



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: 2008132260/02, 04.08.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
04.08.2008

(45) Опубликовано: 20.09.2009 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 824969 A1, 30.04.1981. RU 2241578 C1,  
10.12.2004. RU 2006361 C1, 30.01.1994. SU  
1576251 A1, 07.07.1990. RU 2252133 C1,  
20.05.2005. US 4367576 A, 11.01.1983.Адрес для переписки:  
302020, г.Орел, Наугорское ш., 29,  
Орловский государственный технический  
университет (ОрелГТУ)

(72) Автор(ы):

Степанов Юрий Сергеевич (RU),  
Киричек Андрей Викторович (RU),  
Афанасьев Борис Иванович (RU),  
Фомин Дмитрий Сергеевич (RU),  
Самойлов Николай Николаевич (RU),  
Степанов Андрей Вениаминович (RU),  
Сотников Владимир Ильич (RU),  
Василенко Юрий Валерьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Орловский государственный  
технический университет" (ОрелГТУ) (RU)

**(54) СПОСОБ ИМПУЛЬСНОГО ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ПЛОСКОСТЕЙ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к технологии машиностроения, в частности к способам обработки иглофрезерованием и упрочнением. Сообщают вращательное движение и продольную подачу для создания натяга устройству с пучками проволочного ворса и возвратно-поступательное движение обрабатываемой заготовки. Пучкам проволочного ворса сообщают дополнительный продольный натяг посредством установки упомянутых пучков ворса в радиальных пазах на торце корпуса, выполненном в виде диска. Пучки проволочного ворса перпендикулярно и жестко закреплены одним концом на торце

пластин, а противоположным торцом пластины закреплены на волноводах. Волноводы выполнены в виде ступенчатых цилиндров и расположены в направляющих периферийных продольных отверстиях корпуса. Другим концом волноводы контактируют с кулачками и создают импульсную продольную нагрузку на пучки ворса и дополнительный натяг, преодолевая сопротивление пружин. Кулачки закреплены на неподвижном кольце с возможностью регулирования вылета волновода в продольном направлении. В результате расширяются технологические возможности, увеличивается производительность и снижаются расходы. 5 ил.

RU 2 367 558 C1

RU 2 367 558 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
**B24B 39/00** (2006.01)

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008132260/02, 04.08.2008**

(24) Effective date for property rights:  
**04.08.2008**

(45) Date of publication: **20.09.2009 Bull. 26**

Mail address:

**302020, g.Orel, Naugorskoe sh., 29, Orlovskij  
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet  
(OrelGTU)**

(72) Inventor(s):

**Stepanov Jurij Sergeevich (RU),  
Kirichek Andrej Viktorovich (RU),  
Afnas'ev Boris Ivanovich (RU),  
Fomin Dmitrij Sergeevich (RU),  
Samojlov Nikolaj Nikolaevich (RU),  
Stepanov Andrej Veniaminovich (RU),  
Sotnikov Vladimir Il'ich (RU),  
Vasilenko Jurij Valer'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovanija  
"Orlovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet" (OrelGTU) (RU)**

## (54) METHOD OF PULSED NEEDLE MILLING OF SURFACES

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: device comprising casing with wire frieze bundles gets rotation and lengthwise feed. Processed workpiece receives reciprocation. Proposed device creates additional interference. Device casing represents a plate with radial slots arranged on its end face to accommodate the plates with cutting elements representing aforesaid bundles of wire frieze. The latter represent bent metal wires with their one end rigidly attached perpendicular to

the plate plane and their other end attached to waveguides the latter represent stepwise cylinders arranged in the guides of the casing peripheral lengthwise bores. The waveguide other ends are in contact with cams to create pulses lengthwise load onto bundles of wire frieze overcoming spring resistance. Aforesaid cams are arranged on fixed ring to allow waveguide lengthwise overhang.

EFFECT: expanded performances, higher efficiency, lower costs.

5 dwg, 1 ex

Изобретение относится к технологии машиностроения, в частности к устройствам и способам обработки иглофрезерованием и упрочнением с импульсным нагружением инструмента.

5 Известна цилиндрическая щетка и способ механической обработки ею, содержащая установленную на корпусе обойму с цилиндрическими гнездами, в каждом из которых размещен стакан с пучком ворса и упругий элемент, расположенный под стаканами и контактирующий с корпусом, при этом стаканы установлены в гнездах свободно, каждое гнездо на внутренней поверхности имеет кольцевую проточку, а на наружной 10 поверхности стакана выполнен кольцевой выступ, ширина которого меньше ширины проточки гнезда, причем упругие элементы размещены в канавках корпуса, кроме того, на упругих элементах смонтированы отражатели [1].

