

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2751392

### СПОСОБ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (RU)*

Авторы: *Максаров Вячеслав Викторович (RU), Кексин Александр Игоревич (RU), Филипенко Ирина Анатольевна (RU), Щеглова Радмила Алексеевна (RU)*

Заявка № 2020140484

Приоритет изобретения 09 декабря 2020 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 13 июля 2021 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 09 декабря 2040 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Ивлиев*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*B24B 31/112 (2021.05)*

(21)(22) Заявка: 2020140484, 09.12.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
09.12.2020

Дата регистрации:  
13.07.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.12.2020

(45) Опубликовано: 13.07.2021 Бюл. № 20

Адрес для переписки:  
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
СПГУ, Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Максаров Вячеслав Викторович (RU),  
Кексин Александр Игоревич (RU),  
Филипенко Ирина Анатольевна (RU),  
Щеглова Радмила Алексеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Санкт-Петербургский горный  
университет» (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2710085 C1, 24.12.2019. SU  
1689042 A1, 07.11.1991. SU 1614906 A1,  
23.12.1990. UA 18814 A, 25.12.1997. DE 3634409  
A, 21.04.1988.

## (54) СПОСОБ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к обработке материалов резанием и может быть использовано при магнитно-абразивной обработке кромок изделий. При магнитно-абразивной обработке кромки изделия используют три синхронно вращающихся полюсных наконечника, два из которых расположены относительно боковых поверхностей и один - относительно торцевой поверхности кромки изделия. Двум полюсным наконечникам, обрабатывающим боковые поверхности кромки изделия, задают вращение в противоположных направлениях. Третьему

полюсному наконечнику задают вращение из условия, что в первой области пересечения торцевой и боковой поверхности кромки изделия и во второй области пересечения торцевой и боковой поверхности кромки изделия магнитно-абразивное воздействие обеспечено посредством встречного движения торцевого и боковых полюсных наконечников. Обеспечивается равномерное снятие материала в данных областях и формируется симметричность геометрической формы одного угла кромки относительно другого. 3 ил., 1 пр.

RU 2 751 392 C1

RU 2 751 392 C1





FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*B24B 31/112 (2021.05)*

(21)(22) Application: **2020140484, 09.12.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**09.12.2020**

Registration date:  
**13.07.2021**

Priority:

(22) Date of filing: **09.12.2020**

(45) Date of publication: **13.07.2021 Bull. № 20**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, SPGU,  
Patentno-litsenziionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Maksarov Viacheslav Viktorovich (RU),  
Keksin Aleksandr Igorevich (RU),  
Filipenko Irina Anatolevna (RU),  
Shcheglova Radmila Alekseevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet» (RU)**

(54) **METHOD FOR MAGNETIC ABRASIVE PROCESSING**

(57) Abstract:

FIELD: materials processing.

SUBSTANCE: invention relates to the processing of materials by cutting and can be used in magnetic abrasive processing of the edges of products. In magnetic abrasive processing of the edge of the product, three synchronously rotating pole pieces are used, two of which are located relative to the side surfaces and one relative to the end surface of the edge of the product. Two pole pieces, processing the side surfaces of the edge of the product, are set to rotate in opposite directions. The third pole piece is set to rotate from the

condition that in the first area of intersection of the end and side surfaces of the edge of the product and in the second area of intersection of the end and side surfaces of the edge of the product, the magnetic-abrasive effect is provided by the counter movement of the end and side pole pieces.

EFFECT: invention provides uniform material removal in these areas and forms the symmetry of the geometric shape of one corner of the edge relative to the other.

1 cl, 3 dwg, 1 ex



Изобретение относится к магнитно-абразивной обработке машиностроительных изделий, в частности к обработке кромок изделий.

Известен способ магнитно-абразивной обработки, реализуемый устройством (Авторское свидетельство СССР №872222, опубл. 15.10.1981 г.), в котором двумя открытым торцам полюсов, выполненным в виде двух стаканов, расположенных друг напротив друга и жестко закрепленных на сердечнике, задается вращательное движение, что позволяет обработать кромку изделия с торцевой и боковых поверхностей.

