

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2787289

СПОСОБ РАСТАЧИВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ В ИЗДЕЛИЯХ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

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

Авторы: *Максаров Вячеслав Викторович (RU), Ефимов Александр Евгеньевич (RU), Минин Александр Олегович (RU)*

Заявка № 2022115926

Приоритет изобретения **14 июня 2022 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации **09 января 2023 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **14 июня 2042 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





(51) МПК
B23B 1/00 (2006.01)
B23P 23/04 (2006.01)
B23B 25/00 (2006.01)
B23P 25/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B23B 1/00 (2022.08); *B23P 23/04* (2022.08); *B23B 25/00* (2022.08); *B23P 25/00* (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2022115926, 14.06.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 14.06.2022

Дата регистрации:
 09.01.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.06.2022

(45) Опубликовано: 09.01.2023 Бюл. № 1

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
 ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский ГУ",
 Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Максаров Вячеслав Викторович (RU),
 Ефимов Александр Евгеньевич (RU),
 Минин Александр Олегович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: Максаров В.В. и др.

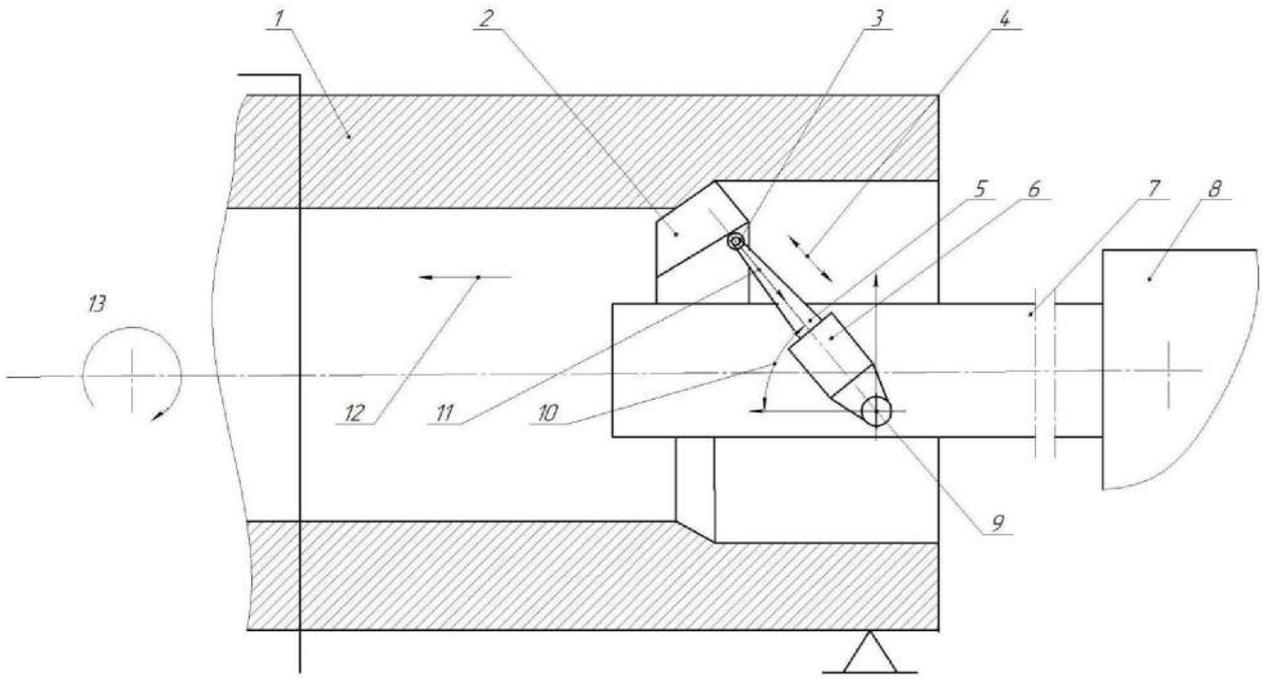
"Технологическое обеспечение качества
 поверхностей изделий из коррозионно-стойких
 алюминиевых сплавов при токарной
 обработке", Металлообработка N 5-6 (119-120),
 2020, с.3-12. RU 2293012 C2, 10.02.2007. CN
 113043155 A, 29.06.2021. CN 109434268 A,
 08.03.2019.