Известная цилиндрическая щетка и способ обработки, реализуемый ею, имеют 15 ограниченные технологические возможности, не позволяют производить резание неровностей значительной глубины, не позволяют управлять усилием прижатия пучков ворса к обрабатываемой поверхности, т.е. не позволяют управлять глубиной резания, что снижает производительность и качество обработки.

Задачей изобретения является расширение технологических возможностей 20 иглофрезерования и упрочнения благодаря использованию импульсного нагружения режущего инструмента, позволяющее управлять глубиной режущего слоя, микрорельефом поверхности, а также повышение качества, точности и производительности обработки благодаря использованию многоэлементного режущего инструмента.

25 Поставленная задача решается предлагаемым способом иглофрезерования и упрочнения плоских поверхностей, при котором устройству, содержащему корпус с расположенными в нем пучками проволочного ворса, сообщают вращательное движение и продольную подачу для создания натяга, а обрабатываемой заготовке 30 возвратно-поступательное движение, причем пучкам проволочного ворса сообщают дополнительный продольный натяг, для чего в радиальных пазах на торце корпуса, имеющего форму диска, установлены пучки ворса из металлических проволочек, перпендикулярно и жестко закрепленные одним концом на торце пластин, при этом противоположным торцом пластины закреплены на волноводах, которые 35 изготовлены в виде ступенчатых цилиндров и расположены в направляющих периферийных продольных отверстиях корпуса, причем другим концом волноводы контактируют с кулачками и создают импульсную продольную нагрузку на пучки ворса и дополнительный натяг, преодолевая сопротивление пружин, при этом кулачки 40 закреплены на неподвижном кольце с возможностью регулирования вылета волновода в продольном направлении.

Сущность предлагаемого способа и устройства для иглофрезерования и упрочнения плоских поверхностей поясняется чертежами.

45 На фиг.1 представлена схема наладки для обработки плоской поверхности заготовки предлагаемым способом и устройством, установленным на вертикально-фрезерном станке, продольный разрез устройства; на фиг.2 - вид снизу по А на фиг.1; на фиг.3 - сечение по Б-Б на фиг.1; на фиг.4 - общий вид устройства; на фиг.5 - вид по В на фиг.4, вариант конструкции кулачка, представленного в виде 50 кулачкового барабана с впадинами и выступами.

Предлагаемый способ и реализующее его устройство служит для иглофрезерования и упрочнения плоских поверхностей 1 и содержит корпус 2, в котором размещены пучки проволочного ворса 3. Корпус 2 изготовлен в виде диска, на торце которого в

радиальных пазах установлены пластины 4 с режущими элементами в форме пучков ворса 3 из металлических проволок.

Пучки ворса 3 жестко закреплены (например, точечной сваркой) одним концом перпендикулярно плоскости пластины 4, а другие концы образуют рабочую режущую и упрочняющую поверхность. На другом торце корпуса 2 расположен конус 5 для установки устройства в шпинделе, например вертикально-фрезерного станка (не показан).

На противоположных от пучков ворса торцах пластин 4 установлены волноводы 6, которые изготовлены в виде ступенчатых цилиндров и расположены в направляющих периферийных продольных отверстиях 7 корпуса 2. На волноводах 6 смонтированы пружины 8, которые постоянно прижимают пластины 4 с пучками ворса к днищу радиальных пазов корпуса 2. На фиг.1 установлены тарельчатые пружины 8, как более компактные и воспринимающие и передающие большие усилия. На противоположном от пучков ворса торце корпуса 2 установлена съемная крышка 9, которая имеет отверстия для прохождения крайних шеек волноводов 6 и ограничивает их поступательное перемещение. Крышка 9 крепится к корпусу 2 винтами 10.

Свободным концом волноводы 6 контактируют с кулачками 11 и при набегании волноводов на кулачки они создают импульсную продольную нагрузку  $P_{ИМ}$ .

Преодолевая сопротивление пружин 8 волноводы 6 воздействуют на пучки ворса 3 и реализуют дополнительный натяг  $t_{ДОП}$ . Кулачки 11 закреплены на неподвижном кольце 12 с возможностью регулирования вылета волновода 6 в продольном направлении. Кольцо 12 крепится неподвижно, например, к корпусу шпиндельной бабки вертикально-фрезерного станка (не показаны), в шпинделе которой закреплен конус 5 устройства. Кольцо 12 неподвижно крепится к бабке так, что оси кулачков 11 и оси волноводов 6 совпадают и соосны. Количество кулачков 11 равно количеству волноводов 6.

