

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2693274

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), Ефимов Александр Евгеньевич (RU)*

Заявка № 2019106272

Приоритет изобретения 05 марта 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 02 июля 2019 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 05 марта 2039 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 (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2019106272, 05.03.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.03.2019

Дата регистрации:
02.07.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.03.2019

(45) Опубликовано: 02.07.2019 Бюл. № 19

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел ИС и ТТ

(72) Автор(ы):

Максаров Вячеслав Викторович (RU),
Кексин Александр Игоревич (RU),
Ефимов Александр Евгеньевич (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 2569261 C2, 20.11.2015. RU
2626124 C1, 21.07.2017. CN 202592192 U,
12.12.2012. DE 3634409 A, 21.04.1988.

(54) СПОСОБ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

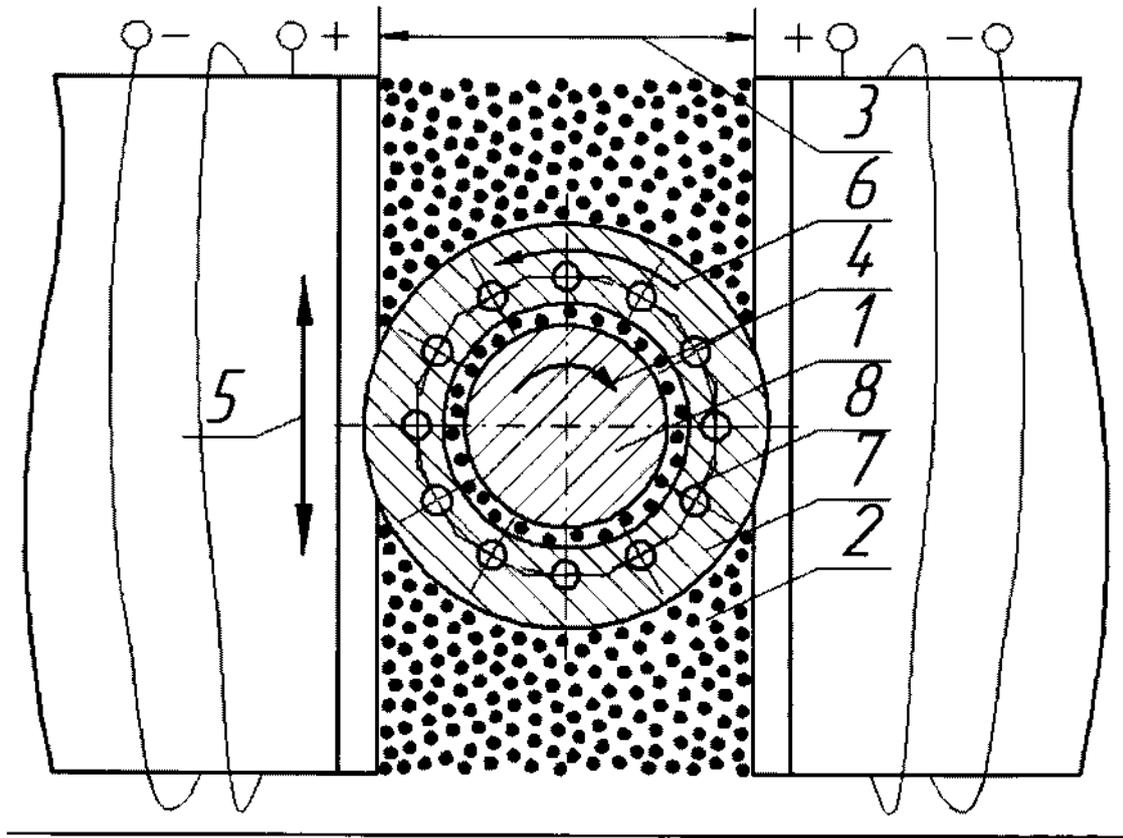
(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано при магнитно-абразивной обработке смежных участков изделия. Осуществляют обработку, например, метчика при регулировании магнитно-абразивной массы посредством круговых насадок с форсунками, через которые в зону обработки производится подача воздуха под определенным давлением. Круговым насадкам сообщают синхронное

вращательное движение в противоположном направлении по отношению к вращению обрабатываемого изделия в межполюсном пространстве магнитно-абразивной установки и обеспечивают полную синхронизацию скоростей вращения круговых насадок. В результате формируются требуемые качественные показатели на обрабатываемом участке без их искажения на смежных участках изделия. 3 ил.