(54) СПОСОБ РАСТАЧИВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ В ИЗДЕЛИЯХ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ
 АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к растачиванию отверстий в изделиях из коррозионных алюминиевых сплавов. Осуществляют установку заготовки в кулачковый патрон, а стержня расточной оправки в резцедержатель. Осуществление генерации ультразвуковых колебаний с дальнейшей передачей ультразвукового воздействия с помощью магнотрикссионного преобразователя и формирование энергии бегущих волн до зоны резания в режиме двойной амплитуды. Расточной резец закрепляют в стержень расточной оправки. С помощью осевого элемента расточной оправки устанавливают магнотрикссионный преобразователь, угол наклона которого

определяют относительно направления вектора схода стружки. Направление ультразвукового волнового воздействия в процессе работы противоположно указанному направлению вектора схода стружки. Ультразвуковая головка поджата к приливу на передней поверхности расточного резца, выполняющего движение в направлении подачи, и формирует энергию бегущих волн от точки контакта с приливом передней поверхности расточного резца в направлении, противоположном направлению вектора схода стружки. В результате повышается качество поверхностей в результате растачивания отверстий в изделиях и снижается износ режущего инструмента. 7 ил., 1 пр.



Фиг. 1

RU 2787289 C1

RU 2787289 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B23B 1/00 (2006.01)
B23P 23/04 (2006.01)
B23B 25/00 (2006.01)
B23P 25/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B23B 1/00 (2022.08); B23P 23/04 (2022.08); B23B 25/00 (2022.08); B23P 25/00 (2022.08)(21)(22) Application: **2022115926, 14.06.2022**(24) Effective date for property rights:
14.06.2022Registration date:
09.01.2023

Priority:

(22) Date of filing: **14.06.2022**(45) Date of publication: **09.01.2023** Bull. № 1

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij GU", Patentno-
litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Maksarov Viacheslav Viktorovich (RU),
Efimov Aleksandr Evgenevich (RU),
Minin Aleksandr Olegovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet» (RU)**(54) **METHOD FOR BORING HOLES IN PRODUCTS FROM CORROSION-RESISTANT ALUMINUM ALLOYS**

(57) Abstract:

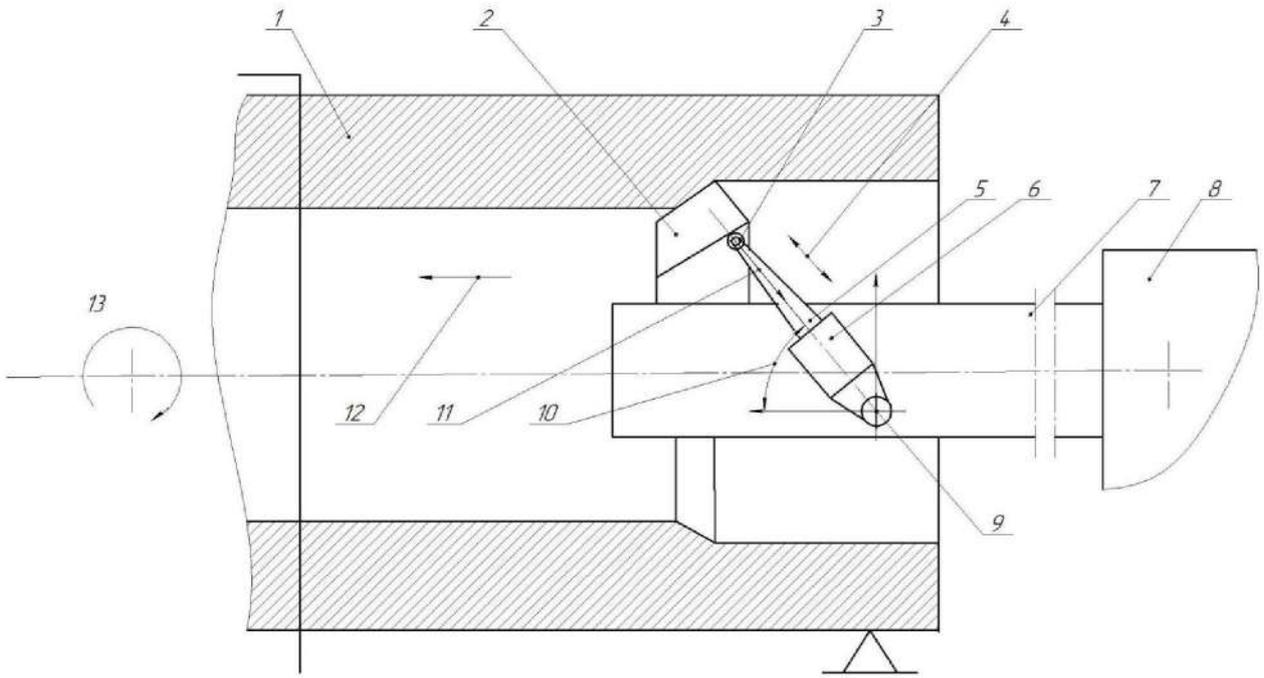
FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to boring holes in products made of corrosive aluminum alloys. The workpiece is installed in the cam chuck, and the boring bar rod is installed in the tool holder. The implementation of the generation of ultrasonic vibrations with further transmission of ultrasonic exposure using a magnetostrictive transducer and the formation of the energy of traveling waves to the cutting zone in the double amplitude mode. The boring cutter is fixed in the boring mandrel bar. Using the axial element of the boring bar, a magnetostrictive transducer is installed, the angle of inclination of which is