На фиг.5 показан второй вариант конструкции кулачков, которые объединены в кулачковый барабан 13. Кулачковый барабан 13 имеет впадины и выступы, которые воздействуют на волноводы 6 и создают импульсную продольную нагрузку  $P_{ИМ}$  на пучки ворса 3 и реализуют дополнительный натяг  $t_{ДОП}$ . Недостатком кулачкового барабана является то, что он не позволяет регулировать вылет каждого волновода в отдельности, импульсную продольную нагрузку  $P_{ИМ}$  на пучки ворса 3 и дополнительный натяг  $t_{ДОП}$ .

Работа по предлагаемому способу осуществляется в следующей последовательности. Заготовка устанавливается на столе станка, например, в тисках (не показаны). Включают вращение инструмента  $V_{И}$  и, перемещая вручную шпиндельную бабку в направлении продольной подачи  $S_{ПР}$ , создают натяг  $t$ , соответствующий заданному снимаемому припуску, затем включают поперечную подачу  $S$  заготовки. При этом пружины 8 не нагружены, а натяг  $t$  создается за счет перемещения корпуса в продольном направлении, который воздействует на пластины 4 с пучками ворса 3 со статической силой  $P_{СТ}$ .

Волноводы 6, контактируя с кулачками 11, передают периодическое импульсное перемещение в продольном направлении  $S_{ПР}$  и вместе с этим периодическую импульсную нагрузку  $P_{ИМ}$ , преодолевая сопротивление пружин 8. Периодическая импульсная нагрузка  $P_{ИМ}$  сообщает дополнительное перемещение упругим провололкам пучков ворса 3, создавая дополнительный натяг  $t_{ДОП}$ .

При действии кулачков 11 через волноводы 6 и пластины 4 на пучки ворса создается импульсная нагрузка  $P_{ИМ}$  и происходит внедрение иголок в обрабатываемую поверхность, интенсивное резание и снятие стружки, при этом пружины 8 сжаты. Такой импульсный режим резания позволяет интенсифицировать процесс иглофрезерования.

При набегании волноводов 6 на впадины, расположенные между кулачками 11, происходит возвращение пучков ворса в состояние, характеризуемое натягом  $t$ , и осуществляется это за счет упругости пружин 8.

В результате воздействия кулачков 11 на волноводы 6 и пучки ворса, последние воздействуют на обрабатываемую поверхность с цикличностью, задаваемой количеством кулачков 11, содержащихся на кольце 12.

Точность формы обрабатываемой поверхности заготовки предлагаемым устройством повышается и снижается величина шероховатости благодаря самоустановке пучков ворса на обрабатываемой поверхности при ее биениях и вибрациях.

Если припуск будет не большим (менее 1 мм), то предлагаемое устройство работает как упрочняющее, без снятия стружки, так как металлические проволоочки пучков прогибаются в продольном направлении.

Пример. Для оценки параметров качества поверхностного слоя, обработанного и упрочненного по предлагаемому способу, проведены экспериментальные исследования обработки плоской поверхности заготовки с использованием разработанного, изготовленного и установленного на вертикально-фрезерном станке устройства. Значения технологических факторов (частоты ударов, диаметр инструмента, величина подачи) выбирались таким образом, чтобы обеспечить кратность ударного и режущего воздействия на элементарную площадку обрабатываемой поверхности в диапазоне 6...10. Дальнейшее увеличение кратности деформирующего и режущего воздействия ведет к возникновению больших инерционных сил и вибраций, которые отрицательно влияют на качество обработки.

Перед началом работы новым инструментом правили рабочую поверхность проволочного ворса на плоскошлифовальном станке в собранном виде. В качестве ворса применяли стальную пружинную проволоку диаметром 1,5...2,5 мм из стали 65Г.

В процессе обработки наружной поверхности заготовки, которая двигалась возвратно-поступательно в направлении  $S$ , пучки проволочного ворса срезали припуск согласно предварительно настроенного натяга, т.е. пока не действовала ударная импульсная нагрузка  $P_{ИМ}$ , обработка велась со снятием установленного припуска под действием статической нагрузки  $P_{СТ}$ .

При действии импульсной нагрузки  $P_{ИМ}$  на рабочие части пучков ворса основное силовое воздействие на обрабатываемую поверхность осуществляли первые по ходу движения проволочные элементы, имеющие уже угол наклона и большой натяг. Соседние с ними проволочные элементы, упруго поджимали их, несколько увеличивая сосредоточенное суммарное воздействие на обрабатываемую поверхность.

