



(51) МПК
B22F 1/00 (2006.01)
C22C 33/02 (2006.01)
B22F 3/12 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B22F 1/00 (2020.08); *B22F 1/0003* (2020.08); *B22F 1/0059* (2020.08); *C22C 33/02* (2020.08); *B22F 3/12* (2020.08)

(21)(22) Заявка: **2018136588**, 13.03.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.03.2017

Дата регистрации:
03.11.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
18.03.2016 EP 16161116.5

(43) Дата публикации заявки: **20.04.2020** Бюл. № 11

(45) Опубликовано: **03.11.2020** Бюл. № 31

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
 национальной фазе: **18.10.2018**

(86) Заявка РСТ:
EP 2017/055810 (13.03.2017)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/157835 (21.09.2017)

Адрес для переписки:
**129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
 "Юридическая фирма Городиский и
 Партнеры"**

(72) Автор(ы):

ХУ, Бо (US)

(73) Патентообладатель(и):

ХЕГАНЕС АБ (ПАБЛ) (SE)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: **WO 2010/074627 A1**, 01.07.2010. **WO**
2013/159558 A1, 31.10.2013. **RU 2314896 C1**,
20.01.2008. RU 2339486 C2, 27.11.2008.

(54) ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ЛЕГКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к порошковой металлургии и включает порошковую композицию на основе железа, применение галлуазита, способ получения порошковой композиции, способ получения спеченной детали и спеченную деталь. Порошковая композиция на основе железа содержит 0,01-1,0% по массе, улучшающей обрабатываемость добавки, содержащей галлуазит в виде порошка с размером частиц X90 менее 50 мкм и X90 более 0,5 мкм. Порошковая композиция на основе железа

получена путем смешивания порошка на основе железа с улучшающей обрабатываемость добавкой, содержащей галлуазит. Спеченная деталь на основе железа получена прессованием порошковой композиции на основе железа при давлении прессования 400-1200 МПа и спеканием прессованной детали при температуре 700-1350°C. Обеспечивается улучшение обрабатываемости резанием без изменения механических свойств. 6 н. и 10 з.п. ф-лы, 3 табл., 1 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B22F 1/00 (2006.01)
C22C 33/02 (2006.01)
B22F 3/12 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B22F 1/00 (2020.08); *B22F 1/0003* (2020.08); *B22F 1/0059* (2020.08); *C22C 33/02* (2020.08); *B22F 3/12* (2020.08)

(21)(22) Application: **2018136588, 13.03.2017**

(24) Effective date for property rights:
13.03.2017

Registration date:
03.11.2020

Priority:

(30) Convention priority:
18.03.2016 EP 16161116.5

(43) Application published: **20.04.2020** Bull. № 11

(45) Date of publication: **03.11.2020** Bull. № 31

(85) Commencement of national phase: **18.10.2018**

(86) PCT application:
EP 2017/055810 (13.03.2017)

(87) PCT publication:
WO 2017/157835 (21.09.2017)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):
HU, Bo (US)

(73) Proprietor(s):
HOGANAS AB (PUBL) (SE)

(54) **POWDERED METAL COMPOSITION FOR EASY PROCESSING BY CUTTING**

(57) Abstract:

FIELD: powder metallurgy.

SUBSTANCE: group of inventions includes an iron-based powder composition, use of halloysite, a method of producing a powdered composition, a method of producing a sintered part and a sintered part. Powder composition based on iron contains 0.01–1.0 % by weight, improves processability of additive, containing halloysite in powder form with particle size X90 less than 50 mcm and X90 more than 0.5 mcm. Powder composition based on iron is obtained by mixing an

iron-based powder with a processability-improving additive containing halloysite. Iron-based sintered part is obtained by pressing an iron based powder composition at a pressing pressure of 400–1200 MPa and sintering the pressed part at temperature of 700–1350 °C.

EFFECT: higher machinability of cutting without changing mechanical properties.

16 cl, 3 tbl, 1 ex

RU 2 735 532 C2

RU 2 735 532 C2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Изобретение относится к порошковой металлической композиции для производства порошковых металлических деталей, а также к способу производства порошковых металлических деталей, имеющих улучшенную обрабатываемость.

5 ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Одно из главных преимуществ порошково-металлургического производства состоит в том, что становится возможным путем прессования и спекания производить компоненты с конечной формой или очень близкой к конечной. Однако существуют случаи, когда требуется последующая обработка резанием. Например, она может быть
10 необходима из-за высоких требований по допускам или из-за того, что готовый компонент имеет такую форму, что она не может быть получена напрямую прессованием. Более конкретно, такие геометрии, как отверстия, поперечные к направлению прессования, поднутрения и резьба, требуют последующей обработки резанием.

15 При непрерывной разработке новых спеченных сталей с более высокой прочностью и более высокой твердостью обработка резанием стала сложной проблемой в порошково-металлургическом производстве компонентов. Зачастую она является ограничивающим фактором при оценке того, является ли порошково-металлургическое производство самым рентабельным способом производства компонента.

20 Сегодня существует много известных веществ, которые добавляются к порошковым смесям на основе железа для того, чтобы облегчить обработку компонентов резанием после спекания. Наиболее распространенной порошковой добавкой является MnS (сульфид марганца), который упомянут, например, в EP 0183666, описывающем, как обрабатываемость спеченной стали резанием улучшается при добавлении такого
25 порошка.

Патент США № 4927461 описывает добавление 0,01% и 0,5% по массе гексагонального BN (нитрида бора) к порошковым смесям на основе железа для улучшения обрабатываемости после спекания.

30 Патент США № 5631431 относится к добавке для улучшения обрабатываемости порошковых композиций на основе железа. В соответствии с этим патентом добавка содержит частицы фторида кальция, которые включают в состав в количестве 0,1%-0,6% по массе порошковой композиции.