Недостатком данного способа является невозможность равномерной обработки кромки изделия одновременно с торцевой и боковых поверхностей. Это обуславливается тем, что величина магнитно-абразивного воздействия на торцевой и боковых поверхностях кромки различна. Вследствие этого, при таком способе магнитно-абразивной обработки кромки изделия имеется неравномерный съем материала с торцевой и боковых поверхностей, а также формируются различные качественные характеристики на торцевой и боковых поверхностях.

Известен способ магнитно-абразивной обработки, реализуемый устройством (Авторское свидетельство СССР №872220, опубл. 15.10.1981 г.), которое состоит из трех постоянных магнитов, причем полярность двух противолежащих магнитов, обеспечивающих обработку боковых поверхностей кромки изделия одинакова, а полярность магнита, обеспечивающего обработку торцевой поверхности, противоположна. Кромке изделия задается возвратно-поступательное движение в магнитно-абразивной системе, созданной тремя магнитами и магнитно-абразивным материалом, что обеспечивает равномерную обработку кромки со всех сторон.

Недостатком данного способа является низкая производительность обработки кромки изделия в виду того, что задаваемое изделию возвратно-поступательное движение не позволяет обеспечить высокую скорость обработки из-за его габаритов и способа крепления.

Известен способ магнитно-абразивной обработки (Хомич Н.С. «Магнитно-абразивная обработка изделий». - Мн.: БНТУ. 2006 г., стр. 108.), в котором кромке изделия задается возвратно-поступательное движение в магнитно-абразивной массе, сформированной двумя вращающимися полюсными наконечниками, что позволяет обеспечить одновременную обработку кромки изделия с торцевой и боковых поверхностей.

Недостатком данного способа является неоднородное магнитно-абразивное воздействие на торцевую и боковые поверхности кромки изделия, что приводит к неравномерному съему материала с торцевой и боковых поверхностей, а также формированию различных качественных характеристик на торцевой и боковых поверхностях кромки изделия.

Известен способ магнитно-абразивной обработки (Авторское свидетельство СССР №1284799, опубл. 23.01.1987 г.), в котором двумя полюсным наконечникам магнитной системы задается синхронное вращение, магнитно-абразивная масса формируется между ними, а кромке изделия задается возвратно-поступательное движение в ней, что позволяет обеспечить одновременную обработку торцевой и боковых поверхностей. При соблюдении рекомендаций по поддержанию расстояния в пределах от 0,86 до 0,95 радиуса полюсных наконечников от крайней точки изделия до оси вращения полюсных наконечников можно обеспечить равномерность обработки кромки с торцевой и боковых поверхностей.

Недостатком данного способа является невозможность производить бездефектную обработку кромки изделия с торцевой поверхности в связи с тем, что при работе двух

синхронно вращающихся полюсных наконечников со стороны боковых поверхностей происходит в основном процессы микрорезания и микровыглаживания, в то время как между этими наконечниками и торцевой поверхностью происходят микроударные воздействия. Вследствие этого, магнитно-абразивная обработка рассматриваемым

5 способом приводит к появлению остаточных включений на торцевой поверхности, которые негативно влияют на дальнейшую эксплуатацию кромки изделия.

Известен способ магнитно-абразивной обработки (патент RU №2710085, опубл. 24.12.2019), принятый за прототип, который позволяет обеспечить одновременную равномерную обработку торцевой и боковых поверхностей кромки изделия посредством

10 создания магнитно-абразивной среды путем двух синхронно вращающихся полюсных наконечников, расположенных на одном уровне с двух сторон от боковых поверхностей кромки, и третьего полюсного наконечника, расположенного перпендикулярно к двум другим и находящегося в плоскости параллельной плоскости торцевой поверхности кромки изделия, при этом третьему наконечнику задается однонаправленное синхронное

15 вращение с двумя другими.