Для осуществления обработки резанием необходимо, чтобы твердость и предел прочности при растяжении материала проволочных элементов пучков ворса были выше этих параметров материала обрабатываемой заготовки в 1,5...2 раза, соотношение  $l/i$ , где  $i$  - наименьший радиус инерции поперечного сечения проволочных элементов,  $l$  - длина консольной части пучка ворса, находилось в пределах 50...100, а коэффициент  $K_{П}$  плотности проволочного ворса в пределах

0,7...0,9; при этом натяг должен составлять - 0,7...1,5 мм. Режимы работы инструмента можно рекомендовать следующие: окружная скорость  $V_{\text{И}}$  для черновой обработки 2...3 м/с, для чистовой - 4...5 м/с. Поперечная подача заготовки определялась по формуле  $S=h \cdot n$  (мм/мин), где  $n$  - частота вращения иглофрезы,  $\text{мин}^{-1}$ ; значение  $h$  (мм) зависит от натяга и диаметра инструмента и определяли опытным путем.

Испытания устройства, работающего по предлагаемому способу, при обработки заготовки полосы из горячекатанного проката из стали 20 показали, что оно срезает с обрабатываемой поверхности окалину вместе с оставленным припуском, усилие прижатия пучков ворса к обрабатываемой поверхности заготовки составляло 200...600 Н на 10 мм ширины рабочей поверхности пучков, а тангенциальная составляющая силы резания равнялась 150...550 Н.

При обработке металлов предлагаемым способом твердость обработанной поверхности повышается, в результате улучшается износостойкость обрабатываемой поверхности и качество обработки, снижается величина шероховатости обрабатываемой поверхности, а также увеличивается производительность обработки и долговечность инструмента. Величина силы импульсного нагружения инструмента составляла  $P_{\text{ИМ}}=255...400$  кН.

Производственные испытания показали, что предлагаемый способ интенсифицирует процесс обработки благодаря воздействию импульсной нагрузки на режущие рабочие элементы, улучшаются условия самозатачивания проволочных элементов пучков ворса.

Способ расширяет технологические возможности иглофрезерования в комбинации с окончательным упрочнением, повышает качество и производительность обработки за счет сообщения пучкам ворса низкочастотных продольных колебаний, интенсифицирует процесс иглофрезерования и упрочнения за счет приложения к пучкам ворса продольной импульсной силы.

Способ позволяет оптимизировать процесс обработки в производственных условиях при изменении обрабатываемого материала, химико-термической операции, режущих проволочных элементов инструмента, технических условий, режимов резания путем замены кольца 12 с различными высотами кулачков и различными расстояниями между ними.

Достижимая в процессе обработки по предлагаемому способу предельная величина шероховатости составляет  $Ra=0,8$  мкм, возможно снижение исходной шероховатости в 2,5 раза.

Микровибрации в процессе благоприятно сказываются на условиях работы по предлагаемому способу. Наложение малого по амплитуде колебательного движения приводит к более равномерному распределению нагрузки на инструмент, вызывает дополнительные циклические перемещения контактных поверхностей инструмента и заготовки, облегчает резание и формирование упрочняемой поверхности. Колебания способствуют лучшему проникновению смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в зону обработки.

При наложении колебаний рабочая поверхность инструмента периодически «отдыхает», что способствует увеличению ее стойкости. Обработка в условиях колебаний резко увеличивает эффективность охлаждающего, диспергирующего и пластифицирующего действия СОЖ вследствие облегчения ее доступа в зону контакта инструмента и заготовки.

Предлагаемый способ расширяет технологические возможности импульсной

обработки резанием и поверхностным пластическим деформированием за счет управления глубиной срезаемого и упрочненного слоя и микрорельефом поверхности путем использования устройства и инструмента специальной формы с большим количеством режущих и деформирующих элементов, что позволяет увеличить  
5 производительность и снизить расходы на изготовление благодаря простоте конструкции.

Источники информации, принятые во внимание:

1. А.с. СССР 824969, МКИ<sup>3</sup> А46В 7/10. Цилиндрическая щетка. Берков Б.В. 2809273-  
10 12; 08.08.79; 30.04.81. Бюл. №16.

