



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B21J 5/02 (2013.01); B22F 3/17 (2013.01)

(21)(22) Заявка: 2016142183, 22.04.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.04.2015

Дата регистрации:
31.07.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
29.04.2014 FR 1453875

(43) Дата публикации заявки: 27.04.2018 Бюл. № 12

(45) Опубликовано: 31.07.2019 Бюл. № 22

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 27.10.2016

(86) Заявка РСТ:
FR 2015/051087 (22.04.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/166167 (05.11.2015)

Адрес для переписки:
123242, Москва, пл. Кудринская, д. 1, а/я 35,
"Михайлюк, Сороколат и партнеры -
патентные поверенные"

(72) Автор(ы):

ДИ СЕРИО, Эмиль Томас (FR),
ДЮПЕРРЕ, Лионель (FR),
ПЕРРЬЕР, Фредерик (FR),
ДЕЗРАЁ, Кристоф (FR)

(73) Патентообладатель(и):

СЕЙНТ ДЖИН ИНДАСТРИС (FR)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2328357 C2, 10.07.2008. RU
2449035 C2, 27.04.2012. US 20130071562 A1,
21.03.2013. RU 2450891 C1, 20.05.2012. JP
2001038442 A, 13.02.2001. EP 2112242 A1,
28.10.2009.

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МЕТАЛЛА ИЛИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ОПЕРАЦИЕЙ, ВКЛЮЧАЮЩЕЙ КОВКУ УКАЗАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области порошковой металлургии и может быть использовано при изготовлении изделий для автомобильной промышленности и авиастроения. Получают заготовку из металлического сплава путем использования аддитивного производства с добавлением порошка в следующие один за другим слои заготовки. При этом заготовка

содержит зоны, в которых порошок не связан или объединен частично. Полученную заготовку подвергают ковке, которую осуществляют в один этап между двумя пресс-формами с обеспечением связывания порошка в упомянутых зонах. В результате повышаются механические характеристики полученных изделий. 2 н. и 2 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B21J 5/02 (2013.01); B22F 3/17 (2013.01)(21)(22) Application: **2016142183, 22.04.2015**(24) Effective date for property rights:
22.04.2015Registration date:
31.07.2019

Priority:

(30) Convention priority:
29.04.2014 FR 1453875(43) Application published: **27.04.2018 Bull. № 12**(45) Date of publication: **31.07.2019 Bull. № 22**(85) Commencement of national phase: **27.10.2016**(86) PCT application:
FR 2015/051087 (22.04.2015)(87) PCT publication:
WO 2015/166167 (05.11.2015)

Mail address:

**123242, Moskva, pl. Kudrinskaya, d. 1, a/ya 35,
"Mikhajlyuk, Sorokolat i partnery - patentnye
poverennye"**

(72) Inventor(s):

**DI SERIO, Emile Thomas (FR),
DUPERRAY, Lionel (FR),
PERRIER, Frederic (FR),
DESRAYAUD, Christophe (FR)**

(73) Proprietor(s):

SAINT JEAN INDUSTRIES (FR)

(54) **METHOD OF MAKING PARTS FROM METAL OR COMPOSITE MATERIAL WITH METAL MATRIX
AS RESULT OF ADDITIVE PRODUCTION WITH SUBSEQUENT OPERATION INVOLVING FORGING
SAID PARTS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to powder metallurgy and can be used in making articles for automotive industry and aircraft building. Preform is obtained from metal alloy by using additive production with addition of powder in next one after another layers of workpiece. Said workpiece comprises zones where

powder is not bonded or partially joined. Produced billet is subjected to forging, which is carried out in one stage between two molds to ensure binding of powder in said zones.

EFFECT: higher mechanical properties of obtained articles.

4 cl

Изобретение относится к области техники изготовления изделий из металла или композитного материала с металлической матрицей, в частности, но без ограничения, для изготовления компонентов и оборудования для автомобильных и авиационных секторов.

5 Аддитивное производство, которое обеспечивает возможность изготовления изделий или деталей путем плавления (сплавления вместе) или спекания идущих один за другим слоев, является развивающимся, а его основная идея была определена в патенте США № 4 575 330, выданном в 1984 году.

10 Аддитивное производство определено ASTM как процесс соединения материалов для получения объектов с использованием данных трехмерной (3D) модели, как правило, послойно, в отличие от субтрактивных методов производства, таких как обработка резанием, при которых материал удаляют. Кроме того так называют технологию 3D-печати.