RU
2 6 9 3 2 7 4
C 1

RU
2 6 9 3 2 7 4
C 1



Фиг. 1

RU 2693274 C1

RU 2693274 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B24B 31/112 (2019.02)

(21)(22) Application: **2019106272, 05.03.2019**

(24) Effective date for property rights:
05.03.2019

Registration date:
02.07.2019

Priority:

(22) Date of filing: **05.03.2019**

(45) Date of publication: **02.07.2019** Bull. № 19

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel
IS i TT**

(72) Inventor(s):

**Maksarov Vyacheslav Viktorovich (RU),
Keksin Aleksandr Igorevich (RU),
Efimov Aleksandr Evgenevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) **MAGNETIC ABRASIVE PROCESSING METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: invention relates to machine building and can be used in magnetic-abrasive processing of adjacent sections of article. Method includes processing, for example, of tap when adjusting magnetic-abrasive mass by means of circular nozzles with nozzles, through which air is supplied to treatment zone under certain pressure. Synchronous rotary movement in opposite

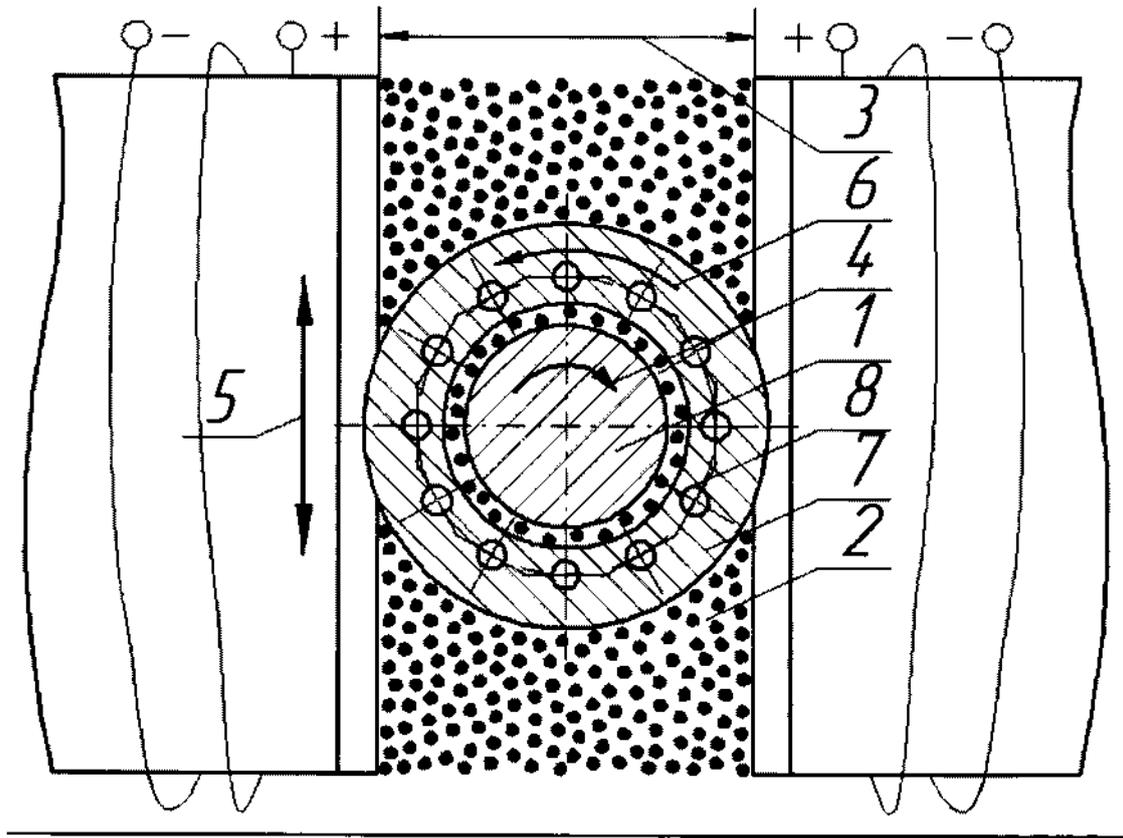
direction relative to rotation of processed article in interpolar space of magnetic-abrasive installation is imparted to circular nozzles and provides complete synchronization of speeds of rotation of circular nozzles.

