

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **23741**

(13) **С1**

(46) **2022.06.30**

(51) МПК

C 25F 3/24 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ ЧЕРНЫХ
МЕТАЛЛОВ**

(21) Номер заявки: а 20200372

(22) 2020.12.18

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

(72) Авторы: Кубрак Павел Борисович; Яскельчик Валентин Валентинович; Тромза Ирина Андреевна; Кравченко Виктор Михайлович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(56) RU 2023767 C1, 1994.

RU 2116391 C1, 1998.

SU 598363 A1, 1999.

НИСС В.С. и др. Влияние биполярных импульсов микросекундной длительности на электрохимическое полирование изделий из сплавов меди и высоколегированных коррозионностойких сталей. Материалы международной научно-технической конференции "Современные электрохимические технологии и оборудование". Минск: БГТУ, 2016, с. 28-32.

АЛЕКСЕЕВ Ю.Г. и др. Применение импульсного электрохимического полирования при производстве медицинских изделий из нержавеющей стали. Материалы 4-го Республиканского научно-технического семинара "Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий". Минск: БГТУ, 2014, с. 29-32.

НИСС В.С. и др. Разработка процессов электрохимического полирования, глянцеваия и удаления заусенцев на сталях машиностроительного назначения с высокой концентрацией углерода в многокомпонентных электролитах на основе органических растворителей. Материалы международной научно-технической конференции "Современные электрохимические технологии и оборудование". Минск: БГТУ, 2019, с. 79-81.

(57)

Способ электрохимического полирования черных металлов, заключающийся в том, что осуществляют обработку металлов реверсивным током плотностью 5-10 А/дм² и дли-

ВУ 23741 С1 2022.06.30

ВУ 23741 С1 2022.06.30

тельностью анодного и катодного импульсов 0,001-0,10 с при температуре 25-50 °С в растворе, содержащем диметилсульфоксид и ортофосфорную кислоту плотностью 1,43-1,52 г/см³ при следующем соотношении компонентов, об. %:

диметилсульфоксид	50-70
ортофосфорная кислота	30-50.

Изобретение относится к области электрохимической обработки металлов, в частности к электрохимическому полированию металлов и сплавов, может быть использовано в машино- и приборостроении, инструментальном производстве, например, при доводке внутренних и наружных поверхностей.

Электрохимическое полирование черных металлов с повышенным содержанием углерода в стандартных растворах минеральных кислот затруднено вследствие неравномерности растворения различных фаз, входящих в состав сталей, и появления черного налета соединений углерода, ухудшающего декоративность поверхности. Актуальным решением такой проблемы является использование органических растворителей в качестве рабочих сред для проведения процесса электрополирования сталей машиностроительного назначения. Кроме того, использование нестационарных токовых режимов позволяет расширить возможности электрохимических процессов.

Известен способ электрохимического полирования металлов и сплавов в нейтральном водном растворе солей при плотности тока 0,2-10 А/см² [1], заключающийся в сообщении обрабатываемой детали вибрации, частота которой зависит от электрохимических свойств материала. Недостатком такого способа является необходимость применения дополнительного специального оборудования для инициации механических колебаний обрабатываемых изделий.

Разработан способ электрохимического полирования металлов [2], согласно которому процесс осуществляется при постоянном или переменном токе в электролите на основе смеси фосфорной и серной кислот с добавлением ингибиторов кислотной коррозии БА-6 или БА-12 в количестве 5-10 % от объема смеси кислот. Недостатком такого способа может являться достаточно высокая токсичность применяемых ингибиторов, содержащих формальдегид и бензиламин.

Известен способ электрохимического полирования изделий из хромоникелевых сталей, включающий анодную обработку постоянным электрическим током в электрогидродинамическом режиме в растворе соли натрия [3]. Обработку ведут при генерировании искровых разрядов на поверхности изделия при напряжении 140-310 В в 4-18 %-ном водном растворе кислого углекислого натрия при температуре 40-90 °С. Недостатками такого изобретения являются повышенный удельный расход электроэнергии на проведение процесса электрополирования, необходимость нагрева и поддержания достаточно высокой температуры раствора, а также сложность достижения приемлемого качества полирования изделий из высокоуглеродистых сталей.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является раствор для электрохимического полирования металлов [4], содержащий, мас. %: ортофосфорную кислоту 65-75; уксусную кислоту 10-25; глицерин 5-15; серную кислоту 5-10. Раствор позволяет получить высокие класс чистоты и отражательную способность электрополированной поверхности для различных металлов и сплавов, например нержавеющей стали, никеля, латуни. Аналог имеет недостатки: раствор такого состава малоприспособлен для полирования сталей с высоким содержанием углерода; многокомпонентный состав предполагает наличие определенных затруднений при приготовлении электролита; высокие показатели блеска и чистоты поверхности достигаются при повышенных, более 50 °С, температурах; относительно высокая токсичность компонентов электролита.

Задачей настоящего изобретения является обеспечение качественного полирования за счет снижения шероховатости и увеличения степени блеска поверхности высокоуглеродистых сталей при относительно невысоком съеме металла с одновременной заменой традиционно используемых электролитов на экологически более безопасный.

Поставленная задача решается способом электрохимического полирования черных металлов, заключающимся в том, что осуществляют обработку металлов реверсивным током плотностью 5-10 А/дм² и длительностью анодного и катодного импульсов 0,001-0,10 с при температуре 25-50 °С в растворе, содержащем диметилсульфоксид и ортофосфорную кислоту плотностью 1,43-1,52 г/см³ при следующем соотношении компонентов, об. %:

диметилсульфоксид	50-70
ортофосфорная кислота	30-50.

