



(19) RU (11) 2 188 103 (13) C1
(51) МПК⁷ В 23 Н 3/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2001100322/02, 04.01.2001

(24) Дата начала действия патента: 04.01.2001

(46) Дата публикации: 27.08.2002

(56) Ссылки: SU 717847, 23.09.1981. SU 655494, 05.04.1979. RU 2055708 C1, 10.03.1996. RU 2071883 C1, 20.01.1997. US 4672161, 09.06.1987. EP 0454081 A3, 30.10.1991.
ДАВЫДОВ А. Д. и др. Электрохимическая обработка титановых сплавов с применением анодных активирующих импульсов, Электронная обработка материалов, 1980, № 6, с.8-10.

(98) Адрес для переписки:
450000, г.Уфа, центр, ул. К. Маркса, 12,
УГАТУ, ОИС, В.П. Ефремовой

(71) Заявитель:

Государственное унитарное предприятие
Научное конструкторско-технологическое бюро
"Искра"

(72) Изобретатель: Елагин Е.Ф.,

Латыш В.В., Серавкин В.Н., Такунцов К.В.

(73) Патентообладатель:

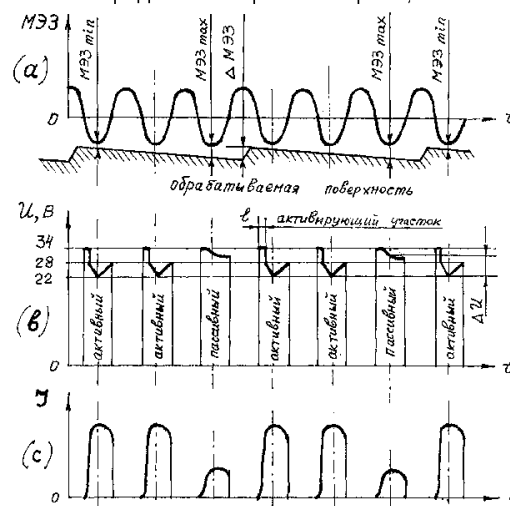
Государственное унитарное предприятие
Научное конструкторско-технологическое бюро
"Искра"

(54) СПОСОБ РАЗМЕРНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано при размерной электрохимической обработке легкопассивирующихся сплавов, преимущественно титановых. Одному из электродов задают колебательное движение и синхронно подают импульсы напряжения прямоугольной формы от источника питания с крутопадающей вольтамперной характеристикой. Используют электролит с умеренной степенью активности. В процессе обработки отслеживают чередование активных и пассивных импульсов напряжения, образующихся соответственно при активации или пассивации поверхности в зависимости от величины межэлектродного зазора. Скорость рабочей подачи электрода регулируют для поддержания чередования в определенной последовательности. Это чередование проявляется в разнице напряжений активных и пассивных импульсов и регистрируется осциллографом для последующего использования как управляющий параметр.

Способ позволяет повысить точность обработки и качество поверхности титановых сплавов за счет работы на малых значениях межэлектродного зазора. 1 з.п.ф-лы, 1 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 188 103** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **B 23 H 3/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001100322/02, 04.01.2001

(24) Effective date for property rights: 04.01.2001

(46) Date of publication: 27.08.2002

(98) Mail address:
450000, g.Ufa, tsentr, ul. K. Marksa, 12,
UGATU, OIS, V.P. Efremovoj

(71) Applicant:
Gosudarstvennoe unitarnoe predpriyatie
Nauchnoe konstruktorsko-tehnologicheskoe
bjuro "Iskra"

(72) Inventor: Elagin E.F.,
Latysh V.V., Seravkin V.N., Takuntsov K.V.

