

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006106723/02, 04.08.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.08.2004(30) Конвенционный приоритет:
05.08.2003 US 60/492,526

(43) Дата публикации заявки: 20.09.2007

(45) Опубликовано: 27.09.2009 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2804409 A, 27.08.1957. RU 1233523 A1,
20.05.1997. SU 1623826 A1, 30.01.1991. SU
1062303 A, 23.12.1983. EP 0425461 A1,
02.05.1991. АЛЕКСАНДРОВ В.К. и др.
Титановые сплавы. Полуфабрикаты из
титановых сплавов. - М.: Металлургия, 1979,
с.41-42.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 06.03.2006(86) Заявка РСТ:
US 2004/025192 (04.08.2004)(87) Публикация РСТ:
WO 2005/017225 (24.02.2005)Адрес для переписки:
101000, Москва, М.Златоустинский пер., 10,
кв.15, "ЕВРОМАРКПАТ", пат.пов.
И.А.Веселицкой, рег. № 11

(72) Автор(ы):

Бьюфорд Р. РИФФИ Джр. (US)

(73) Патентообладатель(и):

ДАЙНАМЕТ ХОЛДИНГС, ИНК. (US)

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТИТАНА ИЛИ ЕГО СПЛАВА

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано при изготовлении крепежных изделий или других деталей из титана или его сплава. Сначала изготавливают полуфабрикат из титана или его упрочняемого сплава, после чего этот полуфабрикат термически обрабатывают в растворе при температуре около 1650-1775°F (899-968°C) в течение промежутка времени длительностью от примерно 1 мин до

примерно 2 ч, затем проводят закалку этого полуфабриката, имеющего температуру термической обработки в растворе. Затем полуфабрикат снова нагревают до повышенной начальной температуры около 1600°F (871°C) и механически обрабатывают при температуре от указанной начальной температуры до температуры окончания с получением требуемой детали или ее заготовки. Полученную деталь или ее

заготовку подвергают упрочнению путем старения при определенных по температуре и продолжительности условиях, выбранных для получения заданной прочности готовой

детали. Обеспечивается исключение загрязнения титана или его сплава примесями. 2 н. и 17 з.п. ф-лы.

RU 2 3 6 8 6 9 6 C 2

RU 2 3 6 8 6 9 6 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2006106723/02, 04.08.2004**

(24) Effective date for property rights:
04.08.2004

(30) Priority:
05.08.2003 US 60/492,526

(43) Application published: **20.09.2007**

(45) Date of publication: **27.09.2009 Bull. 27**

(85) Commencement of national phase: **06.03.2006**

(86) PCT application:
US 2004/025192 (04.08.2004)

(87) PCT publication:
WO 2005/017225 (24.02.2005)

Mail address:
**101000, Moskva, M.Zlatoustinskij per., 10, kv.15,
"EVROMARKPAT", pat.pov. I.A.Veselitskoj, reg.
№ 11**

(72) Inventor(s):
B'juford R. RIFFI Dzhr. (US)

(73) Proprietor(s):
DAJNAMET KhOLDINGS, INK. (US)

(54) MANUFACTURING METHOD OF FASTENING PRODUCTS MADE OF TITANIUM OR ITS ALLOY

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: at first it is manufactured semi-finished product from titanium or its hard-facing alloy, after what this semi-finished product is thermally treated in solution at temperature about 1650-1775°F (899-968°C) during time interval of duration from approximately 1 min up to approximately 2 hours, then it is implemented hardening of this semi-finished product, allowing temperature of thermal treatment in solution. Then semi-finished product is heated again up to increased

initial temperature about 1600°F (871°C) and is mechanically treated at temperature from specified initial temperature up to finishing temperature with receiving of required detail or its blank. Received detail or its blank is subject to strengthening by means of aging at appointed by temperature and duration conditions, selected for receiving of appointed durability of finished detail.

EFFECT: it is provided excluding of contamination of titanium or its alloy by admixture.

19 cl

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способам изготовления крепежных изделий или других деталей из титана или его сплава и, в частности, к способу, в соответствии с которым деталь из титана или его сплава до термомеханической обработки и придания ей соответствующей прочности термически обрабатывают в растворе.

Предпосылки создания изобретения

В настоящее время высокопрочные крепежные изделия, в частности болты и винты, часто изготавливают из титанового сплава Ti-6Al-4V. В зависимости от вида и размеров крепежа для его изготовления в качестве полуфабриката используют изготовленные из этого сплава стержни, прутки или проволоку. Такие стержни, прутки или проволоку обычно поставляют заказчику в отожженном состоянии. Необходимый крепеж изготавливают из полученного полуфабриката различными методами формоизменения, такими какковка, высадка или экструзия, или сочетанием этих методов. Процесс формоизменения обычно протекает при температуре выше 427°C, обычно выше 649°C. Полученные детали требуемой формы (заготовки крепежных изделий) очищают погружением в ванну с расплавленной солью, а затем травят кислотой.