EFFECT: as a result, the required qualitative indices are formed on the processed section without their distortion on the adjacent sections of the product.

1 cl, 3 dwg

**1 C
4
2 7
2
3
6
9
2
R U**

**R U
2 6 9 3 2 7 4
C 1**



Фиг. 1

RU 2693274 C1

RU 2693274 C1

Изобретение относится к магнитно-абразивной обработке машиностроительных изделий.

Известен способ магнитно-абразивной обработки (Барон Ю.М. «Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов». - Л.:

5 Машиностроение. 1986 г., стр. 161-163.), который позволяет осуществлять обработку смежных участков изделия, благодаря чему появляется возможность на разных участках изделия формировать различные качественные показатели.

Недостаток данного способа заключается в том, что при обработке смежных участков изделия, магнитно-абразивная масса накладывается на уже обработанную поверхность.

10 Данный факт ведет к искажению качественных показателей того участка, на котором дополнительно было произведено воздействие магнитно-абразивно обработки, предназначенной для другого участка. Контролирование же магнитно-абразивной массы в границах области обработки каждого смежного участка изделия не предусмотрено.

15 Известен способ магнитно-абразивной обработки, реализуемый устройством (Авторское свидетельство СССР №1815185, 1993 г. опубл. 15.05.1993 г.), в котором производится поочередно обработка смежных участков изделия при помощи магнитной системы с двумя парами плоских полюсных наконечников, установленных с

20 возможностью независимой регулировки межполюсного пространства. Недостатком данного способа является невозможность регулирования магнитно-абразивной массы в процессе обработки смежных участков изделия, что приводит к размытости кольцевой рабочей зоны обработки как по верхнему ее пределу, так и по нижнему, и, в результате, к возникновению искаженных областей на изделии.

Известен способ магнитно-абразивной обработки (Барон Ю.М., Максаров В.В.,

25 Васильев В.Г., Скрипченко В.И. «Совершенствование технологии нарезания резьбы в изделиях энергомашиностроения» // Энергомашиностроение, 1987 г., №1, стр. 24-27.), который реализуется в три этапа, на первом этапе производится формирование качественных показателей первого участка изделия, на втором - второго, на третьем - третьего. Обработку выполняют при прямом и обратном вращениях изделия в

30 магнитно-абразивной массе. Недостатком данного способа является то, что вне зависимости в какой последовательности производить обработку смежных участков изделия происходит повышенное магнитно-абразивное воздействие на переходных зонах рабочих участков. В результате этого, помимо различно сформированных качественных показателей на

35 трех рабочих участках изделия появляются переходные зоны, на которых параметры сильно отличаются от параметров на основных участках изделия. Резкие перепады качественных показателей на всем протяжении рабочей части изделия, состоящей из 3-х смежных участков, приводят к ухудшению качества функционирования изделия.