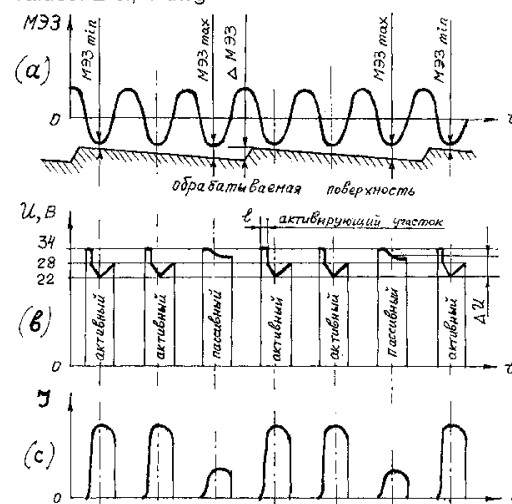
(73) Proprietor:
Gosudarstvennoe unitarnoe predpriyatie
Nauchnoe konstruktorsko-tehnologicheskoe
bjuro "Iskra"

(54) **METHOD FOR DIMENSIONAL ELECTROCHEMICAL TREATMENT OF TITANIUM ALLOYS**

(57) Abstract:

FIELD: dimensional electrochemical treatment of easy-to-passivate alloys, mainly titanium alloys. SUBSTANCE: method comprises steps of imparting oscillation motion to one electrode and synchronously applying rectangular voltage pulses from power source with sharply dropping Volt-Ampere characteristics; using electrolyte with moderate activity degree; at treatment registering alternation of active and passive voltage pulses formed respectively at activation or passivation of surface in dependance upon value of interelectrode gap; regulating speed of electrode feed for sustaining predetermined alternation of active and passive pulses. Said alternation corresponds to voltage difference of active and passive pulses and it is registered by means of oscillograph for further using as control parameter. EFFECT: enhanced accuracy and quality of

treated surface of titanium alloys due to operation at small interelectrode gap values. 2 cl, 1 dwg



Изобретение относится к высокоточной электрохимической обработке легкопассивирующихся сплавов, преимущественно титановых, на поверхности которых при электрохимическом воздействии образуется пассивирующая токонепроводящая окисная пленка.

Известны традиционные способы электрохимической обработки (ЭХО) деталей из титановых сплавов в проточных активных электролитах, в которых, например, для снижения энергоемкости процесса оптимизируют плотность тока путем регулирования и последующей стабилизации напряжения (а.с. СССР 716763, кл. В 23 Н 3/02, бюл. 7, 1980г.).

Общий недостаток этих способов - низкая точность копирования формы электрода-инструмента (ЭИ) в силу необходимости работать на относительно больших значениях межэлектродного зазора (МЭЗ) для его прокатки электролитом.

Известен также способ ЭХО титановых сплавов в активных электролитах, при котором для улучшения технологических показателей обработку ведут импульсным током с увеличивающейся частотой (а.с. СССР 655494, кл. В 23 Н 3/02, бюл. 13, 1979г.).

Недостатком этого способа является необходимость использования очень активных электролитов на основе хлористого натрия и бромистого калия с повышенными значениями импульсного технологического напряжения для депассивации образующейся окисной пленки. А это влечет за собой усиленное растравливание поверхности (низкая локализация процесса) и, как следствие, низкую точность копирования ЭИ. Кроме того, способ испытан в лабораторных условиях, и нет никаких указаний, как контролировать текущий МЭЗ для использования способа в промышленности.

Известен прием ("Электронная обработка материалов", изд. "Штиинца", 1980 г., 6, с. 8-10), позволяющий снизить рабочее напряжение при ЭХО титановых сплавов. В нем используют короткие активизирующие импульсы, энергии которых достаточно для депассивации поверхности, а основной съем металла производится постоянной составляющей с пониженным до 4 В напряжением.

Как и в предыдущем способе, здесь отсутствует физический параметр, позволяющий хотя бы косвенно контролировать текущую величину МЭЗ, что затрудняет ведение процесса из-за невозможности выбора скорости подачи ЭИ и тем самым осуществлять промышленную реализацию способа.

Такой анализ возможностей известных способов и стоящие задачи повышения технологических показателей ЭХО титановых сплавов указывают на необходимость обратиться к большой группе способов размерной ЭХО, основанных на вибрации ЭИ и синхронной подаче импульсов технологического напряжения в моменты минимальных значений МЭЗ. Эти способы широко реализованы для ЭХО штамповых и инструментальных сталей на серийно выпускаемом оборудовании и представляют интерес с точки зрения перспектив их использования и для размерной ЭХО титановых сплавов.

