



УКРАЇНА

(19) UA (11) 6403 (13) C1

(51)4 B 23 H 9/00, B 23 H 5/04

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ЗМІЦНЕННЯ ТОКОПРОВІДНИХ ДЕТАЛЕЙ

1

(20) 94270914, 23 03.93

(21) 4458585

(22) 25.05 1988, SU

(46) 29.12.94. Бюл. № 8-І

(56) Авторское свидетельство СССР по заявке № 4143697/25-08/, М.кл. В 23 H 9/00, 1987.

(71) Дніпропетровський металургійний інститут

(72) Проволоцький Олександр Євдокимович, Лапшин Сергій Павлович, Лиходей Олександр Кирилович, Петухов Ігорь Павлович, RU, Бондаренко Леонід Іванович, Тісновський Леонід Рахмилович, Дудник Михайло Іванович

(73) Дніпропетровський металургійний інститут, UA

2

(57) Способ упрочнения токопроводящих деталей, согласно которому осуществляют многократное элеткроэрозионное нанесение металлических покрытий на обрабатываемую поверхность, а в промежутках между циклами нанесения слоев производят абразивную обработку, отличающийся тем, что на обрабатываемую поверхность наносят слой никеля толщиной 15–40 мкм, затем осуществляют продувку абразивом с внедрением абразивных частиц на величину 0,06–0,08 от максимальной толщины нанесенного слоя, затем наносят слой молибдена толщиной 0,4–0,8 от толщины слоя никелевого покрытия.

Изобретение относится к области комбинированных методов обработки и предназначена для упрочнения медных шин линейных электродвигателей.

В основу изобретения поставлена задача улучшить способ упрочнения токопроводящих деталей путем нанесения на обрабатываемую поверхность многослойного покрытия электроэрозионным методом, а в промежутках между нанесением слоев осуществляют продувку абразивом с внедрением частиц в нанесенный слой на глубину 0,06–0,08 от максимальной толщины этого слоя. При этом первый слой – никель, толщиной 15–40 мкм, следующий слой – молибден, толщиной 0,4–0,8 от толщины слоя никелевого покрытия, что обеспечивает повышение долговечности токопроводящих деталей.

Сущность способа заключается в следующем.

Для высокоскоростных пар трения предпочтительным является использование поверхностей с вольфрамовым или с молибденовым покрытием, а указанные материалы с медью не образуют твердых растворов, т.е. сцепляемость электроэрозионных покрытий меди с указанными материалами невелика. Поэтому медь сперва покрывают никелем, образующим с ней твердый раствор, а затем молибденом, который образует твердые растворы с никелем, что увеличивает сцепляемость износостойкого покрытия с основным материалом.

Это обеспечивает долговечность и работоспособность неподвижной части линейного электродвигателя.

(19) UA (11) 6403 (13) C1

Оптимальная толщина никелевого покрытия в пределах 15–40 мкм установлена экспериментально. Важным фактором является верхний предел никелевого покрытия (40 мкм). При наложении больших толщин верхние слои покрытия соединяются уже не с медью, а с твердыми растворами медь–никель. Постепенно слой, увеличиваясь и взаимодействуя с атомами и молекулами межэлектродной среды, образует хрупкие окислы никеля, покрытые сеткой трещин, что уменьшает электропроводность слоя и ухудшает сцепляемость обрабатываемой поверхности с последующим покрытием молибденом.

Дальнейшее увеличение слоя никеля (более 40 мкм) увеличивает электросопротивление токоведущей поверхности медных шин, так как никель обладает большим (по сравнению с медью) сопротивлением. Это ограничивает максимально достижимую скорость перемещения подвижной части линейного электродвигателя и уменьшает коэффициент полезного действия.

Нижний предел толщины никелевого покрытия также установлен экспериментально. При нанесении слоя менее 15 мкм наблюдается плохая сцепляемость поверхностного слоя с молибденом, наносимым после никеля, из-за большого количества меди в твердом растворе медь–никель.

Минимальный уровень проникновения абразивных частиц в слой никеля обеспечивает полное удаление окисных пленок, возникающих при электроэрозионном упрочнении медных шин никелем. Выбор глубины проникновения менее 0,06, например при толщине покрытия 40 мкм, не обеспечивает разрушения и удаления дефектного слоя, имеющего большое электрическое сопротивление.

Максимальный уровень проникновения абразивных частиц обеспечивает удаление дефектных слоев без разрушения высококачественного покрытия. Превышение уровня проникновения абразивных частиц в слой твердого раствора медь–никель приводит к интенсивному разрушению качественного покрытия.

Оптимальная величина молибденового слоя в пределах 0,4–0,8 от толщины никелевого покрытия установлена экспериментально. Максимальный верхний предел обеспечивает внедрение молибдена в никелевый слой (молибден не достигает медной основы), что дает возможность получить качественное покрытие (молибден образует твердый раствор с никелем и не образует его с медью).

При нанесении слоя молибдена более 0,8 слоя никеля, молибден внедряется в медную поверхность, проникая через никелевое покрытие. Это приводит к уменьшению сцепляемости нанесенного покрытия с основным материалом, т.е. к уменьшению работоспособности и долговечности неподвижной части линейного электродвигателя.