Известен способ магнитно-абразивной обработки (патент №2626124, опубл. 21.07.2017

40 г.), который позволяет производить поэтапную обработку смежных участков изделия при его прямом и обратном вращениях в магнитно-абразивной массе. Способ заключается в том, что на первом этапе всегда обрабатываются все смежные участки изделия, на втором - либо два участка одновременно, либо раздельно, причем если

45 раздельно, то обработка одного из них переходит на третий этап (данная особенность зависит от технологической последовательности), на третьем - один, при этом второй и третий этапы всегда являются доводочными. Последовательность формирования качественных показателей участков изделия может изменяться и зависит от того на каком из участков требуется сформировать наименьшие значения микрогеометрии.

При помощи данного способа возможно осуществлять обработку смежных участков изделия без зон повышенного магнитно-абразивного воздействия, что приводит к более четкому формированию требуемых качественных показателей, исключая резкие перепады на переходных зонах. В результате применения такой технологии повышается

качество функционирования изделия.
Данный способ магнитно-абразивной обработки приносит положительный эффект, в случае, когда осуществляется обработка двух и более участков изделия. Однако формирование качественных показателей исключительно на одном смежном участке изделия при обработке рассматриваемым способом не представляется возможным по

причине отсутствия равномерной границы по всей кольцевой площади рабочей зоны обработки как по ее верхнему пределу, так и по нижнему. Такая волнообразная граница ведет к тому, что магнитно-абразивная масса заходит на смежный участок и искажает поверхностный слой, что является недопустимым и служит недостатком анализируемого способа магнитно-абразивной обработки.

Известен способ магнитно-абразивной обработки (патент №2569261, опубл. 20.11.2015 г.), принятый за прототип, который позволяет осуществлять регулирование магнитно-абразивной массы при обработке смежных участков изделия. Для удержания магнитно-абразивной массы в границах обрабатываемого участка используют установленные перпендикулярно оси обрабатываемого изделия круговые насадки с форсунками, через

которые поступает воздух под определенным давлением. Возможность регулирования давлением воздуха позволяет контролировать магнитно-абразивную массу в границах равных длинам обрабатываемых участков изделия.

Недостатком данного способа является невозможность точного контроля магнитно-абразивной массы в зонах обработки смежных участков изделия.

Предлагаемый способ хоть и ставит задачей сведение к минимуму искажение уже обработанных поверхностей, но не решает данную проблему полностью.

Техническим результатом является повышение эффективности магнитно-абразивной обработки смежных участков машиностроительных изделий.

Технический результат достигается тем, что круговым насадкам с форсунками задают вращательное движение в противоположном направлении по отношению к вращению обрабатываемого изделия в межполюсном пространстве магнитно-абразивной

установки с полной синхронизацией скоростей вращения круговых насадок.
Способ магнитно-абразивной обработки поясняется следующими фигурами:

- фиг. 1 - схема магнитно-абразивной обработки;
- фиг. 2 - величины радиусов скругления на рабочих участках изделия при существующем способе магнитно-абразивной обработки;
- фиг. 3 - величины радиусов скругления на рабочих участках изделия при предлагаемом способе магнитно-абразивной обработки, где:
 - 1 - обрабатываемое изделие;
 - 2 - магнитно-абразивная масса;
 - 3 - межполюсное пространство магнитно-абразивной установки;
 - 4 - вращательное движение обрабатываемого изделия;
 - 5 - возвратно-поступательное движение обрабатываемого изделия и круговых насадок;
 - 6 - синхронное вращательное движение круговых насадок;
 - 7 - круговые насадки;
 - 8 - сопла круговых насадок;
 - 9 - заборный участок изделия;

- 10 - калибрующий участок изделия;
- 11 - ведущий участок изделия;
- 12 - первая искаженная зона;
- 13 - вторая искаженная зона;
- 5 14 - первая переходная зона;
- 15 - вторая переходная зона.