determined relative to the direction of the chip flow vector. The direction of the ultrasonic wave action during operation is opposite to the indicated direction of the chip flow vector. The ultrasonic head is pressed against the tide on the front surface of the boring cutter moving in the direction of feed, and generates the energy of traveling waves from the point of contact with the tide of the front surface of the boring cutter in the direction opposite to the direction of the chip flow.

EFFECT: quality of surfaces is improved as a result of boring holes in products and the wear of the cutting tool is reduced.

1 cl, 7 dwg, 1 ex



Фиг. 1

RU 2787289 C1

RU 2787289 C1

Изобретение относится к области машиностроения, а именно к чистовой обработке отверстий в изделиях из коррозионностойких алюминиевых сплавов.

Известен способ комбинированной обработки точением и поверхностным пластическим деформированием (патент RU 2503532, опубл. 10.01.2014). Для повышения 5 производительности формирования в поверхностном слое заготовки остаточных сжимающих напряжений обработку ведут токарным резцом и размещенным с отставанием относительно вершины резца в направлении движения продольной подачи шаровидным деформирующим элементом более высокой твердости по сравнению с 10 твердостью материала обрабатываемой заготовки, установленным в акустическом концентраторе, через осевой канал которого подводят СОЖ. При этом деформирующему элементу и СОЖ сообщают амплитудно-модулированные колебания ультразвуковой частоты.

Недостатком данного способа является приложение ультразвуковых колебаний в радиальном направлении. В результате воздействия на заготовку в радиальном 15 направлении повышается вероятность совпадения ультразвуковых колебаний с колебаниями системы, что приводит к процессу резонанса и снижению качества обработки. Также в результате ультразвукового воздействия в радиальном направлении происходит повышение износа узлов станка.

Известен способ резания материалов (авторское свидетельство СССР SU 447008, 20 опубл. 25.06.1977), где в зону стружкообразования в месте контакта стружки с режущим инструментом вводят индентор сообщаящий ультразвуковые колебания заготовке. Индентор устанавливают на наружную поверхность срезаемого слоя в месте, которое соответствует зоне контакта внутренней поверхности стружки с передней гранью резца. В процессе резания индентору сообщают колебания с ультразвуковой частотой. Радиус 25 округления сферической части индентора, угол его установки относительно оси резца, частоту и амплитуду колебаний назначают в зависимости от условий обработки. В результате локализации ультразвуковых колебаний большой интенсивности разупрочнение материала достигается только в зоне стружкообразования. В случае применения данного способа, для достижения наибольшего эффекта по разупрочнению 30 материала при резании с ультразвуком, не требуются генераторы большой мощности; способ может быть использован при обработке деталей любого веса и размера; эксплуатационные свойства обработанной детали не изменяются, так как разупрочненный в процессе резания материал удаляется со стружкой.

Недостатком данного способа является подвод ультразвуковых колебаний 35 непосредственно в зону резания, т.к. вибрации, возникающие при таком способе, могут нести негативное воздействие на режущий инструмент, а именно на его износостойкость. Также отвод разупрочненного материала, удаляемого со стружкой может привести к снижению качества получаемой поверхности, в результате образования нароста на режущем инструменте при налипании материала с измененными свойствами.