15 Эта технология разработана для изготовления изделий из сплавов металлов или путем сплавления или путем спекания слоев порошка, или же путем сваривания проволоки. Испытания композиционных материалов с металлической матрицей оказались очень перспективными. Применяемые технологии, чтобы упомянуть о них в неисчерпывающей манере, варьируются от избирательного лазерного спекания (SLS) до электронно-лучевой плавки (EBM) и включают прямое лазерное спекание металлов (DMLS) и лазерное осаждение металлов (LMD) или избирательную лазерную плавку (SLM). Эти технологии обеспечивают возможность производить изделия или детали, которые имеют высокую геометрическую сложность и удовлетворительные механические характеристики, но этот результат достигается ценой продолжительности цикла, которая часто велика. Для каждого последующего слоя, порошок должен быть
25 распределен ролик, и электронный луч или лазер должны пройти всю поверхность каждого слоя, с тем чтобы получить хорошую когезию порошка. Для уменьшения продолжительности цикла стратегия, применяемая производителями, заключается в увеличении мощности и количества лучей, чтобы плавить (сплавлять) или спекать каждый слой более быстро, таким образом увеличивая стоимость производственного агрегата. Применяемыми металлами, главным образом, являются сплавы титана для
30 технологии EBM, но технологии, применяющие лазер, являются более гибкими. Они позволяют производить изделия из сплавов железа, сплавов на основе титана, алюминия, кобальта и хрома, никеля и прочего, а также композиционных материалов с металлической матрицей (титан-карбид титана, алюминий-оксид алюминия, алюминий-карбид кремния и прочее).
35 карбид кремния и прочее).

К сожалению, изделия или детали, полученные в результате аддитивного производства, очень часто имеют остаточную микропористость. Такая микропористость ухудшает механические характеристики изделий или деталей, в частности, пластичность и усталостную прочность. Этап горячего изостатического прессования (HIP), который
40 заключается в помещении изделия под высокое давление и высокую температуру, часто является необходимым для получения удовлетворительной усталостной прочности.

Изделия или детали, полученные в результате аддитивного производства также имеют шероховатость поверхности, которая является грубой вследствие размера частиц применяемого порошка и оставшегося следа различных слоев, образованных во время
45 аддитивного производства.

Такие изделия также имеют литьевую микроструктуру вследствие плавления порошка, во время получения или изготовления изделия. Такая структура является, в частности, слоистой для сплавов на основе титана и не может удовлетворять большинству

требований к структурным деталям для самолетов. Для улучшенных механических характеристик необходима бимодальная микроструктура, которая является как слоистой, так и узловой. Такая структура может быть получена только за счет операций горячего деформирования типаковки, и при дорогостоящих и специальных условиях реализации.

Ввиду этих недостатков, подход заявителя заключался в обдумывании и нахождении решения, делающего возможным уменьшение этих различных проблем.

Полностью независимо и без какого-либо отношения к аддитивному производству, заявитель, с 1983 года, т.е. с периода, соответствующего периоду вышеупомянутого патента США, разработал новую концепцию, совмещающую технологии литья иковки для литья иковки изделия из алюминия или алюминиевого сплава. Эта технология была раскрыта в европейском патенте № 119 365, и она реализует первую фазу литья для литья изделия из алюминия или алюминиевого сплава в форму для формования заготовки, причем затем заготовка подвергается операцииковки в пресс-форме меньшего размера, и обеспечение возможности получить окончательную форму с очень специфическими характеристиками, указанными в этом патенте. Технология «литья иковки» продана под торговой маркой "COBAPRESS", которая в настоящее время широко используется во всем мире.

Начиная с того периода 1983-1984 гг., т.е. на протяжении более чем тридцати последних лет, было обнаружено, что решения, призванные устранить вышеупомянутые недостатки, испытываемые аддитивным производством, являются продолжительными и дорогостоящими, и, что не было найдено решения для получения бимодальной микроструктуры, которая является необходимой в большинстве структурных деталей для самолетов, которые изготовлены из сплава титана.

Столкнувшись с проблемами, которые предстоит решать для аддитивного производства, заявитель заметил, что проблема микропористостей, которая встречается в таком производстве, также присутствует во время изготовления литых изделий.

Подход заявителя таким образом был сфокусирован на поиске неожиданной комбинации двух технологий, основанных на аддитивном производстве и технологии литья иковки, на первый взгляд эти две технологии являлись несовместимыми, несмотря на то, что они были известны, начиная с периода 1983-1984 гг.

Совершенно неожиданно и на основе испытаний, проведенных заявителем, выяснилось, что реализация комбинации из двух технологий способна отвечать на недостатки, наблюдаемые в аддитивном производстве, и устранять их.

В соответствии с изобретением решение, которое было разработано, заключается в получении изделия из металлического сплава или композиционных материалов с металлической матрицей в результате аддитивного производства с тем, чтобы формировать заготовку, и в последующей ковке указанной заготовки, пока она горячая, полугорячая или холодная, на одном этапе, реализуемом между двумя пресс-формами с целью получения окончательной формы для изделия, которое необходимо получить.

Полученное в результате изделие таким образом имеет свою окончательную форму и, после удаления облоя или без удаления облоя, имеет функциональные размеры для соответствия целевому назначению, без необходимости в дополнительной обработке резанием, отличной от обработки функциональных зон с ограниченными полями допусков.