Способ осуществляется следующим образом. Первоначально обрабатываемое изделие 1, имеющее смежные участки, на которых требуется обеспечить различные качественные показатели, размещается в магнитно-абразивной массе 2 в межполюсном пространстве магнитно-абразивной установки 3 (фиг. 1). После чего одновременно задаются вращательное движение обрабатываемому изделию 4, возвратно-поступательное движение обрабатываемому изделию и круговым насадкам 5 и синхронное вращательное движение круговым насадкам 6. Через круговые насадки 7 при помощи сопел 8 поступает воздух на магнитно-абразивную массу 2 по всей кольцевой площади рабочей зоны. Синхронное вращательное движение круговых насадок 6 совершается в противоположном направлении по отношению к вращательному движению обрабатываемого изделия 4. Посредством синхронного вращательного движения круговых насадок 6 в противоположном направлении по отношению к вращательному движению обрабатываемого изделия 4 в межполюсном пространстве магнитно-абразивной установки 3 происходит регулирование магнитно-абразивной массы 2 по всей кольцевой площади рабочей зоны обработки как по ее верхнему переделу, так и по нижнему.

Способ поясняется следующими примерами.

Пример. Формирование радиус скругления r режущих кромок метчика на калибрующем участке равный 30 мкм без искажения имеющихся качественных показателей на заборном и ведущем участках инструмента, на которых радиус скругления r от предыдущей магнитно-абразивной операции остался 20 мкм. Искажение заборного и ведущего участков режущего инструмента при магнитно-абразивной обработке калибрующего участка недопустимо, так как оно поведет к невыполнению поставленных перед этими участками функций в процессе изготовления машиностроительных изделий.

Вследствие того, что эффективность магнитно-абразивной обработки смежных участков изделия в данном случае характеризуется равномерным распределением магнитно-абразивной массы по всей кольцевой площади рабочей зоны обработки как по ее верхнему переделу, так и по нижнему, благодаря чему отсутствуют искаженные зоны, и повышением производительности, то критериями ее оценки при сравнении существующего (прототипа) и предлагаемого способов были с одной стороны наличие или отсутствие искаженных зон, выражаемых в сформированной микрогеометрии, в частности радиуса скругления r режущих кромок, при обработке смежного участка изделия, с другой стороны - время, затраченное на обеспечение требуемого радиуса скругления r режущих кромок.

Магнитно-абразивная обработка по прототипу (фиг. 2). При обработке данным способом регулирование магнитно-абразивной массы осуществлялось жестко закрепленными круговыми насадками, через которые в зону обработки при помощи сопел производилась подача воздуха под определенным давлением, при этом обрабатываемое изделие совершало два движения (вращательное и возвратно-поступательное), а круговые насадки одно движение - исключительно возвратно-поступательное с целью перемещения их совместно с обрабатываемым изделием вдоль

межполюсного пространства магнитно-абразивной установки.

В результате магнитно-абразивной обработки калибрующего участка изделия 10 заметно выделяются первая искаженная зона 12 и вторая искаженная зона 13, на которых формируются радиусы скругления ρ режущих кромок отличные от радиусов, сформированных на смежных заборном участке изделия 9 и ведущем участке изделия 11 (фиг. 2). Установлено, что: на заборном участке изделия 9 величина радиусов скругления режущих кромок до первой искаженной зоны 12 составляла 20 мкм; на калибрующем участке изделия 10 от первой искаженной зоны 12 до второй искаженной зоны 13 $\rho=30$ мкм; на ведущем участке изделия 11 от второй искаженной зоны 13 $\rho=20$ мкм; в первой искаженной зоне 12 и второй искаженной зоне 13 $\rho=36$ мкм (фиг. 2).

При магнитно-абразивной обработке калибрующего участка изделия 10 существующим способом образуются места скопления магнитно-абразивной массы по всей кольцевой площади рабочей зоны обработки как по ее верхнему переделу, так и по нижнему (фиг. 2). Это вызвано тем, что при подаче воздуха через форсунки круговых насадок сил воздушного потока не хватает для того, чтобы его концентрированно и локально направить в зону обработки. Причиной этому служит рассредоточенность воздушного потока в пространстве и, в результате, его существенная потеря. Вследствие этого, по всей кольцевой площади рабочей зоны как по ее верхнему переделу, так и по нижнему, отсутствует равномерная граница, за которую бы не выходила магнитно-абразивная масса, вытесненная в процессе обработки. Все это приводит к тому, что на заборном участке изделия 9 и ведущем участке изделия 11 искажаются имеющиеся качественные показатели рабочих поверхностей (первая искаженная зона 12 и вторая искаженная зона 13) (фиг. 2), что отрицательно сказывается на последующем функционировании данного изделия.