Недостатком данного способа является то, что в процессе магнитно-абразивной обработки кромки изделия с использованием трех однонаправленных синхронно вращающихся полюсных наконечников производится ассиметричное снятие материала в областях пересечения торцевой и боковых поверхностей кромки изделия вследствие

20 различного магнитно-абразивного воздействия в данных областях, что приводит к искажению геометрической формы кромки изделия. Причиной различного магнитно-абразивного воздействия в областях пересечения торцевой и боковых поверхностей кромки изделия является то, что в одной области пересечения магнитно-абразивное воздействие осуществляется посредством попутного движения торцевого и одного из

25 боковых полюсных наконечников, а в другой - посредством встречного движения торцевого и другого бокового полюсного наконечника.

Техническим результатом является равномерная магнитно-абразивная обработка в областях пересечения торцевой и боковых поверхностей кромки изделия.

Технический результат достигается тем, что двум полюсным наконечникам, обрабатывающим боковые поверхности кромки изделия, вращение задается в

30 противоположных направлениях, а вращение третьего полюсного наконечника задается таким образом, чтобы в областях пересечения торцевой и боковых поверхностей кромки изделия магнитно-абразивное воздействие осуществлялось посредством встречных движений торцевого и боковых полюсных наконечников.

Способ магнитно-абразивной обработки поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - схема магнитно-абразивной обработки кромки изделия;

фиг. 2 - схема формирования качественных характеристик кромки изделия при предлагаемом способе магнитно-абразивной обработки;

фиг. 3 - схема формирования качественных характеристик кромки изделия при существующем способе магнитно-абразивной обработки, где:

1 - кромка изделия;

2 - магнитно-абразивная масса;

3 - боковые полюсные наконечники;

4 - торцевой полюсной наконечник;

45 5 - независимые друг от друга возвратно-поступательные движения полюсных наконечников;

6 - разнонаправленные вращательные движения двух боковых полюсных наконечников;

- 7 - вращательное движение торцевого полюсного наконечника;
- 8 - боковые поверхности кромки изделия;
- 9 - торцовая поверхность кромки изделия;
- 10 - первая область пересечения торцевой и боковой поверхности кромки изделия;
- 11 - вторая область пересечения торцевой и боковой поверхности кромки изделия.

Способ осуществляется следующим образом. Первоначально кромку изделия 1 помещают в магнитно-абразивную массу 2 (фиг. 1), которая сформирована магнитной системой, включающей два боковых полюсных наконечника 3 и торцевой полюсной наконечник 4, установленный перпендикулярно двум боковым полюсным наконечникам 3. Затем посредством независимых друг от друга возвратно-поступательных движений полюсных наконечников 5 устанавливают одинаковый рабочий зазор между двумя боковыми полюсными наконечниками 3 и боковыми поверхностями кромки изделия 8 и между торцевым полюсным наконечником 4 и торцовой поверхностью кромки изделия 9. После этого одновременно задают: возвратно-поступательное движение кромки изделия вдоль двух боковых полюсных наконечников 3 и торцевого полюсного наконечника 4; разнонаправленные вращательные движения двум боковым полюсным наконечникам 6 относительно боковых поверхностей кромки изделия 8; вращательное движение торцевому полюсному наконечнику 7 относительно торцовой поверхности кромки изделия 9. При этом вращательное движение торцевого полюсного наконечника 7 задается таким образом, чтобы в первой области пересечения торцевой и боковой поверхности кромки изделия 10 и во второй области пересечения торцевой и боковой поверхности кромки изделия 11 магнитно-абразивное воздействие осуществлялось посредством встречных вращательных движений торцевого полюсного наконечника 4 и двух боковых полюсных наконечников 3 (фиг. 1). Задание встречных вращательных движений торцевого полюсного наконечника 4 и двух боковых полюсных наконечников 3, в свою очередь осуществляющих разнонаправленные вращательные движения относительно боковых поверхностей кромки изделия 8, позволяет производить равномерную магнитно-абразивную обработку в первой области пересечения торцевой и боковой поверхности кромки изделия 10 и во второй области пересечения торцевой и боковой поверхности кромки изделия 11 (фиг. 1).

Способ поясняется следующими примерами.