Японская патентная заявка 08-095649 описывает средство улучшения обрабатываемости. Это средство содержит $Al_2O_3-SiO_2-CaO$ и имеет кристаллическую
35 структуру анортита или геленита. Анортит представляет собой каркасный силикат, принадлежащий к группе полевых шпатов, имеющий твердость по Моосу 6-6,5, а геленит представляет собой групповой силикат, имеющий твердость по Моосу 5-6.

40 Патент US 7300490 описывает порошковую смесь для производства прессованных и спеченных деталей, состоящую из комбинации порошка сульфида марганца (MnS) и порошка фосфата кальция или порошка гидроксиапатита.

Публикация WO 2005/102567 раскрывает комбинацию порошков гексагонального нитрида бора и фторида кальция, используемую в качестве средства улучшения обрабатываемости.

45 Борсодержащие порошки, такие как оксид бора, борная кислота или борат аммония, в сочетании с серой описаны в патенте US 5938814.

В EP 1985393A1 описаны другие комбинации порошков, используемых в качестве улучшающих обрабатываемость добавок, содержащие по меньшей мере один из талька и стеатита и жирную кислоту.

Тальк в качестве средства улучшения обрабатываемости упоминается в JP1-255604.

Заявка EP1002883 описывает порошкообразные металлические смеси для изготовления металлических деталей, в частности вставок седла клапана. Описанные смеси содержат 0,5-5% твердых смазок для обеспечения низкого трения и предотвращения износа при скольжении, а также обеспечения улучшения обрабатываемости резанием. В одном из вариантов осуществления в качестве твердой смазки упоминается слюда. Эти типы порошковых смесей, используемых для производства износостойких и устойчивых к высокой температуре компонентов, всегда содержат большое количество легирующих элементов, обычно выше 10 мас.%, и твердых фаз, обычно карбидов.

Патент US 4274875 описывает процесс производства изделий, подобный описанному в EP1002883, методом порошковой металлургии, включающий стадию добавления порошкообразной слюды к металлическому порошку перед прессованием и спеканием в количествах от 0,5% до 2% по массе. В частности, там раскрыто, что может использоваться любой тип слюды.

Кроме того, японская патентная заявка JP10317002 описывает порошок и спеченную прессовку, имеющую уменьшенный коэффициент трения. Этот порошок имеет химический состав 1-10 мас.% серы, 3-25 мас.% молибдена, а остальное – железо. Также добавляются твердая смазка и твердофазные материалы.

WO2010/074627 раскрывает порошковую композицию на основе железа, содержащую в дополнение к порошку на основе железа незначительное количество улучшающей обрабатываемость добавки, содержащей по меньшей мере один силикат из группы филлосиликатов. Конкретными примерами такой добавки являются мусковит, бентонит и каолинит.

Обработка резанием прессованных и спеченных компонентов является очень сложной и зависит от таких параметров, как тип системы легирования компонента, количество легирующих элементов, условия спекания, такие как температура, атмосфера и скорость охлаждения, плотность спеченного компонента, размер и форма компонента. Очевидно, что она также зависит от типа операции обработки резанием и параметров обработки резанием, которые имеют важное значение для результата операции обработки резанием. Разнообразие предложенных средств улучшения обрабатываемости, добавляемых в порошковые металлургические композиции, отражает сложную природу технологии обработки порошковых деталей.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Термины «содержит» и «содержащий» в данном контексте означают, что могут присутствовать другие вещества или частицы, отличающиеся от тех, которые упомянуты в явном виде.

Термины «состоит» или «состоящий из» в данном контексте означают, что не присутствуют никакие другие вещества или частицы, кроме тех, которые упомянуты в явном виде.

Настоящее изобретение раскрывает новую добавку для улучшения обрабатываемости резанием спеченных сталей. В частности, эта добавка облегчает операции обработки резанием, такие как сверление спеченных сталей, в частности сверление спеченных компонентов, содержащих железо, медь и углерод, таких как шатуны (соединительные тяги, штоки, штанги), колпаки коренного подшипника и компоненты регулирования фаз газораспределения (VVT). Другие операции обработки резанием, такие как точение, фрезерование и нарезание резьбы, также облегчаются новой улучшающей обрабатываемость добавкой. Кроме того, эта новая добавка может быть применена

в компонентах, подлежащих обработке резанием инструментальными материалами нескольких типов, такими как быстрорежущая сталь, карбиды вольфрама, керметы, керамика и кубический нитрид бора, а также инструментами с покрытием.

5 Таким образом, задача настоящего изобретения заключается в том, чтобы предложить новую добавку к порошковой металлической композиции для улучшения ее обрабатываемости резанием.

Другая задача настоящего изобретения заключается в том, чтобы предложить такую добавку, которая будет использоваться при различных операциях обработки резанием для различных типов спеченных сталей.

10 Еще одна задача настоящего изобретения заключается в том, чтобы предложить новую улучшающую обрабатываемость добавку, не оказывающую влияния или оказывающую лишь незначительное влияние на механические свойства прессованного и спеченного компонента.

15 Дополнительная задача изобретения заключается в том, чтобы предложить порошковую металлургическую композицию, содержащую новую улучшающую обрабатываемость добавку, а также способ приготовления уплотненной детали из этой композиции.

Еще одна задача изобретения заключается в том, чтобы предложить спеченный компонент, имеющий улучшенную обрабатываемость, в частности спеченный 20 компонент, содержащий железо-медь-углерод. Однако изобретение не ограничивается системой железо-медь-углерод. Компоненты, выполненные из спеченных порошков нержавеющей стали, диффузионно-связанных порошков, низколегированных порошков с различными видами легирующих элементов, таких как Mo, Ni, Cu, Cr, Mn, Si и т.д., также могут получить выгоду от новой улучшающей обрабатываемость добавки.