Наиболее близким аналогом по совокупности используемых приемов и факторов воздействия на процесс является способ размерной ЭХО с прокаткой электролита, с использованием импульсного источника питания с крутопадающей вольтамперной характеристикой, с вибрацией ЭИ и синхронной подачей импульсов напряжения (а.с. СССР 717847, кл. В 23 Н 3/02, 1981г.). В этом способе контролируют текущее значение импульса напряжения, выделяя импульсы напряжения на различных участках фазы сближения и разведения электродов. В зависимости от этого текущего значения напряжения в импульсах осуществляют воздействие на процесс, изменяя один или несколько параметров, например давление электролита на входе в зазор, скорость подачи ЭИ и т.д.

К недостаткам этого способа следует отнести отсутствие полной информации о критической с точки зрения короткого замыкания величине МЭЗ, что не позволяет вести процесс на его наименьших значениях.

Но главным недостатком этого способа, как впрочем и других, основанных на контроле текущего значения импульсов напряжения, не позволяющем распространить эти прогрессивные способы на размерную ЭХО именно титановых сплавов, является невозможность контролирования текущего значения напряжения импульса вследствие образования в предыдущих паузах между импульсами пассивной пленки с сопротивлением $R \rightarrow \infty$. Поэтому в случае обработки титана контроль текущего значения напряжения импульса теряет информационный смысл.

Задача изобретения - повышение точности обработки и качества поверхности титановых сплавов за счет обеспечения работы на малых значениях межэлектродного зазора.

Поставленная задача достигается способом размерной электрохимической обработки титановых сплавов с прокаткой электролита и применением импульсного источника питания с крутопадающей вольтамперной характеристикой, включающим вибрацию одного из электродов и синхронную подачу импульсов напряжения. В отличие от прототипа отслеживают в процессе обработки чередование активных и пассивных импульсов напряжения, образующихся соответственно при активации или пассивации поверхности в зависимости от величины межэлектродного зазора, а скорость рабочей подачи электрода регулируют для поддержания этого чередования в определенной последовательности.

Для снижения вероятности образования питтингов вокруг зоны обработки, а также для разрушения пассивной пленки подают импульсы напряжения прямоугольной формы с активизирующими участками на переднем фронте.

В основу изобретения положено свойство или явление пассивации обрабатываемой поверхности при пониженном анодном потенциале и активации поверхности при повышении этого потенциала до определенного значения, когда обработка становится возможной.

При работе с вибрацией ЭИ и использовании так называемых умеренных по

степени активности электролитов, в паузах между импульсами при отсутствии потенциала происходит пассивация обрабатываемой поверхности. При сближении электродов на рабочий зазор 0,02...0,05 мм и при подаче очередного импульса напряжения значения анодного потенциала оказываются достаточным для разрушения пассивной (окисной) пленки и съема порции металла. Происходит серия импульсов с растворением поверхности, которые по физической сущности и выполняемой работе можно назвать активными. По мере растворения металла и увеличения величины МЭЗ в среде указанных выше электролитов анодный потенциал резко снижается и оказывается недостаточным для депассивации поверхности. Следует серия импульсов, не участвующих в работе из-за увеличившегося МЭЗ, и они по сути пассивны.

Внешне это проявляется в падении напряжения, в появлении разницы напряжений в активных и пассивных импульсах, что обусловлено характеристикой источника питания, регистрируется осциллографом и может считываться аппаратурой для последующего использования как управляющий параметр.

При коррекции МЭЗ подачей ЭИ анодный потенциал увеличивается, следует серия активных импульсов со съемом металла и т.д.

Исследования показали, что уменьшение дискретности подачи ЭИ вплоть до равномерной приводит к сокращению серий активных и пассивных импульсов. При оптимальном выборе скорости подачи ЭИ на определенной стадии обработки можно добиться поочередного следования единичных активных и пассивных импульсов.

Установлено, что если скорость рабочей подачи ЭИ меньше совокупной скорости растворения поверхности, происходит пассивация последней за счет увеличения рабочего МЭЗ и снижения анодного потенциала. Обработка прекращается и обработанная поверхность при этом остается низкого качества за счет питтингового характера растворения, проявления зернистой структуры материала и т. д.

