# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

- (19) **BY** (11) **9181**
- (13) **C1**
- (46) 2007.04.30
- (51)<sup>7</sup> **B 28D 1/14**

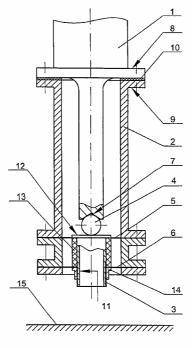
# (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ

- (21) Номер заявки: а 20040336
- (22) 2004.04.13
- (43) 2005.12.30
- (71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)
- (72) Авторы: Минченя Николай Тимофеевич; Степаненко Дмитрий Александрович (ВҮ)
- (73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (BY)
- (56) Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки / Под общей редакцией Волосатова В.А. Ленинград: Машиностроение, 1988. С. 596.
  - Степаненко Д.А. Разработка конструкции устройства для размерной обработки свободными зернами абразива. Минск. Тезисы докладов VIII Республиканской научно-технической конференции студентов и аспирантов "НИРС-2003", 2003. С. 66.

SU 309839, 1971. GB 1094115, 1967.

(57)

1. Устройство для размерной обработки хрупких материалов, в частности сверлением, содержащее расположенную в корпусе акустическую колебательную систему с концентратором, имеющим отверстие на выходном торце, и сменный инструмент, отличающееся



Фиг. 1

тем, что в отверстии концентратора размещен сферический ударный элемент, взаимодействующий со сменным инструментом, установленным с возможностью перемещения в осевом направлении относительно корпуса, при этом акустическая колебательная система и корпус выполнены с возможностью перемещения в осевом направлении.

- 2. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что сменный инструмент связан с корпусом посредством двух мембран.
- 3. Устройство по п. 1 или 2, **отличающееся** тем, что формообразующая часть сменного инструмента имеет трубчатую форму.
- 4. Устройство по п. 3, **отличающееся** тем, что сменный инструмент содержит формообразующую часть с выполненным в ней сквозным осевым отверстием и пластину, закрепленную на обращенной к ударному элементу торцевой поверхности формообразующей части.
- 5. Устройство по п. 1 или 2, **отличающееся** тем, что формообразующая часть сменного инструмента выполнена в виде стержня.

Изобретение относится к устройствам для размерной обработки, в частности сверлением, хрупких материалов, таких как камень, стекло, ферриты, твердые сплавы и т.п.

Известно устройство для размерной обработки хрупких материалов, содержащее расположенную в корпусе акустическую колебательную систему с концентратором и сменный инструмент, в котором сменный инструмент выполнен в виде полого стержня полуволновой длины, имеющего алмазоносный слой [1]. Инструмент снабжен фланцем и крепится к концентратору акустической колебательной системы посредством резьбового хвостовика. Точное центрирование инструмента относительно концентратора осуществляется с помощью центрирующего пояска. Инструменту сообщаются движение подачи в осевом направлении и вращательное движение относительно оси. Недостатком устройства является конструктивная сложность инструмента.

Наиболее близким к заявляемому устройству является устройство для размерной обработки хрупких материалов, содержащее расположенную в корпусе акустическую колебательную систему с концентратором, имеющим резьбовое отверстие на выходном торце, и сменный инструмент [2] и предназначенное для обработки свободными зернами абразива, подаваемого в зону обработки в виде абразивной суспензии. При сверлении отверстий диаметром более 20 мм и вырезании цилиндрических заготовок сменному инструменту придают трубчатую форму. При сверлении отверстий диаметром менее 20 мм инструмент выполняют в виде стержня. Для облегчения подачи абразивной суспензии в зону обработки в трубчатом инструменте могут выполняться окна, а в стержневом - пазы на боковой поверхности и на торце. При этом, если возможно, инструменту или заготовке придают вращательное движение. Недостатками описанного устройства являются низкая производительность обработки и затрудненные условия доступа абразивной суспензии в зону обработки.

