

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 21789

(13) С1

(46) 2018.04.30

(51) МПК

C 25F 3/20 (2006.01)

(54) СПОСОБ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

(21) Номер заявки: а 20150376

(22) 2015.07.16

(43) 2017.02.28

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Томило Вячеслав Анатольевич; Соколов Юрий Валентинович; Паршутто Александр Александрович; Паршутто Александр Эрнстович; Хлебцевич Всеволод Алексеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 7291 С1, 2005.

RU 2550393 С1, 2015.

RU 2260079 С2, 2005.

RU 2395627 С1, 2010.

UA 2906 А, 1994.

RU 2003134218 А, 2005.

WO 93/01942 А1.

ВУ 14020 С1, 2011.

ВУ 12957 С1, 2010.

ВУ 11206 С1, 2008.

RU 2169215 С2, 2001.

(57)

1. Способ электролитно-плазменной обработки изделий из алюминия и алюминиевых сплавов, включающий обработку в электролите, содержащем щавелевую кислоту и воду, **отличающийся** тем, что обработку проводят при напряжении 220-330 В и температуре 60-90 °С в электролите, дополнительно содержащем трилон Б и натрия хлорид при следующем соотношении компонентов, мас. %:

щавелевая кислота	1-4
трилон Б	1-4
натрия хлорид	1-3
вода	остальное.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что осуществляют обработку изделий из алюминия и алюминиевых сплавов марок А0, А1, А2, А3, А4, А5, А6, А7, АД0, АД1, АД, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6Б, АМц, ВД1 или Д16.

Изобретение относится к электрохимическим методам обработки материалов, а именно к электролитно-плазменной обработке (ЭПО) изделий преимущественно из алюминия или алюминиевых сплавов, которые широко применяются в различных областях техники: в машиностроении и приборостроении, в авиационной промышленности, в изготовлении корпусов мобильных телефонов и товаров народного потребления.

Поверхность изделий из алюминия и алюминиевых сплавов, которые изготавливаются с помощью прокатки, штамповки или механической обработки, перед нанесением алюмооксидных покрытий загрязнены оксидными пленками, смазочными материалами, отходами механической обработки и т.д. После механической обработки поверхностные слои имеют структуру с большим количеством дефектов, в т.ч. дислокаций кристаллической

решетки, микроцарапин, включение чужеродных фаз, заусеницы на острых кромках и т.п. Для дальнейшего использования таких изделий необходимо очистить поверхность металла от всех видов загрязнений, удалить дефектные слои и заусенцы.

Для решения этой задачи применяют способ электролитно-плазменной обработки (ЭПО), так как этот способ обладает рядом преимуществ: возможность обрабатывать детали сложного геометрического профиля, использование водных растворов с низкими концентрациями малотоксичных химических веществ, отсутствие силового воздействия на деталь. В процессе ЭПО в одном технологическом цикле сочетаются несколько процессов: обезжиривание, снятие заусенцев, притупление острых кромок, удаление искаженного поверхностного слоя и полировка поверхности изделия, что приводит к увеличению производительности и снижению трудоемкости процесса обработки изделий из металла.

Способ ЭПО заключается в том, что обрабатываемое изделие погружают в водный раствор электролита и прикладывают к нему положительное по отношению к электролиту электрическое напряжение, под действием которого между поверхностью обрабатываемого изделия и электролитом образуется парогазовая оболочка, в которой протекают физические, химические и электрохимические явления, обеспечивающие процесс обработки.

Известен способ электроимпульсной обработки металлических изделий, по которому обработку ведут в водном растворе сульфата аммония 3-5 мас. % и создают импульсные электрические разряды вдоль всей поверхности детали с помощью импульсного источника питания [1].

Недостатком является то, что способ применим в основном для полирования нержавеющей хромоникелевых сплавов и не обеспечивает качественную обработку изделий из магния и его сплавов. Поверхность изделий из магния или магниевых сплавов при обработке по способу покрывается толстой пленкой рыхлого оксида магния, блеск поверхности отсутствует.