25 Было найдено, что при включении улучшающей обрабатываемость добавки, содержащей определенное соединение галлуазита в виде порошка, в состав порошковой композиции на основе железа достигнута неожиданно большое улучшение обрабатываемости спеченных компонентов, выполненных из этой порошковой композиции на основе железа. Кроме того, положительное влияние на обрабатываемость 30 получается даже при очень малых добавляемых количествах, а значит, ожидается, что негативное воздействие на прессуемость добавления дополнительных неметаллических веществ будет минимизировано.

В соответствии с настоящим изобретением по меньшей мере одна из вышеупомянутых задач, а также другие задачи, очевидные из дальнейшего обсуждения, решаются с 35 помощью различных аспектов настоящего изобретения.

В соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предлагается новая улучшающая обрабатываемость добавка, содержащая галлуазит, для способствования обработке резанием компонентов из спеченных сталей.

40 В соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения предлагается порошковая композиция на основе железа, содержащая порошок на основе железа, небольшое количество содержащей галлуазит улучшающей обрабатываемость добавки в виде порошка.

В соответствии с третьим аспектом настоящего изобретения предлагается применение галлуазита в виде порошка, содержащегося в улучшающей обрабатываемость добавке 45 в порошковой композиции на основе железа.

В соответствии с четвертым аспектом настоящего изобретения предлагается способ приготовления порошковой композиции на основе железа, содержащий: обеспечение порошка на основе железа; и смешивание порошковой смеси на основе железа с

содержащей галлуазит улучшающей обрабатываемость добавкой в виде порошка.

В соответствии с пятым аспектом настоящего изобретения предлагается способ производства спеченного компонента на основе железа с улучшенной обрабатываемостью, содержащий: приготовление порошковой композиции на основе железа согласно вышеописанному аспекту; прессование порошковой композиции на основе железа при давлении прессования 400-1200 МПа; спекание прессованной детали при температуре 700-1350°C; и, необязательно, термообработку спеченного компонента.

В соответствии с шестым аспектом настоящего изобретения предлагается спеченный компонент, содержащий новую улучшающую обрабатываемость добавку. В одном варианте осуществления спеченный компонент содержит железо, медь и углерод. В другом варианте осуществления спеченный компонент выбран из группы, состоящей из шатунов, колпаков коренного подшипника и компонентов регулирования фаз газораспределения (VVT).

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Галлуазит представляет собой встречающийся в природе силикатный минерал и имеет подобный каолиниту состав, за исключением того, что он содержит дополнительные молекулы воды между слоями и, чаще всего, имеет трубчатую морфологию по сравнению с тонкопластинчатыми формами, обычно наблюдаемыми в каолините. В результате гидратированный галлуазит имеет большее межплоскостное расстояние, чем каолинит. Его химическая формула в полностью гидратированной форме выглядит как $Al_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot 2H_2O$. Когда галлуазит теряет свою межслойную воду, он часто встречается в частично дегидратированном состоянии. В этом случае галлуазит может быть идентифицирован или отличен от каолинита методом сольватации этиленгликоля с последующим анализом с помощью рентгеновской порошковой дифракции (XRPD). Эти два минерала, похоже, образуются независимо, потому что не найдено никаких переходных фаз (между галлуазитом и каолинитом) в процессах старения. Кроме того, галлуазит является быстрообразующимся метастабильным прекурсором каолинита, так что размер частиц зерна галлуазита меньше, чем у каолинита, а удельная поверхность (от англ. SSA – удельная площадь поверхности) галлуазита обычно больше, чем у каолинита.

Улучшающая обрабатываемость добавка (первый аспект)

Улучшающая обрабатываемость добавка в соответствии с изобретением содержит галлуазит, имеющий удельную поверхность (SSA, измеренную методом БЭТ) по меньшей мере 15 м²/г, предпочтительно по меньшей мере 20 м²/г, а более предпочтительно по меньшей мере 25 м²/г, и может также включать или быть смешанной с другими известными улучшающими обрабатываемость веществами, такими как сульфид марганца, гексагональный нитрид бора, другие борсодержащие вещества, фторид кальция, слюда, такая как мусковит, тальк, энстатит, бентонит, каолинит, титанат, анортит, геленит, сульфид кальция, сульфат кальция и т.д. Предпочтительными веществами являются сульфид марганца, гексагональный нитрид бора, фторид кальция, слюда, такая как мусковит, бентонит, каолинит, титанат. Когда улучшающая обрабатываемость добавка в соответствии с изобретением содержит другие улучшающие обрабатываемость вещества в дополнение к галлуазиту, содержание галлуазита в улучшающей обрабатываемость добавке составляет по меньшей мере 50 % по массе. Улучшающая обрабатываемость добавка в соответствии с настоящим изобретением может содержать только галлуазит.

Измеренный в соответствии со стандартом SS-ISO 13320-1 размер частиц, X90,

галлуазита, содержащегося в улучшающей обрабатываемость добавке в соответствии с изобретением, может составлять менее 50 мкм, предпочтительно менее 40 мкм, более предпочтительно менее 30 мкм, предпочтительнее менее 20 мкм, например, менее 15 мкм или менее 10 мкм. Альтернативно или в дополнение, средний размер частиц, X50, может составлять менее 25 мкм, предпочтительно менее 20 мкм, более предпочтительно менее 15 мкм, предпочтительнее менее 10 мкм, например, менее 8 мкм или менее 5 мкм. Однако размер частиц составляет больше чем 0,1 мкм, предпочтительно больше чем 0,5 мкм, а более предпочтительно больше чем 1 мкм, то есть по меньшей мере 90 мас.% частиц могут быть больше, чем 0,5 мкм, или больше, чем 1 мкм. Если размер частиц составляет менее 0,5 мкм, может быть трудно смешать добавку с другими порошковыми композициями на основе железа для того, чтобы получить однородную порошковую смесь. Слишком малый размер частиц будет также отрицательно влиять на свойства спеченной детали, такие как механическая прочность и размерные изменения. Размер частиц более 50 мкм также может отрицательно влиять на эффективность улучшения обрабатываемости и механические свойства.