Задачами изобретения являются увеличение производительности обработки по сравнению с известными устройствами и обеспечение свободного доступа абразивной суспензии в зону обработки.

Поставленные задачи решаются тем, что в устройстве для размерной обработки хрупких материалов, содержащем расположенную в корпусе акустическую колебательную систему с концентратором, имеющим отверстие на выходном торце, и сменный инструмент, в отверстии концентратора размещен сферический ударный элемент, взаимодействующий со сменным инструментом, установленным с возможностью перемещения в осевом направлении относительно корпуса. При этом акустическая колебательная система и корпус выполнены с возможностью перемещения в осевом направлении.

В предпочтительном варианте реализации изобретения сменный инструмент связан с корпусом посредством двух мембран.

В предпочтительных вариантах реализации изобретения формообразующая часть сменного инструмента может выполняться трубчатой формы или в виде стержня. Инструменты с формообразующей частью стержневой формы предназначены для сверления отверстий малого диаметра, а трубчатой формы - для сверления отверстий большого диаметра и вырезания заготовок, форма поперечного сечения которых определяется формой поперечного сечения формообразующей части. Трубчатый инструмент в предпочтительном варианте реализации изобретения содержит формообразующую часть с выполненным в ней сквозным осевым отверстием и пластину, закрепленную на обращенной к ударному элементу торцевой поверхности формообразующей части.

В заявляемом устройстве используется так называемая разомкнутая акустическая колебательная система. Особенностью конструкции разомкнутых акустических колебательных систем является наличие одного или нескольких промежуточных элементов, размещаемых с возможностью перемещения относительно концентратора колебательной системы между торцом концентратора и обрабатываемой поверхностью. При этом концентратор выполняется с возможностью перемещения в осевом направлении. В заявляемом устройстве в качестве промежуточных элементов использованы сферический ударный элемент и сменный инструмент. Разомкнутые акустические колебательные системы характеризуются тем, что при определенных условиях они переходят в виброударный режим работы. При этом в системе помимо ультразвуковых колебаний возникают низкочастотные колебания промежуточных звеньев, обусловленные динамическим уводом концентратора. Известно [3], что колебания в виброударных системах состоят из ряда циклов. В начале каждого цикла происходит увеличение увода звеньев колебательной системы, то есть затягивание колебаний по амплитуде. Заканчивается цикл срывом колебаний, то есть их затуханием по амплитуде с последующим силовым замыканием звеньев колебательной системы. Амплитуда низкочастотных колебаний звеньев виброударной акустической системы может в десятки раз превышать амплитуду ультразвуковых колебаний обычных акустических колебательных систем. Значительное увеличение амплитуды колебаний звеньев, достигаемое в разомкнутой акустической колебательной системе, приводит к значительному увеличению динамической силы, действующей на зерна абразива в момент их контакта со сменным инструментом, что, в свою очередь, приводит к увеличению производительности обработки. Кроме того, значительная амплитуда низкочастотных колебаний звеньев виброударной акустической системы приводит к возникновению в процессе обработки значительных зазоров между рабочей поверхностью сменного инструмента и поверхностью заготовки, что облегчает доступ абразивной суспензии в зону обработки.

Более подробно один из возможных предпочтительных вариантов реализации заявляемого устройства будет рассмотрен ниже со ссылками на позиции чертежей. При этом следует учитывать, что данный вариант никоим образом не ограничивает притязаний заявителя, а предназначен только для более наглядной иллюстрации достоинств и преимуществ заявляемого устройства по сравнению с существующим уровнем техники.

На чертежах изображены:

- фиг. 1 общий вид одного из возможных вариантов реализации заявляемого устройства (вид сбоку, схематично);
- фиг. 2 общий вид одного из возможных вариантов реализации заявляемого устройства (вид снизу, схематично).

