



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B23K 35/36 (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020143733, 29.12.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.12.2020Дата регистрации:
01.09.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2020

(45) Опубликовано: 01.09.2021 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦИС, каф. МТ-12,
для Шупенёва

(72) Автор(ы):

Тверской Михаил Вадимович (RU),
Шупенев Александр Евгеньевич (RU),
Коршунов Иван Сергеевич (RU),
Фокин Юрий Олегович (RU),
Онищенко Дмитрий Олегович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский государственный
технический университет имени Н.Э.
Баумана (национальный исследовательский
университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2016193383 A1, 08.12.2016. RU
2458770 C2, 20.08.2012. RU 2469829 C2,
20.12.2012. RU 2515157 C1, 10.05.2014. RU
2585888 C2, 10.06.2016.

(54) Металлополимерная композиция для соединения пластин паянного пластинчатого теплообменника из нержавеющей стали

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано для соединения пластин паянного пластинчатого теплообменника (ППТО) из нержавеющей стали. Металлополимерную композицию получают путем механического смешивания компонентов на лопастном смесителе и его гранулирования. Композиция содержит металлический порошок марки 03X17H14M3 и органическое связующее при следующем их соотношении, мас. %: металлический порошок 92-94, органическое связующее 6-8. Органическое связующее состоит из полиэтилена высокого давления (ПВД), воска и стеариновой кислоты в качестве

пластификатора при следующем соотношении компонентов связующего, мас. %: ПВД 9-15, воск 84-90, стеариновая кислота - 1. Упомянутый металлический порошок имеет размер частиц менее 40 мкм и содержит, мас. %: хром 16,8-18,3, никель 13,5-15,0, молибден 2,2-2,8, марганец 1-2, кремний не более 0,4, железо - остальное. Изобретение обеспечивает удобство и точность нанесения припоя при повышении качества соединений пластин ППТО за счет применения в композиции металлического порошка и полимерных добавок в заданных процентных соотношениях.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

B23K 35/36 (2021.02)(21)(22) Application: **2020143733, 29.12.2020**(24) Effective date for property rights:
29.12.2020Registration date:
01.09.2021

Priority:

(22) Date of filing: **29.12.2020**(45) Date of publication: **01.09.2021** Bull. № 25

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,
MGТУ im. N.E. Baumana, TSIS, kaf. MT-12, dlya
Shupeneva

(72) Inventor(s):

**Tverskoj Mikhail Vadimovich (RU),
Shupenev Aleksandr Evgenovich (RU),
Korshunov Ivan Sergeevich (RU),
Fokin Yuriy Olegovich (RU),
Onishchenko Dmitriy Olegovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj
tekhnicheskij universitet imeni N.E. Baumana
(natsionalnyj issledovatel'skij universitet)"
(MGТУ im. N.E. Baumana) (RU)****(54) METAL-POLYMER COMPOSITION FOR CONNECTING PLATES OF A BRAZED PLATE HEAT EXCHANGER MADE OF STAINLESS STEEL**

(57) Abstract:

FIELD: heat exchange.

SUBSTANCE: invention can be used to connect plates of a brazed plate heat exchanger (BPHE) made of stainless steel. A metal-polymer composition is obtained by mechanically mixing components on a blade mixer and granulating it. The composition contains metal powder of a 03X17H14M3 grade and an organic binder at their following ratio, wt. %: metal powder is 92-94, organic binder is 6-8. The organic binder consists of high-pressure polyethylene (HPP), wax and stearic acid as a plasticizer with the following ratio of binder components, wt. %: HPP is 9-15, wax

is 84-90, stearic acid is 1. The mentioned metal powder has a particle size of less than 40 mcm and contains, wt. %: chromium 16.8-18.3, nickel 13.5-15.0, molybdenum 2.2-2.8, manganese 1-2, silicon no more than 0.4, iron - the rest.

EFFECT: invention provides the convenience and accuracy of applying solder while improving the quality of joints of BPHE plates due to the use of metal powder and polymer additives in the composition in specified percentage ratios.

1 cl

Область техники

Изобретение относится к материалам для паяного соединения пластин паянного пластинчатого теплообменника (ППТО) из нержавеющей стали.

Уровень техники

5 Чтобы получить лучшее паяное соединение пластин ППТО, надо использовать материал припоя почти такой же, как и материал пластин, чтобы получить однородное соединение. Обычно пластины ППТО изготавливают из нержавеющей стали. Часто пластины паянных теплообменников изготавливают из стали 08X18H10 (зарубежный аналог - сталь марки aisi 304), а для их паяного соединения в паяльной пасте могут
10 использовать металлический порошок из материала aisi 316 (это улучшенный вариант стали aisi 304, по ГОСТ 5632-2014 сталь аустенитного класса марки 03X17H14M3). Также важно использовать мелкозернистый металлический порошок, так как температура его плавления будет немного ниже, чем у основного материала пластин ППТО.

