

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **23711**

(13) **С1**

(46) **2022.06.30**

(51) МПК

C 25F 3/26 (2006.01)

B 23H 3/08 (2006.01)

(54) **ЭЛЕКТРОЛИТ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ
ТИТАНА И ЕГО СПЛАВОВ**

(21) Номер заявки: а 20200380

(22) 2020.12.28

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Белорусский государственный
технологический университет"
(ВУ)

(72) Авторы: Кубрак Павел Борисович;
Яскельчик Валентин Валентинович;
Родионова Полина Сергеевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Белорусский государствен-
ный технологический университет"
(ВУ)

(56) SU 285434, 1971.
SU 370271, 1973.
SU 162395, 1965.
SU 593885, 1978.
US 3795597, 1974.
RU 2038929 C1, 1995.
CN 101798702 A, 2010.
ВУ 7570 C1, 2005.

(57)

Электролит для электрохимического полирования титана и его сплавов, содержащий 40 %-ную плавиковую кислоту, азотнокислый аммоний и органический растворитель, отличающийся тем, что в качестве органического растворителя содержит 100 %-ный глицерин при следующем соотношении компонентов, мас. %:

40 %-ная плавиковая кислота	35-40
азотнокислый аммоний	3,5-6,6
100 %-ный глицерин	55-60.

Настоящее изобретение относится к электрохимической обработке металлов, в частности к электрохимическому полированию титана и его сплавов, и может быть использовано в приборостроении, инструментальном производстве, при изготовлении изделий медицинского назначения, в частности имплантатов для челюстно-лицевой хирургии и т. п.

Известен способ обработки зубных протезов, включающий механическую очистку и полирование в электролите, при этом в качестве электролита используют раствор, содержащий серную кислоту, этиленгликоль и органическую добавку, взятые в определенном количественном соотношении, время выдерживания в электролите составляет 5 мин при плотности тока 2-5 А/дм², температуре 30-45 °С, а в качестве органической добавки используют гидроксикарбоновую кислоту алифатического ряда, например лимонную кислоту. Способ обеспечивает высокое качество полировки за короткий промежуток времени [1]. Недостатком такого способа является использование токсичного и горючего этиленгликоля, а также недостаточная применимость раствора для обработки титановых сплавов.

Известен способ электрохимического полирования титана и его сплавов на основе серной, плавиковой кислот и глицерина [2]. Недостатком такого способа является относительно высокая токсичность электролита из-за большой концентрации минеральных кислот, невозможность проведения полирования при высоких скоростях из-за пассивации поверхности титана и "запираания" тока.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является электролит для электрополировки изделий из цветных металлов [3], содержащий, вес. %: этиленгликоль - 81-84, плавиковую кислоту - 3-4, фтористый аммоний - 5-6, азотнокислый аммоний - 5-6, вода - остальное. Аналог имеет недостатки: применение высоких плотностей тока 70-150 А/дм², вызывающих затруднения при подборе оборудования для промышленных установок, вследствие этого - необходимость активного охлаждения электролита в процессе электролиза, относительно высокая токсичность и низкая пожаро-безопасность этиленгликоля.

Задачей настоящего изобретения является обеспечение качественного полирования за счет снижения шероховатости и увеличения степени блеска поверхности титана и его сплавов с одновременным снижением опасного воздействия на человека и окружающую среду.

Поставленная задача решается тем, что электролит для электрохимического полирования титана и его сплавов, содержащий 40 %-ную плавиковую кислоту, азотнокислый аммоний и органический растворитель, отличается тем, что в качестве органического растворителя содержит 100 %-ный глицерин при следующем соотношении компонентов, мас. %:

40 %-ная плавиковая кислота	35-40
азотнокислый аммоний	3,5-6,6
100 %-ный глицерин	55-60.

Электролиз ведут при анодной плотности тока 5-15 А/дм² в течение 5-10 мин при комнатной температуре.

Использование глицерина, относящегося к 4-му классу опасности, в качестве органического растворителя позволяет снизить токсичность и экологическую опасность электролита полирования титана и его сплавов по сравнению с аналогами. Достаточно высокая вязкость электролита способствует снижению съема металла в процессе полировки за счет замедления массообменных процессов между формируемым при протекании тока приповерхностным слоем и объемом раствора. Растворившийся при анодной поляризации металл формирует на поверхности изделия защитную пленку, состоящую из соединений ионов металла с компонентами раствора. Защитная пленка препятствует быстрому растворению металла вследствие замедления скорости отвода ионов растворенного металла в объем раствора. На выступающих участках поверхности, где защитная пленка имеет наименьшую толщину, происходит более интенсивное растворение металла по сравнению со впадинами, на которых пленка имеет большую толщину. В результате происходит снижение шероховатости поверхности как на макро-, так и на микроуровне. Результатом уменьшения кристаллической шероховатости (микроуровень) является появление интенсивного блеска металлической поверхности. Уменьшение неравномерности на макроуровне достигается в электролитах с повышенной вязкостью, в которых возможно образование защитных пленок с толщиной, соизмеримой с размерами элементов макропрофиля поверхности. Таким требованиям полностью удовлетворяет глицерин, у которого кинематическая вязкость в 50 и более раз выше по сравнению с этиленгликолем в широком интервале температур. Азотнокислый аммоний совместно с плавиковой кислотой служит для предотвращения "запираания" тока на титане, связанного с образованием тонкой плотной пленки из диоксида титана и являющегося причиной повышения напряжения на ванне и быстрого разогрева электролита.