Использование органического растворителя диметилсульфоксида (ДМСО) позволяет значительно снизить (в 50 и более раз) скорость активного растворения металлических изделий. ДМСО относится к веществам 4-го класса опасности, поэтому предлагаемый по настоящему способу электролит является более экологически безопасным и менее токсичным по сравнению с аналогами. Электролит обладает низкой коррозионной активностью вследствие отсутствия в рецептуре серной кислоты. Применение реверсивного режима электролиза способствует достижению высокого качества обработки при относительно низком съеме металла. За период пропускания через изделие положительного анодного тока происходит растворение металла и образование защитной пленки из продуктов растворения, переводящей поверхность в пассивное состояние. В течение короткой катодной поляризации сформированная пленка частично или полностью разрушается за счет протекающих восстановительных реакций. При этом разрушение пленки на выступающих частях микропрофиля происходит интенсивнее, чем на впадинах, что способствует более активному растворению выступов в последующий период анодной поляризации. Таким образом, формируется поверхность с более низкой шероховатостью и высокой степенью блеска.

Электролит готовят смешением необходимых объемов компонентов путем медленного добавления ортофосфорной кислоты в диметилсульфоксид при постоянном перемешивании.

Процесс поливания ведут при подаче на стальные изделия реверсивного тока плотностью 5-10 А/дм² и длительностью анодного и катодного импульсов 0,001-0,10 с. Противозлектродами для обрабатываемого изделия могут служить пластины или профильные изделия из титана, легированной или углеродистой стали, а также сами изделия при соблюдении условий оптимального первичного распределения тока.

Изобретение поясняется примерами.

Пример.

В емкость наливают рассчитанный объем диметилсульфоксида, после этого медленно доливают до уровня ортофосфорную кислоту при непрерывном перемешивании. Полученный раствор охлаждают до рабочей температуры путем принудительного отвода тепла или выдерживанием при комнатной температуре необходимое время.

Образцы, выполненные в виде пластин из стали 65Г, обезжиривают, промывают проточной, а затем дистиллированной водой и помещают в емкость с приготовленным раствором на расстоянии 30-100 мм от противозэлектрода, представляющего собой пластину из титана, нержавеющей стали или материала обрабатываемого образца. При необходимости обработки обеих сторон образец располагают между двумя противозэлектродами плоскопараллельно с соблюдением симметричности размещения. Обрабатываемый образец и противозэлектрод (противозэлектроды) подключают к источнику реверсивного тока. Полирование проводят в реверсивном режиме при амплитудных катодных и анодных плотностях тока 5-10 А/дм² и длительности анодного и катодного импульсов 0,001-0,10 с без перемешивания. После обработки образцы промывают и сушат.

BY 23741 C1 2022.06.30

Показатели	Состав раствора, условия полирования и результаты								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диметилсульфоксид, об. %	50	50	50	60	60	60	60	60	70
Ортофосфорная кислота (1,43-1,52 г/см ³), об. %	50	50	50	40	40	40	40	40	30
Амплитудная плотность тока, А/дм ²	10	10	10	10	7	7	7	5	5
Длительность анодного/катодного импульсов, с	0,01/0,01	0,01/0,01	0,01/0,01	0,01/0,01	0,01/0,01	0,01/0,01	0,01/0,01	0,01/0,01	0,01/0,01
Температура, °С	20	50	50	20	20	20	30	50	40
Продолжительность полирования, мин	5	5	10	5	5	10	5	5	7
Относительное сглаживание, %	78,1	68,0	20,9	51,0	76,5	45,9	73,1	43,2	47,8
Съем металла, мкм	0,98	4,41	28,6	1,47	0,98	1,96	1,07	1,79	2,01
Степень блеска до полирования, %*	3,7	1,1	1,1	5,1	3,2	7,3	7,4	8,4	2,5
Степень блеска после полирования, %*	12,9	7,3	13,7	19,0	21,2	27,8	17,2	21,3	31,4

* - измерено относительно серебряного зеркала

Как видно из таблицы, предлагаемый способ позволяет в 4-7 раз увеличить степень блеска поверхности высокоуглеродистой стали. Реверсивный токовый режим полирования позволяет достичь относительного сглаживания поверхности 78 % и более, что свидетельствует о высокой эффективности использования электроэнергии. Скорость съема металла при температурах полирования до 50 °С не превышает 0,3 мкм/мин для всего диапазона плотностей тока. Таким образом, применение заявляемого способа электрохимического полирования черных металлов позволит проводить чистовую обработку изделий из высокоуглеродистых сталей инструментального и машиностроительного назначения без необходимости увеличения допусков по размерам при проектировании, снизить экологическую нагрузку электрополирования вследствие медленного накопления ионов тяжелых металлов, которые, в свою очередь, могут быть извлечены из раствора без применения дорогостоящего оборудования. Необходимо отметить, что полированные изделия длительное время сохраняют декоративные свойства - степень блеска уменьшается не более чем на 0,2 % в месяц при выдержке в условиях 80 % влажности и температуре 20 °С. Это может служить обоснованием возможности расширения области применения заявляемого способа на товары народного потребления.

В Республике Беларусь данное изобретение может быть использовано на ОАО "Минский автомобильный завод", ОАО "Минский тракторный завод", ОАО "Управляющая компания холдинга "Белкоммунмаш", ОАО "Минский завод колесных тягачей" и других предприятиях машиностроительной отрасли.

Источники информации:

1. RU 2146580, 2000.
2. SU 203422, 1967.
3. RU 2118412, 1998.
4. RU 2023767, 1994.