Предлагаемый способ магнитно-абразивной обработки кромки изделия толщиной 4 мм из материала АМЦ при магнитной индукции в межполюсном пространстве магнитной системы равной 0,8 Тл, рабочем зазоре - 3 мм, зернистости абразивного материала 160÷315 мкм, скорости подачи кромки вдоль полюсных наконечников - 500 об/мин и времени обработки 120 секунд позволил обеспечить равномерный сьем материала с углов кромки изделия и симметричность геометрической формы одного угла кромки относительно другого (при этом радиусы скругления кромки были равны  $R_1=R_2=215$  мкм (фиг. 2). При существующем способе магнитно-абразивной обработки радиусы скругления кромки изделия были равны  $R_1=220$  мкм,  $R_2=352$  мкм (фиг. 3).

Таким образом, магнитно-абразивная обработка по предлагаемому способу позволяет обеспечить одинаковое магнитно-абразивное воздействие в областях пересечения торцевой и боковых поверхностей кромки изделия, вследствие чего производится равномерное снятие материала в данных областях и формируется симметричность геометрической формы одного угла кромки относительно другого.

#### (57) Формула изобретения

Способ магнитно-абразивной обработки изделий, включающий одновременную

обработку торцевой и боковых поверхностей кромки изделия при совершении изделием  
возвратно-поступательного движения в магнитно-абразивной массе, сформированной  
двумя вращающимися полюсными наконечниками относительно двух боковых  
поверхностей кромки изделия и одного вращающегося полюсного наконечника  
5 относительно торцевой поверхности кромки изделия в плоскости, перпендикулярной  
плоскостям двух вращающихся полюсных наконечников, отличающийся тем, что двум  
полюсным наконечникам, обрабатывающим боковые поверхности кромки изделия,  
вращение задают в противоположных направлениях, а вращение третьего полюсного  
наконечника задают из условия обеспечения магнитно-абразивного воздействия в  
10 областях пересечения торцевой и боковых поверхностей кромки изделия при встречном  
движении торцевого и боковых полюсных наконечников.