После травления заготовки крепежных изделий проходят термическую обработку, в процессе которой они приобретают необходимую прочность. Обычно такую термообработку проводят в две стадии. На первой стадии детали нагревают в растворе, обычно в нейтральной атмосфере, в течение 1 ч, выдерживая при температуре порядка 899-968°C, а затем быстро охлаждают водой. На второй стадии детали упрочняют дисперсионным твердением или старением в течение 2-8 ч при температуре порядка 427-566°C и охлаждают в инертном газе или вакууме. При этом процесс старения начинается сразу же после термообработки деталей в растворе.

Наиболее проблематичной операцией из всего цикла термической обработки является обработка в растворе, во время которой необходимо избежать возможного загрязнения крепежных деталей различными примесями. Титан и его сплавы обладают, как известно, очень высокой реакционной способностью, особенно при высоких температурах, до которых они нагреваются при обработке в растворе. Любой посторонний материал, с которым титан или его сплав контактирует во время обработки в растворе, загрязняет его. Обычно источником постороннего материала, который загрязняет титан или его сплав во время термической обработки в растворе, являются примеси, содержащиеся в атмосфере печи, или остающиеся на поверхности титановых заготовок различные технологические материалы, например смазка. Во избежание загрязнения титана или его сплава различными примесями в печи необходимо постоянно поддерживать определенную атмосферу, а обрабатываемые в ней детали необходимо предварительно тщательно очищать от остающихся на них после предыдущей обработки материалов. При очистке деталей возникает другая проблема, связанная с применением агрессивных химикалий, которые загрязняют окружающую среду и требуют специальной утилизации. Кроме того, в результате очистки может произойти изменение химического состава крепежных изделий, например увеличение содержания в них водорода, и изменение размеров заготовки за счет растворения металла. По этим причинам очистка изготовленных из титана или его сплава деталей является весьма ненадежной, длительной и достаточно дорогостоящей операцией.

Известная технология термической обработки деталей из титана и его сплавов создает и другие проблемы, которые проявляются в низком качестве готовых деталей.

В некоторых случаях причиной этого является загрязнение деталей примесями, содержащимися в недостаточно чистой атмосфере печи, или остатками смазки на поверхности деталей. В других случаях в результате неадекватного охлаждения детали имеют низкое качество. Кроме того, в процессе термической обработки в растворе детали разрушаются, прилипают друг к другу, гнутся или частично становятся плоскими. Известно также, что оборудование, необходимое для термической обработки в растворе, имеет высокую стоимость, а его эксплуатация сопряжена с высокими расходами. Отказ от термической обработки заготовок, изготовленных высадкой крепежных изделий из титана или его сплавов, мог бы не только снизить требования к их очистке, но и повысить эффективность всего технологического процесса и улучшить качество полученных изделий.

Крепежные изделия изготавливают также механической обработкой из прошедших термическую обработку в растворе прутков из сплавов титана. Изготовленные механической обработкой крепежные изделия проходят затем стадию старения и упрочнения (дисперсионного твердения). Однако такой способ исключает возможность изготовления крепежных изделий из титана или его сплавов методом горячей (объемной) штамповки. Именно поэтому для него и не характерны описанные выше проблемы.

Полуфабрикат из бета-титановых сплавов, таких как Ti-3-8-6-4-4 и ряд других, поставляется потребителю для изготовления крепежных изделий в термически обработанном в растворе виде. Изготовленные из такого полуфабриката крепежные изделия приобретают необходимые свойства после соответствующего старения. Однако по своим металлургическим свойствам бета-сплавы, как известно, существенно отличаются от других известных титановых сплавов, таких как альфа-сплавы, сплавы, близкие к альфа-сплавам, и альфа-бета-сплавы.

Краткое изложение сущности изобретения

В настоящем изобретении предлагается способ изготовления деталей из проволоки, стержня или прутка из титана или его сплава. Здесь и далее в описании изобретения под титаном подразумевается чистый нелегированный титан, а также альфа-, близкий к альфа-сплаву, и альфа-бета-сплав титана. При изготовлении деталей из титана предлагаемым в изобретении способом сначала из титана или его сплава изготавливают полуфабрикат. Полуфабрикат термически обрабатывают в растворе в течение определенного времени и при определенной температуре, достаточных для того, чтобы после старения или дисперсионного твердения изготавливаемая деталь приобрела необходимую прочность. Из термически обработанного в растворе полуфабриката изготавливают деталь определенной формы, например крепежное изделие или заготовку крепежного изделия. Деталь определенной формы из термически обработанного в растворе полуфабриката из сплава титана изготавливают при повышенной температуре, а затем быстро охлаждают. Для придания изготовленной из полуфабриката детали необходимой прочности и твердости выполняют стадию упрочнения при старении (дисперсионного твердения).