Таким образом, примерами предпочтительных распределений по размерам частиц галлуазита, содержащегося в улучшающей обрабатываемость добавке в соответствии с настоящим изобретением, являются следующие:

X90 ниже 50 мкм, X50 ниже 25 мкм и по меньшей мере 90% по массе выше 0,1 мкм, или

X90 ниже 30 мкм, X50 ниже 15 мкм и по меньшей мере 90% по массе выше 0,1 мкм, или

X90 ниже 20 мкм, X50 ниже 10 мкм и по меньшей мере 90% по массе выше 0,5 мкм, или X90 ниже 10 мкм, X50 ниже 5 мкм и по меньшей мере 90% по массе выше 0,5 мкм.

Другими примерами предпочтительных распределений частиц по размерам являются следующие:

X90 ниже 50 мкм, X50 ниже 25 мкм и по меньшей мере 90% по массе выше 0,5 мкм, или

X90 ниже 30 мкм, X50 ниже 15 мкм и по меньшей мере 90% по массе выше 0,5 мкм, или

X90 ниже 20 мкм, X50 ниже 10 мкм и по меньшей мере 90% по массе выше 1 мкм, или X90 ниже 10 мкм, X50 ниже 5 мкм и по меньшей мере 90% по массе выше 1 мкм.

Порошковая композиция на основе железа (второй аспект)

Количество улучшающей обрабатываемость добавки в порошковой композиции на основе железа может составлять между 0,01% и 1,0% по массе, предпочтительно между 0,01% и 0,5%, предпочтительно между 0,05% и 0,4%, предпочтительно между 0,05% и 0,3%, а более предпочтительно между 0,1% и 0,3% по массе. Меньшие количества могут не оказывать намеченного влияния на обрабатываемость, а более высокие количества могут оказывать отрицательное влияние на механические свойства.

Улучшающая обрабатываемость добавка в соответствии с изобретением может использоваться по существу в любых железистых порошковых композициях. Таким образом, порошок на основе железа, содержащийся в порошковой композиции на основе железа, может быть порошком чистого железа, таким как распыленный железный порошок, порошок восстановленного железа, и т.п. Также могут использоваться предварительно легированные порошки, такие как порошок низколегированной стали и порошок нержавеющей стали, включающие легирующие элементы, такие как Ni, Mo, Cr, Si, V, Co, Mn, Cu, а также частично легированный порошок стали, где легирующие элементы диффузионно связаны с поверхностью порошка на основе железа. Порошковая

композиция на основе железа может также содержать легирующие элементы в форме порошка, то есть порошок или порошки, содержащие легирующий(е) элемент(ы), присутствуют в порошковой композиции на основе железа в виде дискретных частиц.

Улучшающая обрабатываемость добавка присутствует в композиции в виде порошка. Частицы порошка улучшающей обрабатываемости добавки могут быть смешаны с порошковой композицией на основе железа как свободные порошковые частицы, или связанными с частицами порошка на основе железа, например, посредством связующего вещества.

Для того, чтобы не влиять отрицательно на механические свойства прессованной и спеченной детали, выполненной из порошковой композиции на основе железа в соответствии с настоящим изобретением, количество улучшающей обрабатываемости добавки должно быть достаточно низким, чтобы не создавать заметных препятствий спеканию между металлическими частицами. Это означает, что в том случае, когда частицы порошка улучшающей обрабатываемости добавки связаны с поверхностями частиц порошка железа или на основе железа, улучшающая обрабатываемость добавка будет присутствовать как отдельные дискретные частицы, а не как связное покрытие на частицах железа или на основе железа.

Поэтому максимальное содержание улучшающей обрабатываемости добавки составляет 1% по массе, предпочтительно 0,5% по массе, предпочтительно 0,4% по массе, предпочтительно 0,3% по массе порошковой композиции на основе железа.

Порошковая композиция на основе железа в соответствии с изобретением может также включать в себя другие добавки, такие как графит, связующие и смазки, а также другие обычные улучшающие обрабатываемость добавки. Смазка может быть добавлена в количестве 0,05-2% по массе, предпочтительно 0,1-1% по массе. Графит может быть добавлен в количестве 0,05-2% по массе, предпочтительно 0,1-1% по массе.

В одном варианте осуществления второго аспекта порошковая композиция на основе железа содержит или состоит из простого железного порошка с содержанием по меньшей мере 90% по массе порошковой композиции на основе железа, причем простой железный порошок имеет содержание железа по меньшей мере 99 массовых %, графита с содержанием 0,1-1% по массе, смазки с содержанием 0,1-1% по массе, необязательно от 0,2% до 5% порошка меди по массе, необязательно от 0,2% до 4% порошка никеля по массе, а также улучшающей обрабатываемости добавки в соответствии с первым аспектом с содержанием между 0,01% и 1,0% по массе, предпочтительно между 0,01% и 0,5%, предпочтительно между 0,05% и 0,4%, предпочтительно между 0,05% и 0,3%, а более предпочтительно между 0,1% и 0,3% по массе порошковой композиции на основе железа.