15 В отобранных в результате тщательного патентного поиска трех патентных РСТ-заявках раскрывается, как различные химические элементы в составе паяльной пасты (или припоя) на основе порошка из нержавеющей стали марок aisi 316 или aisi 304 (или просто стали 316, 304) влияют на спекаемое соединение пластин ППТО.

В двух патентных аналогах в пасте в том числе в качестве одних из основных
20 добавочных элементов используют бор и кремний, в основном для улучшения температурных условий процесса пайки (или спекания) пластин.

В РСТ-заявке WO0238327 (A1) - 2002-05-16 MATERIAL FOR JOINING AND PRODUCT PRODUCED THEREWITH: пластины теплообменника изготовлены из пластинчатого материала на основе железа, который представляет собой нержавеющую сталь 316,
25 содержащую максимум 2,0 мас. % Mn, 16,5-18 мас. % Cr, 10,0-13,0 мас. % Ni, 2,0-2,5 мас. % Mo и остальное Fe, спаянные вместе с припоем на основе железа в паяных соединениях, припой на основе железа, состоящий из: от 9 до 30 мас. % Cr; от 5 до 25 мас. % Ni; от 0,5 до 9 мас. % Mo; от 1 до 5 мас. % Mn; от 0 до 1 мас. % N; от 6 до 20 мас. % Si; от 0,1 до 1,5 мас. % B; остальное Fe. Припой на основе железа получают
30 распылением газом, распылением водой и формованием из расплава, дроблением и измельчением слитка.

В РСТ-заявке WO2016055430 (A1) - 2016-04-14 A BRAZING MATERIAL FOR BRAZING ARTICLES OF AUSTENITIC STAINLESS STEEL AND METHOD THEREFORE в п. 14 формулы изобретения нержавеющая сталь представляет собой аустенитную
35 нержавеющую сталь типа 304 или 316. Припой для пайки изделий из аустенитной нержавеющей стали содержит: 1,8-2,2% молибдена (Mo); 12,5-13,5% никеля (Ni); 16,8-18,6% хрома (Cr); 7,0-12,0% кремния (Si); 3,0-5,5% Mn; 1,0-2,0% бор (B); остальное - железо (Fe) и небольшие количества других элементов, при этом процентное содержание этих элементов ниже 0,1% для каждого элемента, все проценты даны по массе. В пп.
40 14 или 15 формулы паяемые изделия из нержавеющей стали являются пластинами теплообменника.

В третьей более близкой РСТ-заявке WO2016193383 (A1) - 2016-12-08 BRAZING METHOD FOR BRAZING ARTICLES, A BRAZED HEAT EXCHANGER AND A BRAZING ALLOY, в отличие от двух предыдущих, элемент бор в припое не используется, но
45 кремний - остается. Целью настоящего изобретения являлась оценка возможности соединения основного материала из нержавеющей стали aisi 316 с наполнителями, не содержащими бор. Испытания на соединение были проведены с 316 основными материалами и различными смесями чистого 316L PM и не содержащего бор

наполнителя F312. Не содержащие бора наполнители F312 имеют приблизительную температуру солидуса, то есть температуру плавления, равную 1250°C. Температуры термообработки в этом исследовании проводятся при температурах, равных или ниже 1250°C. Таким образом, процесс соединения пластин можно рассматривать как активированную диффузионную сварку или пайку с частично расплавленными наполнителями, в зависимости от содержания кремния в наполнителях. Было показано, что можно паять изделия из нержавеющей стали 316, в частности пластинчатые теплообменники, с помощью твердого припоя на основе железа, не содержащего бора, содержащего кремний Si и марганец Mn в качестве присадок, снижающих температуру плавления. Было обнаружено, что изделие из нержавеющей стали может быть соединено при температурах ниже, чем температура, при которой припой полностью расплавляется. Также размер частиц порошка припоя имеет решающее значение для достижения наилучших результатов. Меньшие размеры частиц обеспечивают более прочное соединение. Способ пайки изделия из нержавеющей стали включает следующие этапы: получение паяльной пасты, содержащей металлический порошок, содержащий: следовые количества C и S; 2-2,5% Mo; 12-13% Ni; 17,5-18,5% Cr; 6-8,3% Si; 4,5-5,5% Mn; все проценты даны по весу, остальное - железо (Fe). Металлический порошок имеет размер частиц менее 106 мкм (есть отдельное указание чистого порошка 316L, имеющего размер зерна 22 мкм), при этом металлический порошок превращается в пасту путем добавления 7% связующего и растворителей. Растворитель адаптирован для испарения во время цикла пайки. Пасту наносят на точки контакта или близко к точкам контакта между паяемыми изделиями из нержавеющей стали, после чего изделия помещают в печь. Печь нагревают до температуры ниже, чем температура, при которой металлический порошок паяльной пасты полностью расплавляется (температура, при которой металлический порошок паяльной пасты полностью расплавляется, составляет более 1250°C), после чего изделиям из нержавеющей стали дают возможность застыть путем понижения температуры. Нагревание включает стадии: - постепенного повышения температуры от комнатной до температуры, при которой испаряются растворители и/или связующее; - поддержание температуры, при которой растворители и/или связующее испаряются, до тех пор, пока большая часть или все связующее и/или растворитель не испарится; - повышение температуры до температуры пайки; а также поддержание температуры пайки до образования соединений пластин.