Известен способ ультразвукового точения и устройство для его реализации (авторское 40 свидетельство СССР SU1685687, опубл. 23.10.1991), где ультразвуковые колебания возбуждают в инструменте, соединенном с волноводом акустической головки и передают в зону резания в направлении равнодействующей сил резания. Это осуществляется установкой волновода с резцом в плоскости, перпендикулярной или параллельной оси 45 заготовки (оси центров станка) и в плоскости по направлению подачи. При вращении заготовки со скоростью V и подачей S инструмента, при срезании слоя определенной толщины (глубиной резания t) обрабатываемый материал оказывает сопротивление с силой P , которую можно разложить на составляющие P_x , P_y , P_z . При введении

ультразвуковых колебаний в зону резания в направлении P_z значительно снижается ее величина и в определенной степени уменьшается P_y , однако наибольший эффект повышения качества и производительности обработки может быть достигнут при
5 ультразвуковых колебаний в зону резания по направлению равнодействующей силы P . Это обеспечивается, когда волновод с закрепленным на его конце резцом, установлен в двух плоскостях под углом. Устройство реализует преимущества способа точения с ультразвуком за счет передачи ультразвуковых колебаний в направлении
10 равнодействующей сил резания посредством ориентации волновода с закрепленным на его конце резцом относительно оси центров станка в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Это позволяет повысить точность изготавливаемых деталей в пределах одного квалитета.

Недостатком данного способа является то, что при несовпадении оси ультразвукового воздействия и направления сходящей стружки, происходит снижение вероятности
15 удаления нароста с передней поверхности режущего инструмента.

Известен способ токарной обработки заготовок из капролона (патент RU 2574764, опубл. 10.02.2016). При применении способа заготовке и режущему инструменту сообщают относительное движение формообразования, а подачу осуществляют дискретно, при этом заготовку из капролона подвергают предварительной обработке.
20 Предварительную обработку заготовки производят ультразвуковыми колебаниями частотой от 22 до 25 кГц, амплитудой от 0,1 до 100 мкм, интенсивностью $3 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2$, при этом величина продольной подачи рабочего инструмента ультразвуковой системы равна продольной подаче режущего инструмента.

Недостатком данного способа является направление прикладываемых
25 ультразвуковых воздействий, т.к. в результате прямой подачи на заготовку повышается вероятность возникновения резонанса, вследствие наложения ультразвуковых колебаний на автоколебания системы.

Известен способ обработки отверстий в изделиях из алюминиевых сплавов с применением ультразвуковых колебаний (Максаров В.В., Халимоненко А.Д., Голиков
30 Т.С., Максимов Д.Д. «Технологическое обеспечение качества поверхностей изделий из коррозионностойких алюминиевых сплавов при токарной обработке», Металлообработка № 5-6, с. 119-120, 2020 г.), принятый за прототип. Способ осуществляется следующим образом. Заготовка устанавливается в 3-х кулачковый патрон. В резцедержатель устанавливается стержень расточной оправки, на котором
35 закрепляются резец и магнитострикционный преобразователь так, чтобы направление ультразвукового воздействия, в процессе работы, совпадало с направлением подачи резания.

В процессе обработки с помощью магнитострикционного преобразователя осуществляется генерация ультразвуковых колебаний, с дальнейшей передачей
40 ультразвукового воздействия. На этапе обработки заготовки, ультразвуковая головка, поджатая к боковой поверхности державки резца, формирует энергию бегущих волн до зоны резания в режиме двойной амплитуды, в направлении подачи резания.

Результатом такой обработки является то, что энергия бегущих волн по стержню державки не позволяет образовывать нарост при сходе стружки по передней поверхности
45 инструмента и, соответственно, налипание слоев нароста на обрабатываемую поверхность заготовки, что оказывает положительное влияние на качество обработки и обеспечивает улучшение шероховатости поверхности детали.

Недостатком данного способа является направление приложения ультразвуковых

колебаний, т.к. повышается износ режущего инструмента, в результате увеличения пройденного им пути. При разработке данного способа не учтена вероятность наложения ультразвуковых колебаний на автоколебания системы, что может привести к возникновению резонанса.

5 Техническим результатом способа является повышение качества поверхностей в результате растачивания отверстий в изделиях из коррозионностойких алюминиевых сплавов.

Технический результат достигается тем, что расточной резец закрепляют в стержень расточной оправки, с помощью осевого элемента расточной оправки устанавливают магнитоотрицательный преобразователь, угол наклона которого определяют относительно направления вектора схода стружки, при этом направление ультразвукового волнового воздействия, в процессе работы, должно быть противоположно заданному направлению, ультразвуковая головка, которая поджата к приливу на передней поверхности расточного резца, который выполняет движение в направлении подачи, формирует энергию бегущих волн от точки контакта с приливом передней поверхности расточного резца, в направлении противоположном направлению вектора схода стружки.