В другом варианте осуществления второго аспекта порошковая композиция на основе железа содержит или состоит из простого железного порошка с содержанием по меньшей мере 92% по массе порошковой композиции на основе железа, причем простой железный порошок имеет содержание железа по меньшей мере 99 массовых %, графита с содержанием 0,1-1% по массе, смазки с содержанием 0,1-1% по массе, порошка меди с содержанием от 0,2 до 5% по массе и улучшающей обрабатываемости добавки в соответствии с первым аспектом с содержанием между 0,01% и 1,0% по массе, предпочтительно между 0,01% и 0,5% по массе, предпочтительно между 0,05% и 0,4%, предпочтительно между 0,05% и 0,3%, а более предпочтительно между 0,1% и 0,3% по массе порошковой композиции на основе железа.

В другом варианте осуществления второго аспекта порошковая композиция на основе железа содержит или состоит из простого железного порошка с содержанием

по меньшей мере 93% по массе порошковой композиции на основе железа, причем простой железный порошок имеет содержание железа по меньшей мере 99 массовых %, графита с содержанием 0,1-1% по массе, смазки с содержанием 0,1-1% по массе, порошка никеля с содержанием от 0,2 до 4% по массе и улучшающей обрабатываемость добавки в соответствии с первым аспектом с содержанием между 0,01% и 1,0% по массе, предпочтительно между 0,01% и 0,5%, предпочтительно между 0,05% и 0,4%, предпочтительно между 0,05% и 0,3%, а более предпочтительно между 0,1% и 0,3% по массе порошковой композиции на основе железа.

В другом варианте осуществления второго аспекта порошковая композиция на основе железа содержит или состоит из простого железного порошка с содержанием по меньшей мере 90% по массе порошковой композиции на основе железа, причем простой железный порошок имеет содержание железа по меньшей мере 99 массовых %, порошка феррофосфора с содержанием, соответствующим 0,1-2% фосфора по массе, предпочтительно 0,1-1% фосфора по массе порошковой композиции на основе железа, необязательно графита с содержанием до 1% по массе, смазки с содержанием 0,1-1% по массе и улучшающей обрабатываемость добавки в соответствии с первым аспектом с содержанием между 0,01% и 1,0% по массе, предпочтительно между 0,01% и 0,5%, предпочтительно между 0,05% и 0,4%, предпочтительно между 0,05% и 0,3%, а более предпочтительно между 0,1% и 0,3% по массе порошковой композиции на основе железа.

В другом варианте осуществления второго аспекта порошковая композиция на основе железа содержит или состоит из предварительно легированного или диффузионно-легированного железного порошка с содержанием по меньшей мере 90% по массе порошковой композиции на основе железа, причем предварительно легированный или диффузионно-легированный железный порошок имеет содержание железа по меньшей мере 90 массовых % и дополнительно содержит легирующие элементы вплоть до содержания в 10 массовых %, графита с содержанием 0,1-1% по массе, смазки с содержанием 0,1-1% по массе и улучшающей обрабатываемость добавки в соответствии с первым аспектом с содержанием между 0,01% и 1,0% по массе, предпочтительно между 0,01% и 0,5%, предпочтительно между 0,05% и 0,4%, предпочтительно между 0,05% и 0,3%, а более предпочтительно между 0,1% и 0,3% по массе порошковой композиции на основе железа. Необязательно, в порошковой композиции на основе железа также может содержаться порошок меди в количестве до 4% по массе и/или порошок никеля в количестве до 4% по массе.

В другом варианте осуществления второго аспекта порошковая композиция на основе железа содержит или состоит из порошка нержавеющей стали с содержанием по меньшей мере 90% по массе порошковой композиции на основе железа, причем порошок нержавеющей стали имеет содержание железа по меньшей мере 50 массовых % и дополнительно содержит легирующие элементы, включая Si и Cr и необязательно Ni, Mo и Nb, вплоть до суммарного содержания 45 массовых %, необязательно графита с содержанием до 1% по массе, смазки с содержанием 0,1-1% по массе и улучшающей обрабатываемость добавки в соответствии с первым аспектом с содержанием между 0,01% и 1,0% по массе, предпочтительно между 0,01% и 0,5%, предпочтительно между 0,05% и 0,4%, предпочтительно между 0,05% и 0,3%, а более предпочтительно между 0,1% и 0,3% по массе порошковой композиции на основе железа.

Процесс (четвертый и пятый аспекты)

Порошково-металлургическое производство компонентов в соответствии с изобретением может выполняться обычным образом, то есть с помощью следующего процесса: порошок на основе железа, например железный или стальной порошок, может

быть смешан с любыми желаемыми легирующими элементами, такими как никель, медь, молибден и необязательно углерод, а также с улучшающей обрабатываемость добавкой в соответствии с изобретением. Легирующие элементы могут также добавляться как предварительно легированные или диффузионно-легируемые к порошку на основе железа, или же в виде сочетания из смешанных легирующих элементов, диффузионно-легируемого порошка или предварительно легированного порошка. Эта порошковая смесь может быть смешана с обычной смазкой, например стеаратом цинка или амидным воском, перед прессованием. Более мелкие частицы в смеси могут связываться с порошком на основе железа посредством связывающего вещества для минимизации сегрегации и улучшения сыпучести порошковой смеси. Порошковая смесь может быть после этого спрессована в прессующем инструменте с получением того, что известно как сырое тело (прессовка) с близкой к окончательной геометрией. Прессование обычно выполняется при давлении 400-1200 МПа. После прессования прессовка может быть спечена при температуре 700-1350°C, а затем охлаждена со скоростью 0,01-5°C/с для того, чтобы добиться ее конечных прочности, твердости, удлинения и т.д. Необязательно, спеченная деталь может быть дополнительно термообработана для достижения желаемых микроструктур.