Если же скорость подачи превышает скорость растворения поверхности, происходит очевидное и ожидаемое касание электродов, срабатывает система защиты от КЗ и подача останавливается.

Чтобы обеспечить равномерную и оптимальную скорость рабочей подачи с малыми значениями равновесного МЭЗ, с сохранением всех преимуществ импульсной ЭХО с вибрацией ЭИ применительно к титановым сплавам, в предлагаемом способе отслеживают чередование активных и пассивных импульсов напряжения, а скорость подачи ЭИ регулируют таким образом, чтобы обеспечить это чередование импульсов в определенной последовательности, что, как показали исследования, имеет для практики существенное значение. При этом МЭЗ сохраняется равновесным на протяжении всей обработки, что обеспечивает точность копирования формы ЭИ, высокую производительность и качество поверхности обработанных титановых сплавов.

Способ поясняется чертежом, где показано:

а) перемещение ЭИ с коррекцией Δ МЭЗ в

процессе обработки;

в) синхронные импульсы напряжения, активные в области минимальных значений МЭЗ (МЭЗ_{мин.}) и пассивные в области максимальных (закритических) значений МЭЗ, когда съема металла не происходит, при этом показаны относительные значения падений напряжения ΔU на различных стадиях обработки, активирующие участки импульсов длительностью 1;

с) примерная картина изменения тока в импульсах.

Пример реализации способа на серийно выпускаемом оборудовании модели 4420Ф11 с модернизированным источником питания. Производилась электрохимическая обработка сложнофасонных отверстий в деталях из титанового сплава ОТ 4-1 в 10 %-ом водном растворе азотнокислого натрия с активирующими добавками хлористого натрия и бромистого калия. Площадь обрабатываемой поверхности от 80 до 160 мм².

Перед началом обработки вибрирующий ЭИ приближали к обрабатываемой поверхности до касания при отсутствии напряжения и отводили на рабочий зазор 0,05...0,08 мм. Затем включался модернизированный источник питания, формирующий импульсы напряжения прямоугольной формы с активирующим импульсом на переднем фронте регулируемой длительности 1. Скважность импульсов устанавливалась вначале равной 3 с последующим увеличением к концу обработки до 5... 6.

Напряжение импульсов постепенно увеличивали до значения, когда начиналась обработка, что фиксировалось на осциллограмме в виде серии импульсов с выраженным падением напряжения, и поддерживали скорость подачи ЭИ такую, чтобы эта серия импульсов чередовалась с импульсами повышенного напряжения (см. чертеж (в)).

На синхронизированной осциллограмме это наблюдалось в виде скачкообразного изменения формы и напряжения импульсов.

Линейная скорость подачи ЭИ изменялась в пределах 0,6...0,8 мм в мин. Величина МЭЗ в процессе обработки составляла 0,03...0,05 мм (периодически контролировалась касанием поверхности при отключенном потенциале), что свидетельствует о высокой точности копирования формы ЭИ при обработке титановых сплавов. Поверхность имела блестящий вид с серым оттенком, который легко удалялся протиркой ветошью.

Осуществление предлагаемого способа размерной ЭХО, основанного на свойствах активации и пассивации поверхности в зависимости от величины МЭЗ и значения анодного потенциала в среде электролитов с умеренной активностью, позволило распространить импульсную ЭХО с вибрацией ЭИ на титановые сплавы с получением достаточно высокой производительности и точности копирования сложных форм ЭИ.

Предлагаемый способ легко осуществим на серийно выпускаемом оборудовании, например модели 4420Ф11, после небольшой модернизации источника питания и системы управления скоростью рабочей подачи ЭИ.

Формула изобретения:

1. Способ размерной электрохимической обработки титановых сплавов с прокачкой электролита и применением импульсного источника питания с крутопадающей вольтамперной характеристикой, включающий вибрацию одного из электродов и синхронную подачу импульсов напряжения, отличающийся тем, что в процессе обработки отслеживают чередование активных и пассивных импульсов напряжения,

образующихся соответственно при активации или пассивации поверхности в зависимости от величины межэлектродного зазора, а скорость рабочей подачи электрода регулируют для поддержания этого чередования в определенной последовательности.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что подают импульсы напряжения прямоугольной формы с активизирующими участками на переднем фронте.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60