#### Формула изобретения

Способ иглофрезерования и упрочнения плоских поверхностей, включающий  
15 сообщение вращательного движения и продольной подачи для создания натяга устройству, содержащему корпус с расположенными в нем пучками проволочного ворса и пружины, и возвратно-поступательное движение обрабатываемой заготовке, отличающийся тем, что пучкам проволочного ворса, выполненным из металлических  
20 проволочек, сообщают дополнительный продольный натяг посредством установки в радиальных пазах на торце корпуса, выполненном в виде диска, упомянутых пучков ворса, перпендикулярно и жестко закрепленных одним концом на торце пластин, противоположным торцом пластины закрепляют на волноводах, которые  
изготавливают в виде ступенчатых цилиндров и располагают в направляющих  
25 периферийных продольных отверстиях корпуса, а другим концом волноводы контактируют с кулачками и создают импульсную продольную нагрузку на пучки ворса и дополнительный натяг, преодолевая сопротивление пружин, при этом кулачки закрепляют на неподвижном кольце с возможностью регулирования вылета волновода в продольном направлении.

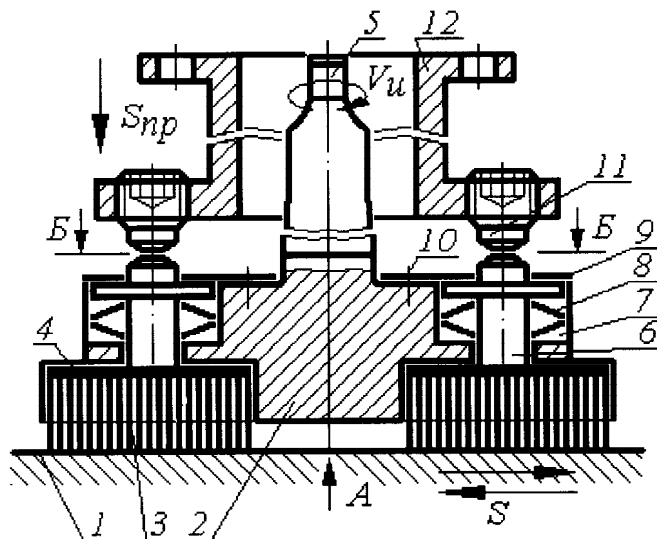
30

35

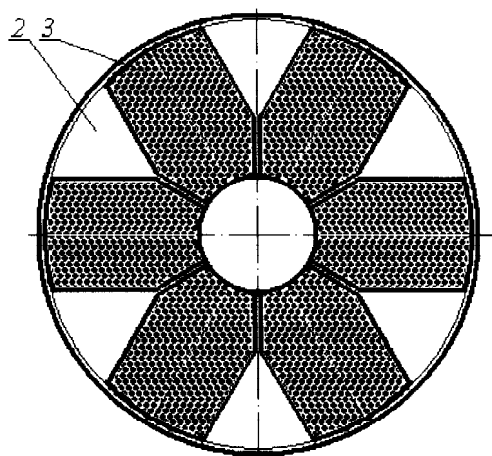
40

45

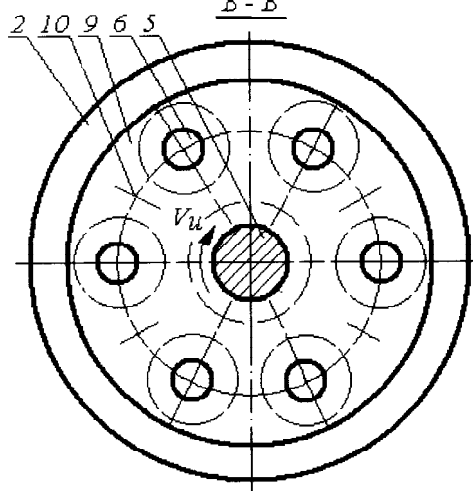
50



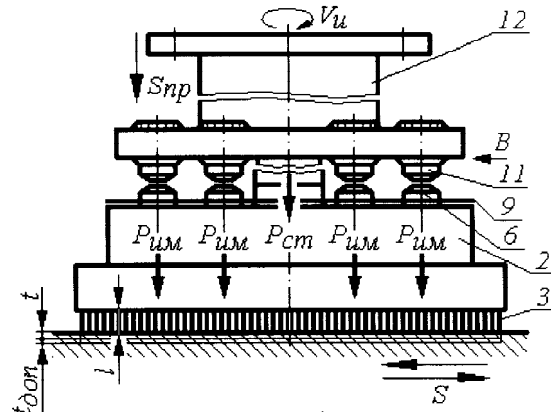
Фиг. 1  
Вид - А



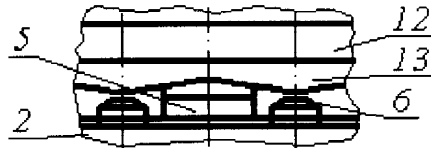
Фиг. 2  
Б-Б



Фиг. 3



Фиг. 4  
Вид - В



Фиг. 5