Совершенно неожиданным образом этот способ позволяет исключить вышеупомянутые недостатки и ограничения, наблюдаемые с изделиями, полученными в результате аддитивного производства.

Этапковки, который заключается в деформировании материала, позволяет перекрыть и повторно связать микропористости с равномерным связыванием различных слоев аддитивной структуры. Это дает улучшенную пластичность и усталостную прочность.

Этот этапковки между двумя полированными пресс-формами также позволяет
5 сильно уменьшить шероховатость поверхности, тем самым позволяя улучшить показатель усталостной прочности и внешний вид.

Испытания, которые были проведены, оказались очень перспективными. Ни один признак каждой из технологий, известных с 1983-1984 гг., не мог наталкивать на их объединение, поскольку состояние, в котором получалась заготовка, отличалось, в
10 технологии «литья иковки» заготовка получалась путем литья, тогда как в аддитивном производстве она получалась путем плавления (сплавления вместе) или спекания следующих один за другим слоев.

В контексте реализации изобретения изделие может представлять собой изделие из сплава металлов (на основе стали, железа, алюминия, инконеля, никеля, титана, хрома-
15 кобальта и прочего) или из композиционных материалов с металлической матрицей (титан-карбид титана, алюминий-оксид алюминия, алюминий-карбид кремния и др.).

Второй этапковки согласно изобретению дляковки заготовки, полученной в результате аддитивного производства, может осуществляться с горячей, полугорьчей или холодной заготовкой. Пресс-формы необязательно могут быть отполированы.

Эта технологияковки в пресс-формах заготовки, полученной в результате
20 аддитивного производства, также может быть применена к заготовкам, которые имеют зоны с несвязанным или частично объединенным порошком, которые затем деформируются и связываются во время этапаковки.

Ковка порошковых заготовок, изготовленных с помощью одноосного или
25 изостатического прессования, является уже известным способом. Техника, применяемая в изобретении, является новой в том, что порошок удерживается заключенным внутри заготовки, которая имеет связанную периферию. Тот факт, что не весь порошок связан, позволяет сберечь существенную величину продолжительности цикла во время производства. Чтобы спечь или расплавить порошок во время аддитивного
30 производства, лазер или электронный луч должен пройти всю поверхность изделия для каждого слоя. В результате выполнения сплавления порошка оптимально только по наружному контуру заготовки, заготовка таким образом состоит из твердой связанной оболочки, удерживающей частично объединенный или необъединенный порошок, заключенный внутри нее, получается заготовка в форме твердой оболочки, заполненной
35 несвязанным порошком. Ковка этой заготовки позволяет получить конечное изделие или деталь. Связывание порошка во время горячей деформации в частности является эффективным на заготовках, изготавливаемых путем ЕВМ, вследствие того, что такое изготовление происходит в вакууме, который позволяет уловить любой газ, находящийся внутри материала.

Эта техника также обеспечивает преимущество, заключающееся в получении
40 микроструктуры, имеющей мелкие частицы, вследствие отсутствия плавления порошка. Во время аддитивного производства сплава титана наблюдался эпитаксиальный рост частиц на нижнем слое. Такой рост приводит к образованию микроструктуры с довольно шероховатыми частицами, что не хорошо для механических характеристик. При
45 отсутствии плавления порошка, мелкозернистость микроструктуры сохраняется. Несвязанные зоны заготовки таким образом обеспечивают зоны с очень мелкозернистой микроструктурой в окончательном изделии или детали, поскольку связывание происходит в твердой фазе во время этапаковки. Такая мелкозернистая структура,

которая не имеет никакой кристаллографической текстуры, хорошо подходит для статических и циклических механических характеристик изделия или детали.

Освещенные выше преимущества и неожиданные результаты в отношении реализации изобретения представляют собой значительное развитие в обработке изделий из металла или композиционного материала с металлической матрицей, которые получают в результате аддитивного производства

(57) Формула изобретения

1. Способ изготовления изделия из металлического сплава, включающий получение порошковой заготовки из металлического сплава путем использования аддитивного производства с добавлением порошка в следующие один за другим слои заготовки и операциюковки полученной заготовки, которую осуществляют в один этап между двумя пресс-формами с получением окончательной формы изделия, отличающийся тем, что получают порошковую заготовку, содержащую зоны, в которых порошок не связан или объединен частично, а операциюковки полученной заготовки проводят с обеспечением связывания порошка в упомянутых зонах.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве металлического сплава используют сплав на основе железа, или никеля, или титана, или хрома, или кобальта.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что операциюковки порошковой заготовки осуществляют в полугорячем или холодном, или горячем состоянии.

4. Изделие из металлического сплава, отличающееся тем, что оно изготовлено способом по любому из пп. 1-3.