Сходством предлагаемой металл-полимерной композиции с данным аналогом можно признать: достаточно близкий химический состав (хотя в предлагаемой композиции нет не только бора, но и почти нет кремния) и фракции металлического порошка; соединение пластин теплообменника из нержавеющей стали марки 316; близкие величины температур для спекания пасты и образования соединений пластин.

Но есть и существенное отличие. Во всех патентных аналогах практически ничего не сказано, какие связующие вещества, зачем и в каком процентном соотношении они находятся. Также в предлагаемой композиции отсутствуют растворители.

Раскрытие изобретения

Задача изобретения - улучшение удобства и точности нанесения при невысоких температурах композиции пасты (или припоя) для повышения качества соединений пластин ППТО за счет применения в композиции определенных полимерных добавок в экспериментально определенных процентных соотношениях.

Предлагаемую металл-полимерную композицию получают путем механического смешивания на лопастном смесителе трех компонентов (металлический порошок марки aisi 316 или 03X17H14M3 по ГОСТ 5632-2014, в таблице которого в разделе 6 - стали

аустенитного класса, строка 6-4), органическое связующее (полиэтилен высокого давления (ПВД) по ГОСТ 16337-77 и воск марки ЯВ-1) и пластификатор (стеариновая кислота). Указанный металлический порошок - из стали аустенитного класса - легированной коррозионностойкой, в которой: железо (основное) с хромом (16.8-18.3 масс. %), никелем (13.5-15.0 масс. %), молибденом (2.2-2.8 масс. %) и марганцем (1-2 масс. %), при этом нет бора и почти нет кремния (не более 0.4 масс. %). Металлический порошок по размерам своих частиц - для лучшей спекаемости многофракционный в диапазоне ниже 40 мкм.

Процентное соотношение компонентов в композиции по масс. %: металлический порошок 92-94, органическое вещество 6-8. Органическое вещество необходимо для того, чтобы удобно, точно и в нужном количестве нанести композит в необходимые места соединения пластин. В органическом веществе процентное соотношение по масс. %: ПВД 9-15, воск 84-90. Воск необходим для придания композиции текучести: чем больше воска, тем больше текучесть композиции. ПВД нужен для того, чтобы композиция находилась в нужных точках соединения пластин во время ее спекания, при этом ПВД сдерживает растекание пасты. Стеариновая кислота (пластификатор), как поверхностно-активное вещество, по массе 1% от органического вещества, нужна для улучшения литейной способности термопластичных связующих ПВД и воска.

Осуществление изобретения

Использование композиции в процессе соединения пластин ППТО заключается в следующем: гранулированный металл-полимерный композит помещают в цилиндр литейной установки и нагревают до температуры 130°C, при которой термопластичные связующие расплавляются и композиция превращается в однородную пастообразную массу.

На литейной установке устанавливают необходимое давление прессования и через сопло малого диаметра готовый расплавленный металл-полимерный композит из цилиндра литейной установки точно и в нужном количестве наносят на все необходимые места соединения (стыка) пластин ППТО между собой.

После сборки всех пластин теплообменника уже с наличием готового металл-полимерного композита в местах соединения пластин, ППТО помещают в вакуумную печь для спекания композиции при соединении пластин ППТО при температуре 1380-1400°C до полной готовности собранного ППТО. При этом выдерживают полки температур во времени, чтобы вначале по мере роста температуры испарился воск, затем ПВД, а потом уже начал спекаться металлический порошок с пластинами ППТО, но без расплавления самих пластин ППТО.

Данное изобретение получено при выполнении проекта в рамках соглашения №075-02-2018-1933 (внутренний №05.574.21.0208) от 20.12.2018 г., заключенного между заявителем МГТУ им. Н.Э. Баумана и Минобрнауки России.

(57) Формула изобретения

Металлополимерная композиция для соединения пайкой пластин пластинчатого теплообменника из нержавеющей стали, содержащая металлический порошок марки 03X17H14M3 и органическое связующее при следующем их соотношении, мас. %: металлический порошок 92-94, органическое связующее 6-8, при этом органическое связующее состоит из полиэтилена высокого давления (ПВД), воска и стеариновой кислоты в качестве пластификатора при следующем соотношении компонентов связующего, мас. %: ПВД 9-15, воск 84-90, стеариновая кислота - 1, а упомянутый металлический порошок имеет размер частиц менее 40 мкм и содержит, мас. %: хром

16,8-18,3, никель 13,5-15,0, молибден 2,2-2,8, марганец 1-2, кремний не более 0,4, железо - остальное.

5

10

15

20

25

30

35

40

45