Способ поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - общая схема процесса резания с применением ультразвукового воздействия;

10 фиг. 2- профилограмма поверхности, получаемой в результате токарной обработки без ультразвукового воздействия;

фиг. 3 - поверхность, получаемая в результате токарной обработки без ультразвукового воздействия;

фиг. 4 - профилограмма поверхности, получаемой в результате применения способа, взятого за прототип;

фиг. 5 - поверхность, получаемая в результате применения способа, взятого за прототип;

фиг. 6 - профилограмма поверхности, получаемой в результате применения способа растачивания отверстий в изделиях из коррозионностойких алюминиевых сплавов;

30 фиг. 7 - поверхность, получаемая в результате применения способа растачивания отверстий в изделиях из коррозионностойких алюминиевых сплавов, где:

1 - заготовка;

2 - расточной резец;

3 - ультразвуковая головка;

35 4 - двойная амплитуда;

5 - концентратор с излучателем ультразвука;

6 - магнитоотрицательный преобразователь;

7 - расточная оправка;

8 - резцедержатель;

40 9 - осевой элемент расточной оправки;

10 - угол наклона магнитоотрицательного преобразователя;

11 - вектор схода стружки;

12 - направление подачи инструмента;

13 - направление вращения заготовки.

45 Способ осуществляется следующим образом. Заготовка 1 (фиг. 1) устанавливается в 3-х кулачковый патрон. В резцедержатель 8 устанавливается стержень расточной оправки 7, на котором закрепляется расточной резец 2, в зависимости от направления вращения заготовки 13, и с помощью осевого элемента расточной оправки 9

закрепляется магнитострикционный преобразователь 6. При закреплении угол наклона магнитострикционного преобразователя 10 определяется относительно направления вектора схода стружки 11 так, чтобы направление ультразвукового волнового воздействия, в процессе работы, было противоположно заданному направлению. Также, при установке необходимо, чтобы ультразвуковая головка 3, которая установлена на концентраторе с излучателем ультразвука 5, в точке контакта с расточным резцом 2 обеспечивала плотный контакт к его поверхности.

Далее с помощью магнитострикционного преобразователя 6 осуществляется генерация ультразвуковых колебаний, с дальнейшей передачей ультразвукового воздействия. На этапе обработки заготовки 1, ультразвуковая головка 3, поджатая к приливу на передней поверхности расточного резца 2, выполняющего движение в направлении подачи 12, формирует энергию бегущих волн от точки контакта с приливом передней поверхности расточного резца до зоны резания в режиме двойной амплитуды, в направлении противоположном направлению вектора схода стружки 11.

В процессе технологической обработки, происходит формирование энергии бегущих волн от точки контакта резонансного волновода с резцом до зоны резания в режиме двойной амплитуды противоположно направлению вектора схода стружки, что не позволяет образовать нарост при сходе стружки по передней поверхности резца и налипание слоёв нароста на обрабатываемую поверхность изделий из коррозионностойких алюминиевых сплавов.

Пример, подтверждающий работоспособность способа.

Предлагаемый способ растачивания цилиндрического отверстия в изделии из коррозионностойкого алюминиевого сплава, посредством ультразвукового волнового воздействия на режущий инструмент, был применен на токарном станке с ЧПУ и выполнялся с диапазоном частот от 40 до 80 кГц, при растачивании отверстия в диаметр 150 мм, с глубиной резания 0,25 мм.

При проведении обработки были использованы следующие параметры резания: $S = 0,4$ мм/об, $V = 155$ м/мин.

В качестве результата были получены профилограммы обработанных поверхностей, при этом шероховатость необработанной поверхности составляла $Ra = 6,4$ мкм.

При применении растачивания без ультразвукового воздействия, шероховатость обработанной поверхности составляет $Ra = 3,1$ мкм (фиг. 2). Получаемая, при обычной токарной обработке, поверхность (фиг. 3) требует дополнительной обработки для достижения необходимых параметров качества.

В случае растачивания с применением способа ультразвукового воздействия в направлении подачи резания, взятого за прототип, результатом является поверхность с шероховатостью $Ra = 1,4$ мкм (фиг. 4). Получаемая, при таком способе, поверхность показана на фиг. 5.