Наиболее близким по технической сущности - прототипом - является способ электролитно-плазменной обработки алюминия и алюминиевых сплавов, в том числе перед нанесением покрытий.

Обработку поверхности металлических изделий ведут в течение 2 мин при напряжении 320 В и температуре 80 °С в электролите, содержащем хлористый калий 2-5 мас. %, щавелевую кислоту 0,5-3 мас. %, глицерин 0,5-2 мас. %, вода - остальное [2].

Однако в способе применяемый электролит обеспечивает качественное полирование в течении 40-60 мин эксплуатации. В процессе работы и высокой температуре электролита щавелевая кислота разрушается, а также взаимодействует с выделяющимся на аноде хлором: $H_2C_2O_4 + Cl_2 \rightarrow 2HCl \uparrow + 2CO_2 \uparrow$.

В результате повышается рН электролита с 1,3 до 4,5, что приводит к выработке электролита и необходимости готовить новый раствор. При этом снижается чистота поверхности, начинается рост оксидных пленок в местах перегрева детали, части которых расположены близко к поверхности зеркала электролита, острых кромок, местах сопряжения разной кривизны периметра изделия и т.п., на которых отсутствует металлический блеск. Отклонение от температурного режима 80 °С приводит к появлению матовости, а также при отсутствии перемешивания перегретые части изделия становятся матовыми, появляется рыхлая серая пленка.

Задача, решаемая изобретением, заключается в достижении нового технического результата и улучшения качества обрабатываемой поверхности изделий из алюминия и алюминиевых сплавов сложной геометрической формы путем придания металлического блеска по всей поверхности, отсутствия темных пятен, полного удаления окислов, заусенцев, стружки и масляной пленки, притупление острых кромок, повышения качества предварительной обработки, увеличения срока эксплуатации электролита с возможностью его корректировки.

BY 21789 C1 2018.04.30

Поставленная задача достигается тем, что в способе электролитно-плазменной обработки изделий из алюминия и алюминиевых сплавов, включающем обработку электролитом, содержащем щавелевую кислоту и воду, согласно изобретению, обработку проводят при напряжении 220-330 В и температуре 60-90 °С в электролите, содержащем дополнительно трилон Б и натрия хлорид при следующем соотношении компонентов мас. %:

щавелевая кислота	1-4
трилон Б	1-4
натрия хлорид	1-3
вода	остальное.

В способе осуществляют обработку изделий из алюминия и алюминиевых сплавов марок А0, А1, А2, А3, А4, А5, А6, А7, АД0, АД1, АД, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6Б, АМц, ВД1 или Д16.

Технический результат изобретения реализован увеличением срока эксплуатации электролита, что снижает себестоимость технологии путем образования приповерхностной парогазовой оболочки, через которую производится массоперенос материала покрытия через плазменный канал электрического разряда на поверхность изделия.

Для лучшего понимания изобретения рассмотрим конкретный пример его исполнения со ссылками на фигуры, где

фиг. 1 - график зависимости шероховатости от времени обработки;

фиг. 2 - график скорости съема металла от времени процесса ЭПО.

Способ электролитно-плазменной обработки изделий из алюминия и алюминиевых сплавов осуществляют в электролите на основе водного раствора хлорида натрия и щавелевой кислоты при напряжении 220-330 В и температуре электролита 60-90 °С.

В электролит дополнительно вводят трилон Б - динатриевую соль этилендиамин-N-N-N-N-тетрауксусной кислоты и натрия хлорид при следующем соотношении компонентов мас. %:

щавелевая кислота	1-4
трилон Б	1-4
натрия хлорид	1-3
вода	остальное.

Использованием в качестве электролита водного раствора средней соли натрия хлорида 0,5-3,0 мас. % и щавелевой кислоты - 0,1-5,0 мас. %, в который в качестве поверхностно активного вещества вводят динатриевую соль этилендиамин-N-N-N-N-тетрауксусной кислоты (трилон Б) - 0,1-2,0 мас. %, применяемый обычно как комплексообразователь, дополнительно выполняющий функцию буферной добавки, которая позволяет стабилизировать рН электролита, что гарантирует качество обработки.