Спеченный компонент (шестой аспект)

Спеченный компонент будет содержать все вещества, присутствующие в порошковой композиции на основе железа, за исключением органических смазок, которые разлагаются и исчезают во время процесса спекания. Поскольку содержание смазок в порошковой композиции на основе железа составляет всего лишь самое большее 1% по массе, здесь предполагается, что содержание легирующих элементов, средств улучшения обрабатываемости и т.д. будет практически тем же самым в спеченном компоненте, что и в порошковой композиции на основе железа. Указанный ниже процент является массовым процентным содержанием в спеченном компоненте. Кроме упомянутых в явном виде элементов, спеченный компонент содержит неизбежные примеси в количестве не более чем 1% по массе, предпочтительно не более чем 0,5% по массе.

В одном варианте осуществления шестого аспекта спеченный компонент содержит или состоит из по меньшей мере 90% Fe, 0,1-1% C, необязательно от 0,2% до 5% Cu, необязательно от 0,2% до 4% Ni и, необязательно, других легирующих элементов, таких как Mo, Cr, Si, V, Co, Mn, а также улучшающей обрабатываемость добавки в соответствии с первым аспектом с содержанием от 0,01% до 1,0%, предпочтительно от 0,01% до 0,5%, предпочтительно от 0,05% до 0,4%, предпочтительно от 0,05% до 0,3%, предпочтительно от 0,1% до 0,3% по массе порошковой композиции на основе железа.

В одном варианте осуществления шестого аспекта спеченный компонент содержит или состоит из по меньшей мере 92% Fe, 0,1-1% C, 0,2-5% Cu и улучшающей обрабатываемость добавки в соответствии с первым аспектом с содержанием от 0,01% до 1,0%, предпочтительно от 0,01% до 0,5%, предпочтительно от 0,05% до 0,4%, предпочтительно от 0,05% до 0,3%, предпочтительно от 0,1% до 0,3% по массе спеченного компонента.

В одном варианте осуществления шестого аспекта спеченный компонент содержит или состоит из по меньшей мере 93% Fe, 0,1-1% C, 0,2-4% Ni и улучшающей обрабатываемость добавки в соответствии с первым аспектом с содержанием от 0,01% до 1,0%, предпочтительно от 0,01% до 0,5%, предпочтительно от 0,05% до 0,4%, предпочтительно от 0,05% до 0,3%, предпочтительно от 0,1% до 0,3% по массе спеченного компонента.

В одном варианте осуществления шестого аспекта спеченный компонент содержит или состоит из по меньшей мере 96% Fe, необязательно углерода до 1%, фосфора между 0,1% и 2%, предпочтительно между 0,1% и 1, и улучшающей обрабатываемость добавки в соответствии с первым аспектом с содержанием от 0,01% до 1,0%, предпочтительно от 0,01% до 0,5%, предпочтительно от 0,05% до 0,4%, предпочтительно от 0,05% до 0,3%, предпочтительно от 0,1% до 0,3% по массе спеченного компонента.

В одном варианте осуществления шестого аспекта спеченный компонент содержит или состоит из по меньшей мере 50% Fe, необязательно до 1% С, других легирующих элементов, включая по меньшей мере Si и Cr, вплоть до 45% по массе и улучшающей обрабатываемость добавки в соответствии с первым аспектом с содержанием от 0,01% до 1,0%, предпочтительно от 0,01% до 0,5%, предпочтительно от 0,05% до 0,4%, предпочтительно от 0,05% до 0,3%, предпочтительно от 0,1% до 0,3% по массе спеченного компонента.

ПРИМЕРЫ

Настоящее изобретение будет проиллюстрировано в следующих неограничивающих примерах:

Улучшающая обрабатываемость добавка

Новую улучшающую обрабатываемость добавку, галлуазит, происходящую из двух различных источников, испытали и сравнили с обычными силикатными минералами, которые были известны в качестве улучшающей обрабатываемость добавки, в соответствии со следующей таблицей 1. Базовые химические составы определяли обычным анализом с помощью рентгеновской порошковой дифракции (XRPD). SSA (удельная поверхность) измеряли методом Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ) в соответствии со стандартом ISO 9277:2010, а влагосодержание определяли путем измерения потери веса материала после сушки 5 г порошка при 230°C в течение 30 мин на воздухе. Размер частиц определяли с помощью лазерной дифракции в соответствии со стандартом ISO 13320:1999.

Таблица 1

	Силикатные минералы	SiO ₂ , %	Al ₂ O ₃ , %	MgO, %	X50, мкм	X90, мкм	SSA, м ² /г	Влага, %
По изобретению	Галлуазит А	46,3	38,2	<0,1	3,8	10,2	54,3	3,55
По изобретению	Галлуазит В	49,5	35,5	0,02	3,5	24,6	27,9	2,66
Сравнительный пример	Каолинит	45,0	38,5	0,1	3,3	23,9	12,7	0,64
Сравнительный пример	Слюда	42,9	12,1	28,8	2,9	31,1	4,3	0,40
Сравнительный пример	Тальк	61,0	0,2	30,5	4,3	10,8	15,8	0,32

Все материалы в таблице 1 обладают сходным средним размером частиц, X50. Что касается X90 (который означает, что 90% частиц по массе имеют размер частиц ниже этого значения), то галлуазит А мельче, чем галлуазит В; в то время как размер частиц галлуазита В подобен размеру частиц каолинита и слюды; размер частиц галлуазита А подобен размеру частиц талька. Оба галлуазитных материала имеют химические составы, подобные составу каолинита, но они отличаются от других силикатных минералов, таких как слюда и тальк, которые содержат большое количество оксида магния (MgO). Как и ожидалось, галлуазитные материалы содержат намного более высокий процент влаги, чем все другие силикатные материалы. Влага обеспечивается за счет межслойной воды, представленной в его химических составах. Полностью гидратированный галлуазит содержит 12,2% H₂O в соответствии с вычислением по химической формуле. Следовательно, галлуазитные материалы, перечисленные в таблице 1, были частично дегидратированными, то есть в их структуре оставалось

приблизительно 25% H₂O.