В результате растачивания с применением ультразвукового волнового воздействия в направлении противоположном направлению вектора схода стружки, была получена поверхность с шероховатостью $Ra = 1,31$ (фиг. 6). Поверхность, полученная в результате применения данного способа (фиг. 7) является более качественной, в сравнении с ранее описанными способами, что подтверждает и получаемая шероховатость.

Способ позволяет за счет ультразвукового волнового воздействия на процесс стружкообразования, приводит к снижению вероятности образования нароста на режущем инструменте, повышению вероятности срыва нароста, в случае его образования, вследствие чего снижается износ режущего инструмента.

(57) Формула изобретения

Способ растачивания отверстий в изделиях из коррозионных алюминиевых сплавов, включающий установку заготовки в кулачковый патрон, установку стержня расточной оправки в резцедержатель, осуществление генерации ультразвуковых колебаний с дальнейшей передачей ультразвукового воздействия с помощью магнитострикционного преобразователя и формирование энергии бегущих волн до зоны резания в режиме двойной амплитуды, отличающийся тем, что расточной резец закрепляют в стержень расточной оправки, с помощью осевого элемента расточной оправки устанавливают магнитострикционный преобразователь, угол наклона которого определяют относительно направления вектора схода стружки, при этом направление ультразвукового волнового воздействия в процессе работы противоположно указанному направлению вектора схода стружки, причем ультразвуковая головка поджата к приливу на передней поверхности расточного резца, выполняющего движение в направлении подачи, и формирует энергию бегущих волн от точки контакта с приливом передней поверхности расточного резца в направлении, противоположном направлению вектора схода стружки.