Кроме этого, дополнительно трилон Б выполняет функцию депассиватора анода, что также повышает стабильность работы электролита. Введение в электролит натрия хлорида вместо хлорида калия снизило вероятность появления серых пленок оксидов, что расширило диапазон температур 60-90 °С, по сравнению с прототипом [2].

Электролитно-плазменную обработку проводят при температуре электролита 60-90 °С и напряжении 220-330 В.

При температуре электролита ниже 60 °С процесс ЭПО протекает нестабильно, наблюдаются скачки тока, что приводит к ухудшению качества обрабатываемой поверхности, при температуре выше 90 °С поверхность приобретает матовость, частично отсутствует блеск, а также интенсифицируются процессы разложения в растворе, что приводит к снижению времени эксплуатации электролита.

При концентрации солей ниже рекомендованных в электролите снижается стабильность протекания процесса и увеличивается время обработки, эффект обработки поверхности не достигается в полной мере. При концентрации солей в электролите больше рекомендованных происходит значительное снижение качества обработки из-за преобладания процессов травления металла и, как следствие, исчезновение блеска.

BY 21789 C1 2018.04.30

В способе, преимущественно, обработке подвергают изделия из сплавов алюминия марок А0, А1, А2, А3, А4, А5, А6, А7, АД0, АД1, АД, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6Б, АМц, ВД1 или Д16.

Пример конкретной реализации способа.

Были обработаны пластины из сплава магния АМг2. Изделия погружали в нагретый до 75 °С электролит следующего состава, мас. %:

натрия хлорид	1,0
щавелевая кислота	3,0
трилон Б - динатриевая соль этилендиамин-N- N-N-N-тетрауксусной кислоты	1,0
вода	остальное.

ЭПО проводилась при напряжении 320 В в течение 3 мин. Скорость съема металла составила 15-20 мкм/мин. Параметр шероховатости Ra исходной поверхности изделия, измеренный с помощью профилографа-профилометра модели 252, составлял 0,41 мкм. После проведения ЭПО значение Ra снизилось до 0,22 мкм.

Изобретение иллюстрируется фиг. 1 - график зависимости шероховатости от времени обработки. Из которого следует, Ra было 0,561 мкм, стало 0,24 мкм. По базовой технологии колебание в шероховатости в разных областях. 1-7 %, в аналоге 9-12 %.

По фиг. 2 график характеризуется скоростью съема металла от времени процесса ЭПО. Как видно из графика, с течением времени скорость съема металла снижается, в связи с уменьшением на поверхности пиков - концентраторов энергии, и, как следствие, происходит выравнивание поверхности, что усредняет скорость съема металла со временем.

Результаты предварительной обработки изделий из алюминия и его сплавов с исходным параметром шероховатости 0,42 мкм сведены в таблицу.

№ п/п	Концентрация компонентов электролита			Результаты обработки	
	NaCl	Щавелевая кислота	Трилон Б	Шерохова- тость	Качество поверхности
1	0,9 %	0,9 %	0,9 %	0,38 мкм	белый налет, отсутствие блеска, нестабильность режимов процесса
2	2 %	1 %	1 %	0,12 мкм	блестящая полированная поверхность
3	3 %	1 %	3 %	0,10 мкм	блестящая полированная поверхность
4	2 %	4 %	3 %	0,18 мкм	блестящая полированная поверхность
5	1 %	3 %	4 %	0,17 мкм	блестящая полированная поверхность
6	3,5 %	3 %	0,9 %	0,2 мкм	белая полупрозрачная пленка на обработанной поверхности
7	10 %	5 %	5 %	0,78 мкм	черная пленка на острых кромках, рыхлая поверхность, отсутствие блеска
8	5 %	5 %	2 %	0,76 мкм	нестабильность режимов процесса, блеск отсутствует, рыхлая поверхность
9	5 %	5 %	2 %	0,32 мкм	снижается качество полировки, неравномерность обработки
10	1 %	10 %	3 %	0,71 мкм	нестабильность режимов процесса, блеск отсутствует, рыхлая поверхность