Приготовили шесть (6) порошковых металлургических композиций, как показано в таблице 2. Каждая смесь содержала полученный распылением порошок чистого железа ASC100.29, доступный от компании Höganäs AB, Швеция, 2% по массе медной пудры Cu165, доступной от компании ACuPowder, США, 0,85% по массе графитового порошка Gr1651, доступного от компании Asbury Graphite, США, и 0,75% по массе смазки Acrawax C, доступной от компании Lonza, США. Смеси №№ 1 и 2 содержали 0,3% по массе улучшающей обрабатываемость добавки в соответствии с изобретением, а смеси №№ 3-5 содержали 0,3% по массе известной улучшающей обрабатываемость добавки. Смесь № 6 использовалась в качестве контрольной и не содержала какого-либо улучшающего обрабатываемость вещества.

Таблица 2

смесь №	описание	силикатный минерал	добавление, %
1	По изобретению	Галлуазит А	0,3
2	По изобретению	Галлуазит В	0,3
3	Сравнительный пример	Каолинит	0,3
4	Сравнительный пример	Слюда	0,3
5	Сравнительный пример	Тальк	0,3
6	Контрольный	нет	0

Эти смеси прессовали в сырые образцы в форме колец, высота = 20 мм, внутренний диаметр = 35 мм, наружный диаметр = 55 мм, одноосным прессованием до плотности в неспеченном состоянии 6,9 г/см³, с последующим спеканием при 1120°C в атмосфере 90% азота/10% водорода в течение периода времени 30 минут. После охлаждения до температуры окружающей среды эти образцы использовали для испытаний на обрабатываемость резанием.

Также получали образцы для испытаний на прочность на поперечный разрыв в соответствии со стандартом ISO 3325 одноосным прессованием порошковых металлургических композиций до плотности в неспеченном состоянии 6,9 г/см³, с последующим спеканием при 1120°C в атмосфере 90% азота/10% водорода в течение периода времени 30 минут. После охлаждения до температуры окружающей среды эти образцы использовали для испытания на прочность на поперечный разрыв (TRS) в соответствии со стандартом ISO 3325.

Обрабатываемость спеченных образцов соответственно оценивали с помощью операций сверления и точения.

Для сверления использовали обычные (без покрытия) сверла из быстрорежущей стали диаметром 1/8 дюйма, просверливая глухие отверстия с глубиной 18 мм во влажных условиях, т.е. с охлаждающей жидкостью. Обрабатываемость выполненных из каждой смеси материалов оценивали по числу отверстий, просверленных до отказа сверла, например из-за чрезмерного износа или разрушения в режущем инструменте. Два испытания – испытание сверлением 1 и испытание сверлением 2 – выполняли при различной скорости подачи соответственно 0,075 мм на оборот и 0,13 мм на оборот. Максимально сверлили 36 отверстий на один кольцевой образец.

Для точения использовали покрытые TiCN карбидные резцы с резанием по внутреннему диаметру (ID) кольцевых образцов во влажных условиях, т.е. с охлаждающей жидкостью. Использовали следующие параметры токарной обработки: скорость 275 мм/мин, подача 0,1 мм/об, глубина 0,5 мм, длина 20 мм/рез. Максимально выполняли 30 резов на один кольцевой образец. Износ инструмента оценивали

соответственно при 90 резах (точение 1) и 180 резах (точение 2). Чрезмерным износ инструмента считался тогда, когда его износ (износ по задней поверхности резца) составлял более чем 200 мкм.

Следующая таблица 3 показывает результаты испытаний на обрабатываемость резанием и испытания на TRS.

Таблица 3

смесь №	описание	силикатный минерал	сверление (1), число отверстий	сверление (2), число отверстий	точение (1), износ инструмента, мкм	точение (2), износ инструмента, мкм	TRS [МПа]
1	По изобретению	Галлуазит А	180*	72*	75	103	1007
2	По изобретению	Галлуазит В	180*	72*	90	117	972
3	Сравнительный пример	Каолинит	30	13	136	530	986
4	Сравнительный пример	Слюда	3	4	75	226	938
5	Сравнительный пример	Тальк	1	2	100	208	952
6	Контрольный	нет	3	3	554	>554	1027

* испытание завершилось без разрушения инструмента.

При испытаниях со смесью 1 и смесью 2 по изобретению сверление 1 и сверление 2 остановили после 180 и 72 отверстий соответственно без какого-либо отказа сверла.

Ни одно из известных средств улучшения обрабатываемости, за исключением каолинита, который дал некоторое улучшение, не показало улучшения при сверлении по сравнению с контрольным примером без добавления улучшающей обрабатываемость добавки.

При точении как улучшающая обрабатываемость добавка в соответствии с изобретением, так и известные улучшающие обрабатываемость вещества значительно уменьшили износ инструмента после 90 резов (точение 1) по сравнению с контрольным примером без улучшающей обрабатываемость добавки. Однако с известными улучшающими обрабатываемость веществами, использованными в смесях 3, 4, 5, наблюдался чрезмерный износ инструмента после 180 резов (точение 2), в то время как смеси с улучшающей обрабатываемость добавкой в соответствии с изобретением, т.е. смесь 1 и смесь 2, продолжали показывать хорошую эффективность улучшения обрабатываемости при токарной обработке.