20

25

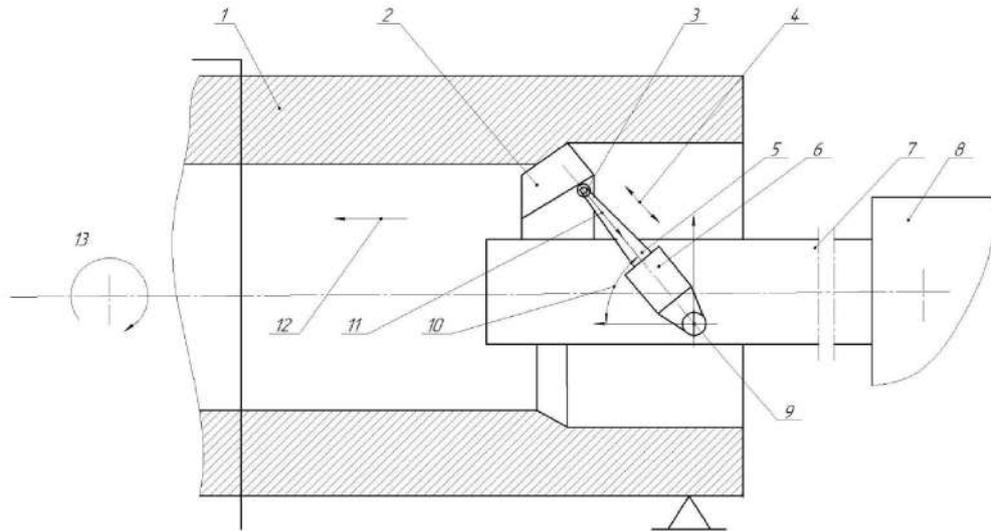
30

35

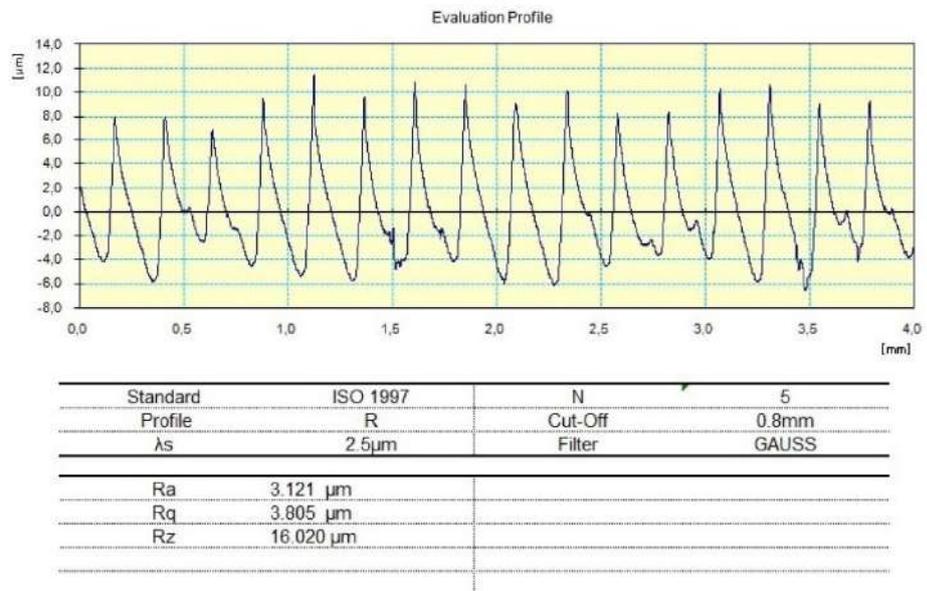
40

45

1

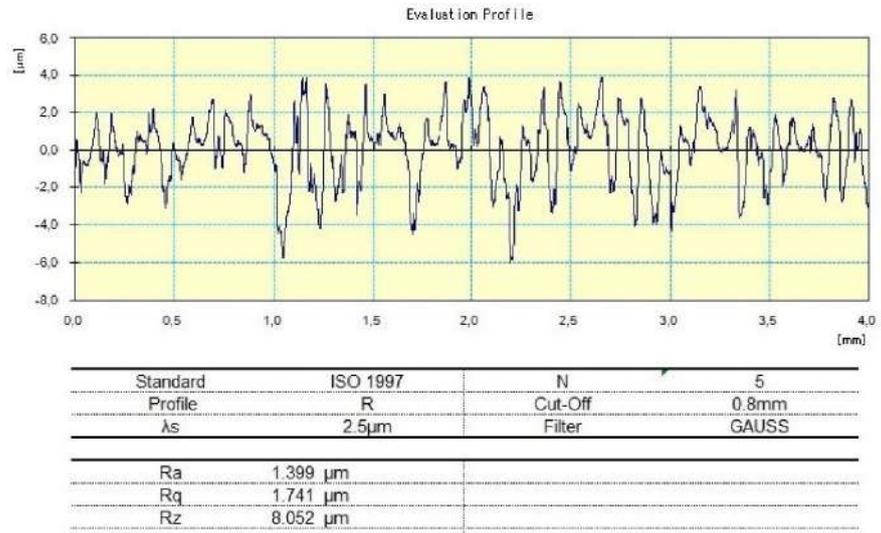


Фиг. 1

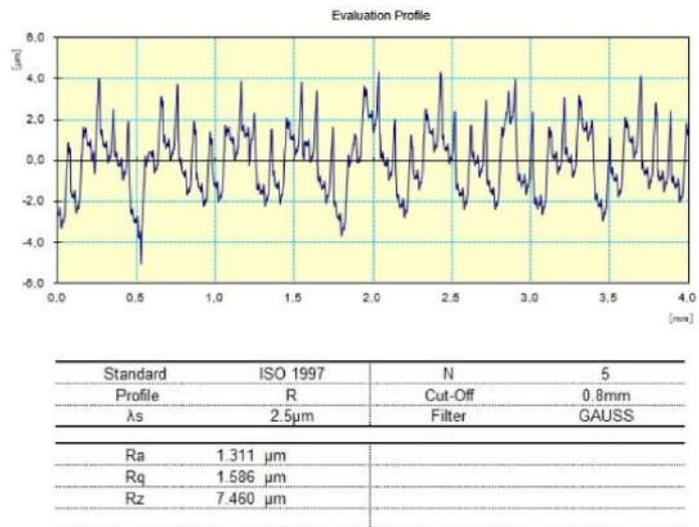


Фиг. 2

2



Фиг. 3



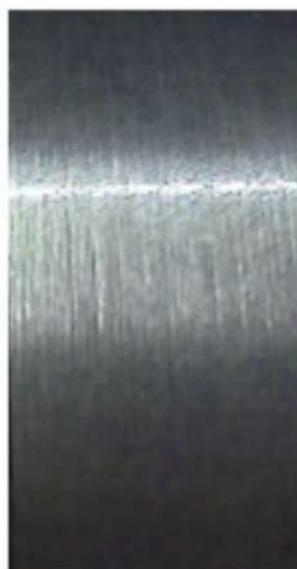
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7