Предлагаемый способ магнитно-абразивной обработки (фиг. 3). При обработке предлагаемым способом регулирование магнитно-абразивной массы осуществлялось круговыми насадками, через которые в зону обработки при помощи сопел производилась подача воздуха под определенным давлением, совершаемыми синхронное вращательное движение в противоположном направлении по отношению к вращению обрабатываемого изделия в межполюсном пространстве магнитно-абразивной установки. Соответственно, в данном случае и обрабатываемое изделие, и круговые насадки совершали два движения: вращательное и возвратно-поступательное. Причем последнее с целью совместного перемещения обрабатываемого изделия и круговых насадок вдоль межполюсного пространства магнитно-абразивной установки, а первое - противонаправленное с целью обеспечения равномерности распределения магнитно-абразивной массы по всей кольцевой площади рабочей зоны обработки как по ее верхнему переделу, так и по нижнему.

При магнитно-абразивной обработке предлагаемым способом места скопления магнитно-абразивной массы по всей кольцевой площади рабочей зоны обработки как по ее верхнему переделу, так и по нижнему, отсутствовали, а в первой переходной зоне 14 и второй переходной зоне 15 удалось сформировать требуемые качественные показатели на калибрующем участке изделия 10 ($\rho=30$ мкм) без их искажения на смежных заборном участке изделия 9 ($\rho=20$ мкм) и ведущем участке изделия 11 ($\rho=20$ мкм) (фиг. 3).

Также в результате проведенных исследований установлено, что время, затраченное на получение требуемого радиуса скругления на калибрующем участке метчика ($\rho=30$ мкм), при магнитно-абразивной обработке предлагаемым способом сокращается в 1,5 раза по сравнению с существующим, что свидетельствует о повышении

производительности обработки.

(57) Формула изобретения

Способ магнитно-абразивной обработки, включающий обработку смежных участков
5 изделия с помощью установленных перпендикулярно оси изделия круговых насадок с
форсунками, через которые в зону обработки каждого участка направляют под
регулируемым давлением воздушные потоки в противоположных друг другу
направлениях для удержания магнитно-абразивной массы в границах обрабатываемого
10 участка изделия, отличающийся тем, что круговым насадкам с форсунками задают
вращательное движение в противоположном направлении по отношению к вращению
обрабатываемого изделия в межполюсном пространстве магнитно-абразивной
установки с обеспечением полной синхронизации скоростей вращения круговых насадок.