Подробное описание изобретения

В предпочтительном варианте осуществления изобретения крепежные изделия изготавливают из полученного любым известным способом полуфабриката из сплава титана, предпочтительно Ti-6Al-4V. Используемый для изготовления крепежных изделий предлагаемым в изобретении способом полуфабрикат имеет форму проволоки, стержней или прутков. Титановый сплав Ti-6Al-4V представляет собой хорошо известный сплав титана, содержащий кроме титана и обычных добавок и

примесей около 6 мас.% алюминия и около 4 мас.% ванадия. Содержание примесей в сплаве ограничено, и, в частности, содержание углерода не должно превышать 0,10%, азота - 0,05%, водорода - 0,0125%, а кислорода - 0,2%. Для изготовления крепежных изделий предлагаемым в изобретении способом наиболее предпочтительно
5 использовать титановый сплав с содержанием кислорода около 0,14-0,17%. Для изготовления крепежных изделий предлагаемым в изобретении способом можно использовать полуфабрикат, изготовленный любым хорошо известным способом, которым в настоящее время изготавливают проволоку, стержни или прутки.

10 Полуфабрикат из титанового сплава термически обрабатывают в растворе, выдерживая его при температуре примерно до 899-968°C в течение промежутка времени длительностью от примерно 1 мин до примерно 2 ч, а затем быстро охлаждают водой. Предпочтительно полуфабрикат нагревать в растворе в течение часа. Перед изготовлением из термически обработанного полуфабриката
15 необходимого крепежа его покрывают слоем смазки. В качестве смазки, образующей на поверхности полуфабриката сухую тонкую пленку, предпочтительно использовать графит и дисульфид молибдена. Кроме этой смазки можно использовать и другие обычно применяемые в подобных целях и хорошо известные специалистам смазки.

20 Из смазанной проволоки, стержней или прутков затем термомеханическим способом изготавливают детали требуемой формы. Предпочтительным термомеханическим способом изготовления небольших по размеру деталей из проволоки или прутка является горячая (объемная) штамповка и высадка. В некоторых случаях для изготовления крепежных изделий предлагаемым в изобретении
25 способом можно использовать экструзионные методы. До формоизменения (обработки давлением) смазанный термически обработанный полуфабрикат режут на отдельные части, которые затем нагревают до определенной температуры и после этого механически обрабатывают, получая детали требуемых формы и размеров. Температуру, до которой предварительно нагревают разрезанный на части
30 полуфабрикат, выбирают близкой к температуре, при которой полуфабрикат термически обрабатывают в растворе. Более низкие температуры горячей (объемной) штамповки способствуют адекватной смазке, увеличивают срок службы пресс-форм и позволяют надежно контролировать размеры готовых деталей или полученных
35 заготовок. При горячей (объемной) штамповке разрезанный на части полуфабрикат предварительно нагревают до температуры около 871°C, предпочтительно не ниже 704°C или 649°C. В определенных условиях температура в конце процесса штамповки может быть более низкой. Однако в любом случае она не должна быть ниже 427°C. Изготовленные горячей (объемной) штамповкой детали быстро охлаждают,
40 предпочтительно водой.

После закалки изготовленные детали подвергают упрочнению путем старения, предпочтительно в вакуумной печи, в которой происходит процесс их дисперсного
45 твердения. Старение можно проводить также в атмосфере инертного газа, например аргона или гелия. В принципе возможен и вариант старения на воздухе. После старения в вакуумной печи детали предпочтительно очищают от примесей, содержащихся в атмосфере нагревательной печи. Такую очистку обычно выполняют погружением деталей в ванну с расплавленной солью и последующим кислотным
50 травлением. Старение деталей проводят при температуре от 427 до 566°C в течение 2-8 ч с последующим охлаждением в атмосфере инертного газа или в вакууме.

Изготовленные горячей (объемной) штамповкой детали затем шлифуют или механически обрабатывают до конечных размеров и формы.

В заключение следует отметить, что в рассмотренный выше вариант осуществления изобретения можно вносить различные, очевидные для специалистов в данной области изменения или усовершенствования, не выходя при этом за объем изобретения. В соответствии с этим очевидно, что настоящее изобретение не ограничено описанным
 5 выше конкретным вариантом его осуществления, а включает все возможные изменения и модификации в объеме его формулы.