Испытания на TRS показывают, что добавление галлуазита оказывает меньше влияния на TRS по сравнению со слюдой и тальком.

Из таблицы 3 очевидно, что галлуазит в качестве улучшающей обрабатываемость добавки дает превосходные результаты как при сверлении, так и при точении.

(57) Формула изобретения

1. Порошковая композиция на основе железа, содержащая между 0,01% и 1,0% по массе, предпочтительно между 0,01% и 0,5%, предпочтительно между 0,05% и 0,4%, предпочтительно между 0,05% и 0,3%, а более предпочтительно между 0,1% и 0,3% по массе улучшающей обрабатываемость добавки, которая содержит галлуазит в виде порошка, при этом измеренное в соответствии со стандартом SS-ISO 13320-1 распределение частиц галлуазита по размерам выражено, как 90% частиц по массе (X90) имеют размер ниже 50 мкм и по меньшей мере 90% по массе – выше 0,5 мкм.

2. Порошковая композиция на основе железа по п. 1, в которой улучшающая обрабатываемость добавка состоит из галлуазита.

3. Порошковая композиция на основе железа по п. 1 или 2, в которой измеренное в соответствии со стандартом SS-ISO 13320-1 распределение частиц галлуазита по размерам выражено, как X90 ниже 30 мкм, X50 ниже 15 мкм.

4. Порошковая композиция на основе железа по п. 3, в которой измеренное в соответствии со стандартом SS-ISO 13320-1 распределение частиц галлуазита по размерам выражено, как X90 ниже 20 мкм, X50 ниже 10 мкм и по меньшей мере 90% по массе выше 1 мкм.

5. Порошковая композиция на основе железа по п. 3, в которой измеренное в соответствии со стандартом SS-ISO 13320-1 распределение частиц галлуазита по размерам выражено, как X90 ниже 10 мкм, X50 ниже 5 мкм.

6. Порошковая композиция на основе железа по любому из пп. 1-5, в которой измеренная методом БЭТ (Брунауэра-Эммета-Теллера) в соответствии со стандартом ISO 10 9277:2010 удельная поверхность галлуазита составляет по меньшей мере 15 м²/г, предпочтительно по меньшей мере 20 м²/г, а более предпочтительно по меньшей мере 25 м²/г.

7. Применение галлуазита в виде порошка в качестве компонента улучшающей обрабатываемость добавки для порошковой композиции на основе железа по любому из пп. 1-6.

8. Способ приготовления порошковой композиции на основе железа, содержащий следующие стадии:

- обеспечение порошка на основе железа; и
- смешивание порошка на основе железа с улучшающей обрабатываемость добавкой, содержащей галлуазит, причем содержание улучшающей обрабатываемость добавки составляет между 0,01% и 1,0% по массе, предпочтительно между 0,01% и 0,5%, предпочтительно между 0,05% и 0,4%, предпочтительно между 0,05% и 0,3%, а более предпочтительно между 0,1% и 0,3% по массе порошковой композиции на основе железа, при этом измеренное в соответствии со стандартом SS-ISO 13320-1 распределение частиц галлуазита по размерам выражено как X90 ниже 50 мкм и по меньшей мере 90% по массе выше 0,5 мкм.

9. Способ по п. 8, в котором улучшающая обрабатываемость добавка состоит из галлуазита.

10. Способ производства спеченной детали на основе железа с улучшенной обрабатываемостью, содержащий следующие стадии:

- обеспечение порошковой композиции на основе железа по любому из пп. 1-6;
- прессование порошковой композиции на основе железа при давлении прессования 400-1200 МПа;
- спекание прессованной детали при температуре 700-1350°C; и
- необязательно, термообработка спеченной детали.

11. Спеченная деталь на основе железа, полученная способом по п. 10 и содержащая по массе по меньшей мере 90% Fe, 0,1-1% C, необязательно Cu между 0,2% и 5%, необязательно Ni до 4% и, необязательно, другие легирующие элементы, такие как Mo, Cr, Si, V, Co, Mn, и улучшающую обрабатываемость добавку с содержанием между 0,01% и 1,0% по массе, предпочтительно между 0,01% и 0,5%, предпочтительно между 0,05% и 0,4%, предпочтительно между 0,05% и 0,3%, а более предпочтительно между 0,1% и 0,3% по массе спеченной детали, и при этом упомянутая улучшающая обрабатываемость добавка содержит галлуазит.

12. Спеченная деталь по п. 11, в которой улучшающая обрабатываемость добавка состоит из галлуазита.

13. Спеченная деталь по п. 11 или 12, которая содержит 0,2-5% Cu по массе спеченной детали.

14. Спеченная деталь по любому из пп. 11-13, которая содержит 0,2-4% Ni по массе спеченной детали.

15. Спеченная деталь по любому из пп. 11-14, причем спеченная деталь выбрана из группы, состоящей из шатунов, колпаков коренного подшипника и деталей регулирования фаз газораспределения (VVT).

16. Спеченная деталь на основе железа, полученная способом по п. 10 и содержащая по массе по меньшей мере 96% Fe, фосфор между 0,1% и 2%, предпочтительно между 0,1% и 1%, и улучшающую обрабатываемость добавку с содержанием между 0,01% и 1,0% по массе, предпочтительно между 0,01% и 0,5%, предпочтительно между 0,05% и 0,4%, предпочтительно между 0,05% и 0,3%, а более предпочтительно между 0,1% и 0,3% по массе спеченной детали, и при этом упомянутая улучшающая обрабатываемость добавка содержит галлуазит.

15

20

25

30

35

40

45