Устройство состоит из акустической колебательной системы с концентратором 1, корпуса 2, трубчатого сменного инструмента 3, сферического ударного элемента 4 и двух плоских мембран 5 и 6 с центральным отверстием. Ударный элемент 4 размещен в коническом отверстии 7, выполненном на выходном торце концентратора 1 акустической ко-

лебательной системы. Корпус 2 закреплен посредством винтов на фланце 8 концентратора 1 акустической колебательной системы. Для предотвращения распространения колебаний на корпус 2 и минимизации потерь акустической энергии между фланцем 8 концентратора 1 и фланцем 9 корпуса 2 размещена прокладка 10 из звукопоглощающего материала. В данном примере реализации сменный инструмент 3 содержит формообразующую часть 11, снабженную сквозным осевым отверстием, и плоскую круглую пластину 12, связанную с формообразующей частью 11 преимущественно посредством пайки. Подобная конструкция сменного инструмента 3 позволяет минимизировать его массу, что способствует возникновению в акустической системе низкочастотных колебаний значительной амплитуды. Мембраны 5 и 6 защемлены своими внешними краями между плоскостями разъема корпуса 2. Внутренний край мембраны 5 защемлен между пластиной 12 и торцом распорной втулки 13. Осевое усилие создается с помощью гайки 14, закрепленной на формообразующей части 11 сменного инструмента 3. Внутренний край мембраны 6 защемлен между торцом распорной втулки 13 и торцом гайки 14.

Устройство работает следующим образом.

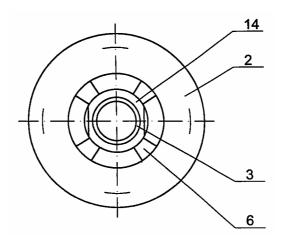
На поверхность 15 заготовки в зоне обработки наносят абразивный материал, например в виде абразивной суспензии. Приводят в контакт свободную торцевую поверхность сменного инструмента 3 с поверхностью 15 заготовки в зоне обработки. Акустическую колебательную систему возбуждают от ультразвукового генератора (на чертеже не изображен). Путем подстройки частоты возбуждения добиваются возникновения в разомкнутой колебательной системе резонансного виброударного режима. При этом о возникновении резонансного режима можно судить по уровню акустического шума, возникающего при работе устройства. Колебания от концентратора 1 акустической колебательной системы передаются сферическому ударному элементу 4, размещенному в коническом отверстии 7 и далее через пластину 12 на формообразующую часть 11 сменного инструмента 3. Последний перемещается в осевом направлении внутри корпуса 2 за счет деформации мембран 5 и 6. Под действием колебаний, сообщаемых ударным элементом 4, сменный инструмент 3 наносит удары по зернам абразива, нанесенным на поверхность 15 заготовки в зоне обработки, в результате чего происходит выкалывание частиц обрабатываемого материала. При этом вследствие возникновения в процессе обработки значительных зазоров между рабочей поверхностью сменного инструмента 3 и поверхностью 15 заготовки происходит постоянное поступление абразивной суспензии в зону обработки и ее регенерация.

С помощью представленного на фиг. 1 и 2 устройства в заготовках из хрупких материалов можно выполнять замкнутые пазы и сквозные отверстия, а также вырезать заготовки с различной формой поперечных сечений. Форма упомянутых пазов, отверстий и заготовок будет зависеть от формы профиля поперечного сечения сменного инструмента 3: круглое, треугольное, прямоугольное и т.п.

Кроме того, в случае использования стержневых сменных инструментов в заготовках могут быть выполнены глухие отверстия любой необходимой формы.

### Источники информации:

- 1. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки / Под общ. ред. В.А. Волосатова. Л.: Машиностроение, 1988. С. 630-631.
- 2. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки / Под общ. ред. В.А. Волосатова. Л.: Машиностроение, 1988. С. 596.
- 3. Бабицкий В.И., Джохадзе Ш.Р., Кобринский А.Е. и др. "Затягивание" колебаний в виброударной системе. Машиностроение, 1968. С. 17-23.



Фиг. 2