Формула изобретения

1. Способ изготовления деталей из титана или его сплавов, заключающийся в том, что сначала изготавливают полуфабрикат из титана или его упрочняемого сплава, после чего этот полуфабрикат термически обрабатывают в растворе при температуре и в течение времени, выбранных таким образом, чтобы после последующего
 10 упрочнения путем старения титана или его сплава деталь имела требуемую прочность, быстро охлаждают этот полуфабрикат, имеющий температуру обработки в растворе, снова нагревают полуфабрикат до повышенной начальной температуры, механически обрабатывают указанный повторно нагретый полуфабрикат при температуре от
 15 указанной начальной температуры до температуры окончания с получением требуемой детали или ее заготовки и затем подвергают указанную деталь или ее заготовку упрочнению путем старения при определенных по температуре и продолжительности условиях, выбранных для получения заданной прочности готовой детали.

2. Способ по п.1, в котором полуфабрикат изготавливают из альфа-бета-сплава титана.

3. Способ по п.1, в котором полуфабрикат изготавливают из сплава титана, в котором кроме титана и обычных примесей содержится около 6% алюминия и около 4% ванадия.

4. Способ по п.1, в котором полуфабрикат из сплава титана изготавливают в виде вытянутых в длину изделий, таких, как проволока, стержни или прутки.

5. Способ по п.1, в котором после термической обработки в растворе и до механической обработки полуфабрикат режут на отдельные части, по существу, равной длины.

6. Способ по п.5, в котором после механической обработки деталь, имеющую указанную температуру окончания, быстро охлаждают.

7. Способ по п.1, в котором полуфабрикат изготавливают из титана или его сплава, в котором содержится не более 0,10% углерода, не более 0,05% азота, не более 0,0125% водорода и не более 0,2% кислорода.

8. Способ по п.7, в котором при изготовлении полуфабриката режим плавки титана или его сплава регулируют таким образом, чтобы содержание в нем кислорода не превышало 0,17%.

9. Способ по п.1, в котором при термической обработке полуфабриката в растворе его нагревают до температуры примерно 1650-1775°F (899-968°C) с выдержкой при этой температуре в течение промежутка времени длительностью от примерно 1 мин до примерно 2 ч, а указанное быстрое охлаждение представляет собой закалку полуфабриката.

10. Способ по п.1, в котором при указанном повторном нагреве термически обработанного в растворе полуфабриката его нагревают до начальной температуры около 1600°F (871°C).

11. Способ по п.1, в котором при упрочнении путем старения нагревают деталь или

ее заготовку до температуры по меньшей мере около 800°F (427°C), но не более 1050°F (566°C), с выдержкой при этой температуре в течение от 2 до 8 ч и с последующим охлаждением.

12. Способ по п.1, в котором механическую обработку осуществляют при температуре от начальной температуры 1600°F (871°C) до температуры окончания не ниже около 800°F (427°C).

13. Способ по п.1, в котором механическую обработку осуществляют при температуре от начальной температуры 1600°F (871°C) до температуры окончания не ниже около 1200°F (649°C).

14. Способ по п.1, в котором механическую обработку осуществляют при температуре от начальной температуры 1600°F (871°C) до температуры окончания не ниже около 1300°F (704°C).

15. Способ изготовления деталей из титана или его сплавов, заключающийся в том, что сначала изготавливают полуфабрикат из титана или его упрочняемого сплава, после чего этот полуфабрикат термически обрабатывают в растворе при температуре около 1650-1775°F (899-968°C) в течение промежутка времени длительностью от примерно 1 мин до примерно 2 ч, затем проводят закалку этого полуфабриката, имеющего температуру термической обработки в растворе, снова нагревают полуфабрикат до повышенной начальной температуры около 1600°F (871°C), механически обрабатывают указанный повторно нагретый полуфабрикат при температуре от указанной начальной температуры до температуры окончания с получением требуемой детали или ее заготовки и затем подвергают указанную деталь или ее заготовку упрочнению путем старения при определенных по температуре и продолжительности условиях, выбранных для получения заданной прочности готовой детали.

16. Способ по п.15, в котором механическую обработку осуществляют до температуры окончания не ниже около 800°F (427°C).

17. Способ по п.15, в котором механическую обработку осуществляют до температуры окончания не ниже около 1200°F (649°C).

18. Способ по п.15, в котором механическую обработку осуществляют до температуры окончания не ниже около 1300°F (704°C).

19. Способ по п.15, в котором при упрочнении путем старения нагревают деталь или ее заготовку до температуры по меньшей мере около 800-1050°F (427-566°C) с выдержкой при этой температуре в течение от 2 до 8 ч и с последующим охлаждением.