Как следует из данных таблицы, в изобретении путем выбора состава электролита, содержащего (мас. %) хлорид натрия 1-3 %, щавелевую кислоту 1-4 % и трилон Б 1-4 %, остальное - вода, достигается равенство скоростей электрохимических реакций, что создает

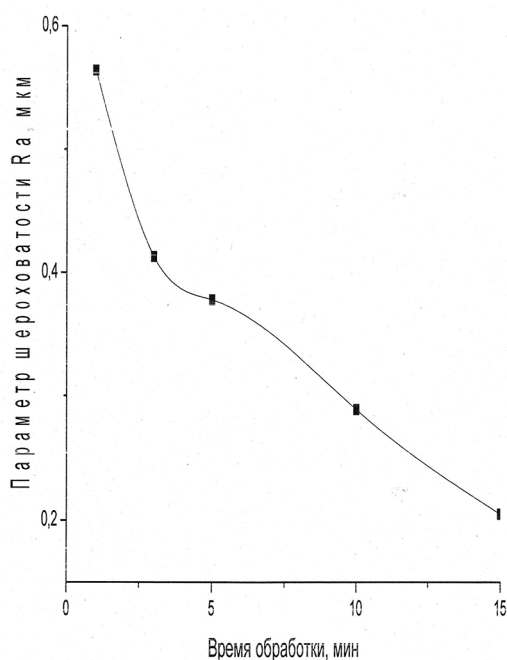
эффект полирования алюминиевой поверхности, в том числе на изделиях пространственной формы, имеющих выступы, впадины и полости. Наличие в растворе глицерина изменяет коэффициент поверхностного натяжения жидкости, что приводит к образованию очень мелких газовых пузырьков и усиливает взаимодействие электролита с обрабатываемой поверхностью в углублениях и полостях, таким образом способствуя процессу полировки углублений и полостей.

При увеличении концентрации натрия хлорида и щавелевой кислоты выше оптимальных диапазонов преобладает процесс травления металла, вследствие чего значительно ухудшается качество полировки, образуется рыхлая поверхность. Увеличение концентрации трилона Б выше 4 % приводит к быстрому потемнению электролита в процессе эксплуатации установки, снижению блеска поверхности и сокращению ресурса электролита. Снижение концентраций натрия хлорида и щавелевой кислоты ниже указанных пределов приводит к резкому ухудшению качества полировки поверхности, появлению белого налета, увеличению рыхлости, поскольку начинает превалировать процесс равномерного растворения поверхности металла. Наилучшее качество обработки достигается при средних значениях заявленных интервалов режимов обработки.

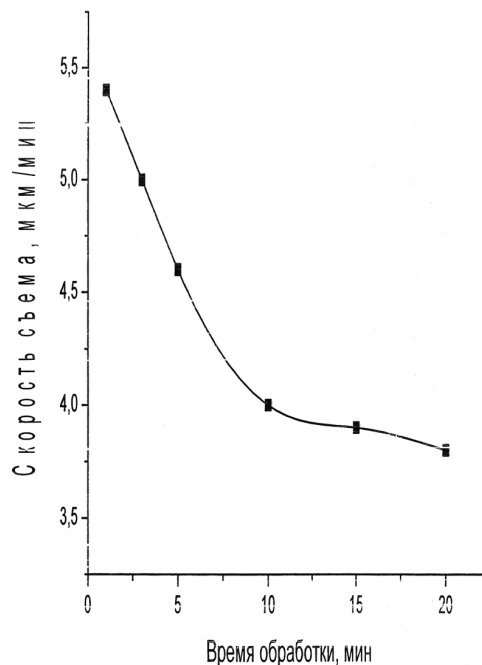
Промышленное использование изобретения планируется в машиностроении, аэрокосмической, электронной и народнохозяйственной промышленности.

Источники информации:

1. Патент RU 2186662 C2, 2002.
2. Патент BY 7291 C1, 2005.



Фиг. 1



Фиг. 2