При нанесении слоя молибдена толщиной менее 0,4 толщины слоя никеля, никелевая основа используется не полностью, т.е. не вся толщина никеля насыщается молибденом. С другой стороны, так как никель имеет высокое электрическое сопротивление, то общее электросопротивление поверхностного слоя становится неоправданно высоким, ухудшая КПД линейного электродвигателя и уменьшая предельно возможную максимальную скорость перемещения его подвижной части.

Способ был реализован при упрочнении медных шин по внутренней рабочей поверхности неподвижной части электродвигателя диаметром 23 ± 0,01, Ra = 1,25 мкм. Для электроэрозионного упрочнения использовалась установка "Электрон"-50.

Неподвижная часть закреплялась на шпинделе токарного станка модели 16K20. Скорость вращения неподвижной части на всех проходах составляла 16 об/мин при продольном перемещении вибратора со скоростью 0,15 мм на оборот.

Упрочнение никелем проводилось за два прохода с промежуточной продувкой абразивом со следующими режимами: первый проход – сила рабочего тока – 7А, напряжение холостого хода – 80В, емкость накопительных конденсаторов 540 мк, второй проход – сила рабочего тока – 5А, напряжение холостого хода 80В, емкость накопительных конденсаторов – 540 мкф.

После первого прохода диаметр отверстия уменьшился на 22 мкм. Продувка обрабатываемой поверхности, обеспечивающая удаление окисных пленок и переупрочненных вершин микрорельефа, проводилась электрокорундом нормальным зернистостью 60 мкм. Давление сжатого воздуха для разгона частиц внутри неподвижной части линейного электродвигателя составляло 0,3 МПа.

Время продувки – 15 с. При таком режиме абразивные частицы внедрялись в обрабатываемую поверхность на величину, равную 0,07 толщины нанесенного покрытия, т.е. 0,8 мкм. При этом были удалены окисные пленки и переупрочненные выступы микрорельефа.

После повторной электроэрозионной обработки никелем отверстие уменьшилось на 18 мкм. Продувка осуществлялась электрокорундом нормальным зернистостью 60 мкм. Давление сжатого воздуха задавалось равным 0,4 МПа. Время продувки – 12 с. Заданный режим обеспечил проникновение абразивных частиц в обрабатываемую поверхность на глубину, равную 0,06 толщины суммарного покрытия, т.е. на глубину, равную 1,2 мкм. Диаметр отверстия после второй струйной обработки составил $23 \pm 0,012$.

Упрочнение молибденом осуществлялось за один проход со следующими режимами: сила рабочего тока – 4А, напряжение холостого хода – 80В, емкость накопительных конденсаторов – 540 мкФ.

После нанесения молибденового покрытия диаметр отверстия уменьшался на 15 мкм (что составляет 0,4 от толщины никелевого покрытия) и составил $23 \pm 0,003$.

Чистовая доводка свободным абразивом осуществлялась чугуном притиром специальным с применением масляной эмульсии карбида кремния зеленого (40%) зернистостью 40 мкм. После доводки диаметр отверстия стал равен 0,013 мм с шероховатостью обработанной поверхности $Ra = 0,32$ мкм.

Финишная обработка свободным абразивом в данном случае происходила без шарнирования из-за высокой твердости упрочненной поверхности.

Эффективность способа заключается в следующем.

Последовательное электроэрозионное упрочнение обрабатываемой медной поверхности никелем и молибденом обеспечивает высокое качество покрытия (сцепляемость покрытия с основным материалом), так как никель образует твердые растворы с медью, а молибден с никелем. Молибденовое по-

крытие, являясь одним из наиболее стойких в высокоскоростных парах трения, увеличивает работоспособность и долговечность подвижной части линейного электродвигателя.

Нанесение никелевого покрытия в пределах 15–40 мкм обеспечивает как хорошую сцепляемость его с молибденовым слоем (при толщине покрытия не менее 15 мкм), так и высокую электропроводность и сплошность (при толщине покрытия не более 40 мкм).

Продувка обработанной поверхности абразивными частицами, осуществляемая после каждого электроэрозионного прохода, обеспечивает удаление дефектного, имеющего большое электрическое сопротивление, поверхностного слоя (при проникновении абразивных частиц на величину не менее 0,06 толщины нанесенного покрытия). Проникновение абразивных частиц на глубину не более 0,08 толщины нанесенного слоя обеспечивает сохранение высококачественного никелевого покрытия.

Нанесение молибденового слоя толщиной 0,4–0,8 толщины никелевого покрытия обеспечивает внедрение молибдена в никелевый слой. Молибден не внедряется в медь, то есть не уменьшается сцепляемость покрытия. Кроме того, переходное, никелевое покрытие используется в полном объеме. Практически вся толщина никеля насыщается молибденом. Отсутствует переходный никелевый слой, уменьшающий, из-за высокого электрического сопротивления, КПД линейного электродвигателя.

Долговечность рабочей поверхности подвижной части линейного электродвигателя после обработки по приведенному в примере способу увеличилась в 3 раза и обеспечила эксплуатацию его при скоростях движения подвижной части до 6 тыс.м./с.

Упорядник О.Проволоцкий Техред М.Моргентал

Коректор М.Петрова

Замовлення 626

Тираж

Підписи

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101