15

20

25

30

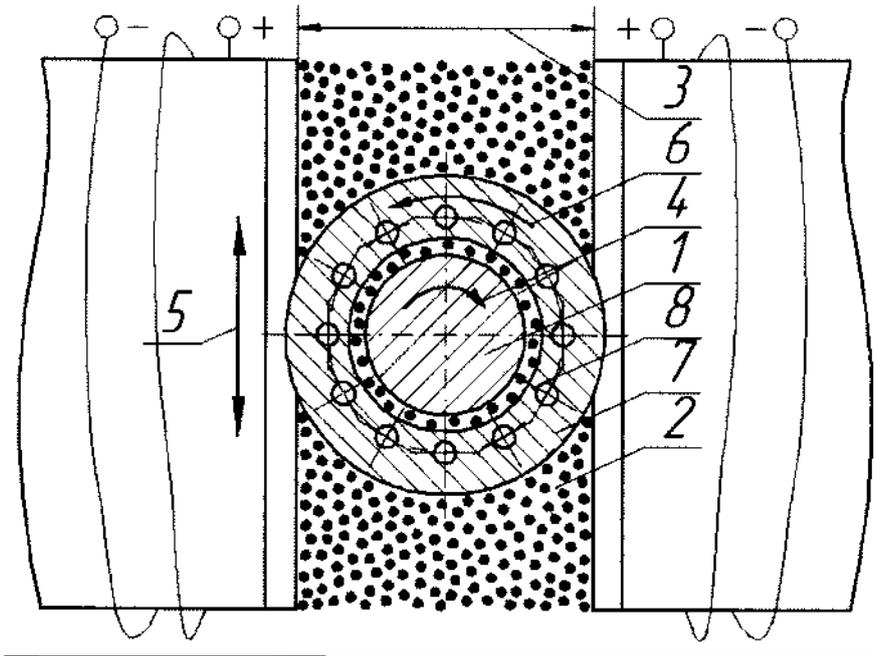
35

40

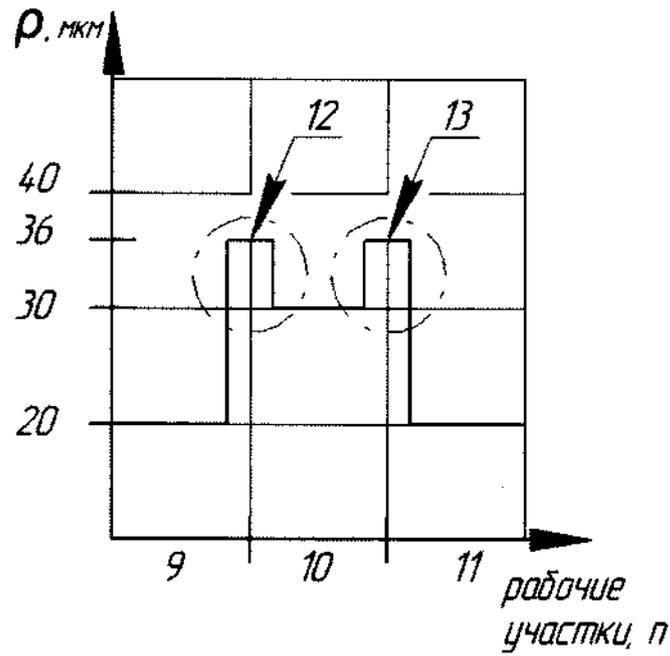
45

1

СПОСОБ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ



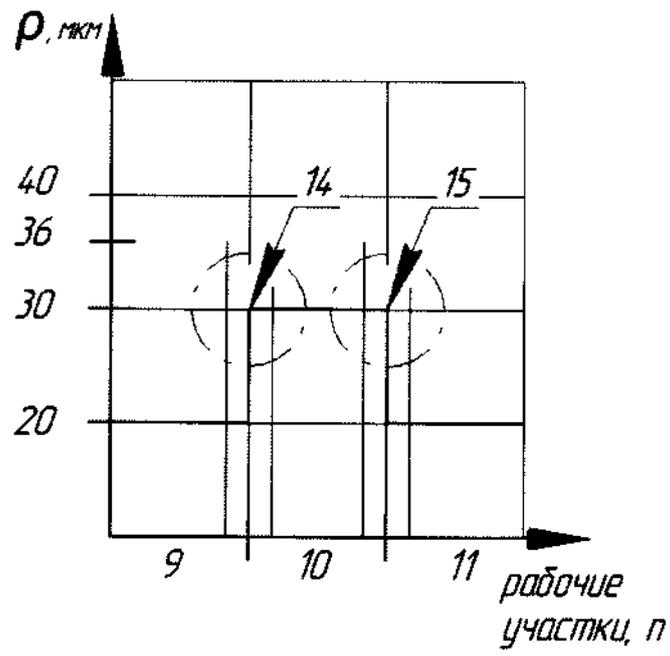
Фиг. 1



Фиг. 2

2

СПОСОБ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ



Фиг. 3