ВУ 23711 С1 2022.06.30

Электролит готовят добавлением к отмеренному объему глицерина рассчитанного количества плавиковой кислоты с последующим порционным растворением в полученной смеси навески азотнокислого аммония при постоянном перемешивании.

Процесс поливания ведут при подаче на титановые изделия анодного тока плотностью 5-15 А/дм² при температуре 20-25 °С. Катодом может служить свинец, легированная сталь, титан.

Изобретение поясняется примерами.

Пример.

В емкость наливают рассчитанный объем глицерина, после этого медленно доливают рассчитанный объем 40 %-ной плавиковой кислоты при непрерывном перемешивании. Полученную смесь выдерживают 10-15 мин и далее медленно добавляют сухой азотнокислый аммоний, интенсивно перемешивая электролит до полного растворения соли.

Образцы, выполненные в виде пластин из титана марки ВТ1-0, обезжиривают, промывают проточной, а затем дистиллированной водой и помещают в емкость с приготовленным раствором на расстоянии 10-80 мм от катода, представляющего собой пластину из титана, нержавеющей стали или свинца. При необходимости обработки обеих сторон образец располагают между двух катодов плоскопараллельно с соблюдением симметричности размещения. Обрабатываемый образец и катод подключают к источнику постоянного тока. Силу тока на источнике устанавливают такой, чтобы анодная плотность тока составляла 5-15 А/дм². Напряжение на источнике питания составляет 10-12 В. После электрополирования образцы промывают последовательно в проточной и дистиллированной воде, сушат.

Состав раствора, мас. %, режим и результаты обработки	Примеры								
	1			2			3		
40 %-ная плавиковая кислота	36,2			35,3			35		
Глицерин (100 %)	60,3			58,8			58,4		
Азотнокислый аммоний	3,5			5,9			6,6		
Температура, °С	20-25								
Плотность тока, А/дм ²	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Продолжительность, мин	5								
Шероховатость, Ra, мкм	0,82								
До полирования									
После полирования	0,44	0,53	0,80	0,39	0,83	0,53	0,73	0,62	0,36
Скорость съема металла, мкм/мин	1,12	2,12	2,68	1,89	1,78	2,78	1,12	2,02	2,78
Степень блеска, относительно серебряного зеркала, %	5,0	11,1	15,1	12,0	12,1	23,0	2,9	10,1	28,8

Примечание: исходная степень блеска составляла 1,1 % по отношению к серебряному зеркалу.

Как видно из таблицы, предлагаемый способ позволяет более чем в 20 раз увеличить степень блеска поверхности титана. Скорость съема металла достигает 2,8 мкм/мин для верхнего предела плотностей тока. Применение более высоких плотностей тока приводит к повышению скорости растворения титана без заметного увеличения степени блеска и выравнивания профиля поверхности. Как правило, при электрополировании в заявляемом электролите происходит уменьшение показателя шероховатости поверхности Ra до двух раз и более. Относительное сглаживание достигает 25 %. Таким образом, применение заявляемого электролита для электрохимического полирования титана и его сплавов позволит проводить чистовую обработку титановых изделий, снизить экологическую нагрузку технологии электрополирования благодаря применению в качестве основного компонента

ВУ 23711 С1 2022.06.30

раствора нетоксичного вещества - глицерина. Полированные изделия обладают высокой степенью блеска, сохраняющейся длительное время, что расширяет возможности применения заявляемого электролита в процессах декоративной отделки материалов.

В Республике Беларусь данное изобретение может быть использовано на ЗАО "СТРУМ", ГНУ "ОИЭЯИ-Сосны", ММЗ имени С.И. Вавилова - управляющая компания холдинга БелОМО, ОАО "Минский часовой завод", ОАО "558-й авиаремонтный завод", предприятиях по производству медицинских препаратов и оборудования и др.

Источники информации:

1. RU 2159596, 2000.
2. RU 370271, 1973.
3. RU 285434, 1970.