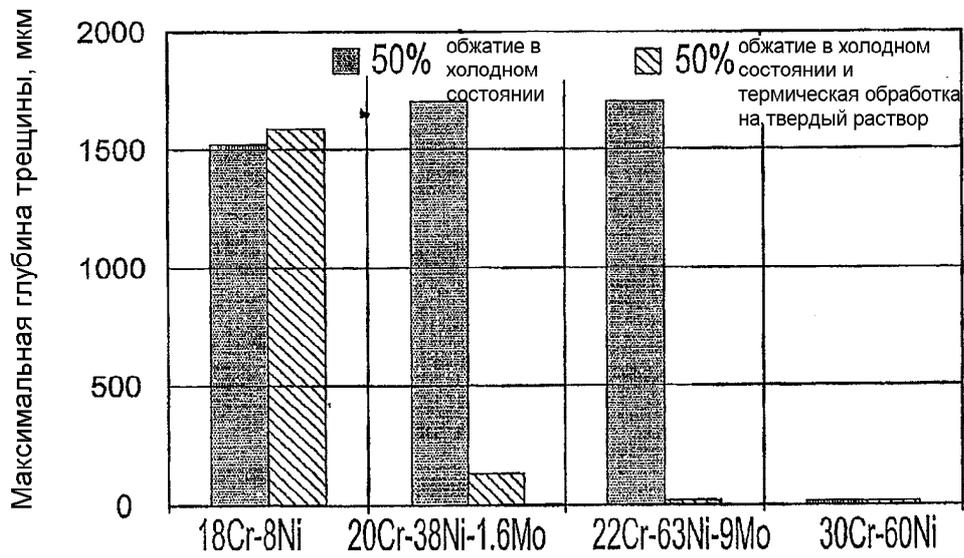
ФИГ.3



ФИГ.4



ФИГ.5



ФИГ.6