15

20

25

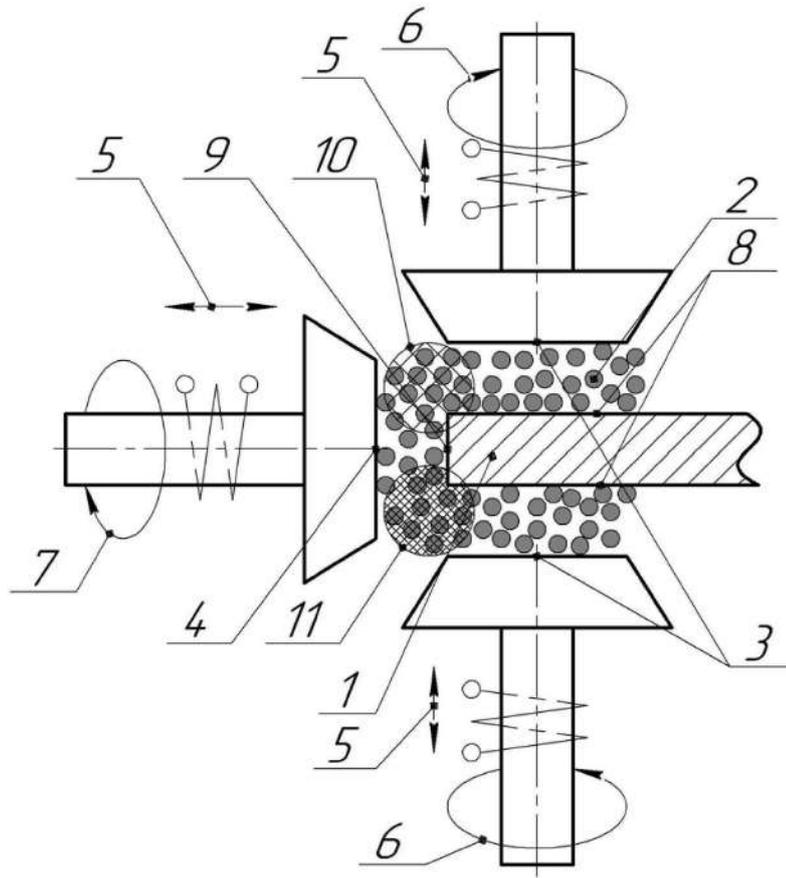
30

35

40

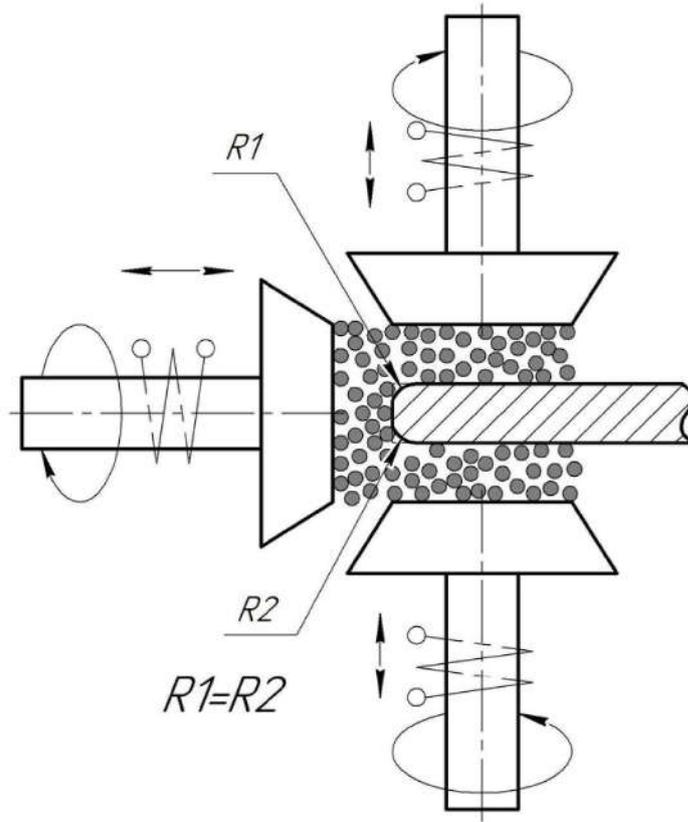
45

1

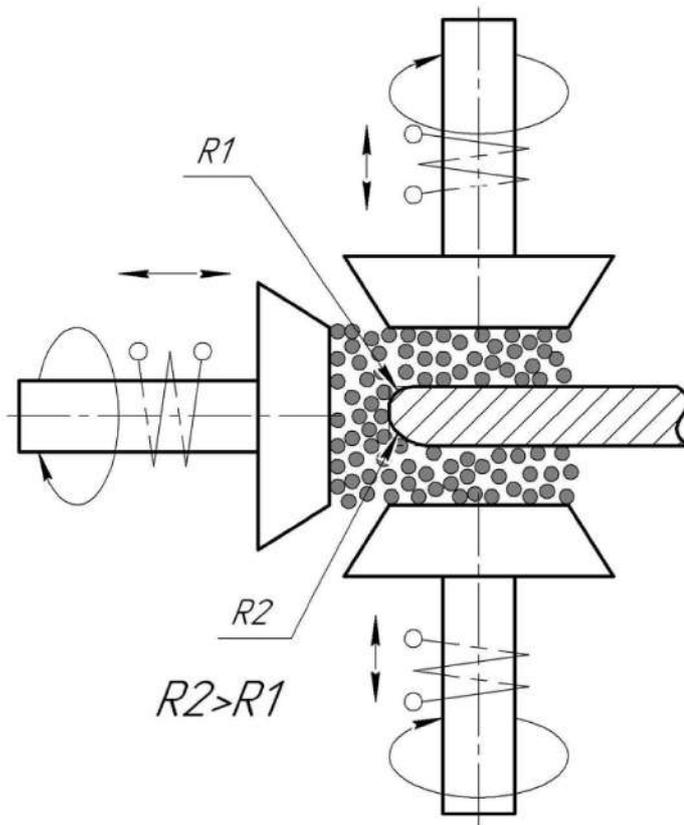


Фиг. 1

2



Фиг. 2



Фиг. 3