

вузов России. Радиоэлектроника. – 2023. – Т. 26, № 4. – С. 6–32.

2. Грехов, И. В. Лавинный пробой р-п-перехода в полупроводниках / И. В. Грехов, Ю. Н. Сережкин. – Л.: Энергия. Ленингр. отделение, 1980. – 152 с.

УДК 621.822.7:621.7.083

ПЛАНЕТАРНАЯ ДОВОДКА ШАРИКОВ ИЗ КАМНЕСАМОЦВЕТНОГО СЫРЬЯ

Луговой В. П., Попов Р. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Аннотация. Рассматривается модернизированное устройство доводки шариков, совершающих планетарное движение, что позволяет ускорить процесс их обработки.

Ключевые слова: устройство, доводка, шарик, камнесамоцветы.

PLANETARY FINISHING OF BALLS FROM GEMSTONE RAW MATERIALS

Lugovoi V. P., Popov R. A.

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Abstract. A modernized device for finishing balls performing planetary motion is being considered, which allows for speeding up the process of their processing.

Keywords: device, finishing, balls, gemstones.

*Адрес для переписки: Луговой В. П., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: lugovoi@bntu.by*

В современных условиях шарик из неметаллов являются часто используемыми элементами украшений. Спрос на них неуклонно растет в различных отраслях, включая ювелирную. Такие шарик могут быть изготовлены из различных камнесамоцветных материалов, керамики, ситаллов, поли- и монокристаллических структур [1]. Зачастую они отличаются хрупкостью, что ограничивает применение многих известных способов для обработки твердых материалов. Сложность доводки шариков заключается в обеспечении их трехосного вращения с целью повышения равномерности шлифования по всему поверхности в абразивной среде и в результате – повышения точности формы и размеров.

Существует множество способов доводки шариков из металлов, большая часть из которых имитирует работу упорного подшипника, один из инструментов в котором имеет U-образную или V-образную канавку. Недостаток таких устройств заключается в том, что шарик получают в процессе обкатки преимущественно одно- или двухосное вращение [2], поэтому они не всегда применимы для обработки неметаллических шариков.

Широко используемым способом шлифования шариков из хрупких материалов, нашедшим применение в оптическом производстве, является способ, обеспечивающий планетарное движение заготовки между двумя дисками [3]. Данный способ дает необходимую точность обработки, однако не обладает высокой производительностью шлифования. Подобные схемы обработки предложены в устройствах, приведенных в [4–6].

Сложное движение шариков по замкнутой кривой второго порядка достигается в способе обработки шариков [7], в котором либо изменяется траектория движения инструмента-планшайбы, ей придается движение по эллиптической или любой

другой замкнутой кривой, либо изменяется скорость ее вращения. К недостаткам такого способа следует отнести усложненность привода планетарного движения планшайбы.

В статье [8] предложен метод обработки шариков в устройстве, которое позволяет изменить скорость и направление вращения шариков вокруг своих осей без дополнительных источников движения. Однако дополнительное движение шариков достигается при кратковременном изменении угловой скорости диска.

В настоящей работе предлагается модернизировать данное устройство для планетарной обработки шариков (рисунок 1, а), которое достигается путем применения дополнительной направляющей движения диска. Это позволяет достигнуть равномерного съема материала заготовки.

Устройство состоит из привода с кривошипом, стола с оснасткой, совершающего планетарное движение, и диска с коническими отверстиями, который служит инструментом.

Шарик 1 находится между диском с коническими отверстиями 2, и столом 4. Стол 4 совершает планетарное движение, передаваемое ему кривошипом 8. Верхний диск 2 получает периодическое движение, возникающее при касании его боковой поверхности с губчатой резиной полукруглой направляющей 6. Для увеличения трения стол 4 покрыт листовой резиной 3. Таким образом осуществляется совместное движение стола 4 (с угловой скоростью ω) и (циклическим дополнительным движением $S_{\text{доп}}$) диска 2. Для увеличения трения шарика 1 на палец 5 воздействует нагрузка Р. Нагрузка так же способствует интенсивности съема материала заготовки. Траектория движения шарика при этом способе обработки имеет вид сложной циклоиды

(рисунок 1, б). Для одного полного оборота диска вокруг своей оси и замыкания циклоиды необходимо не менее восьми поворотов кривошипа. Такая траектория имеет два циклически повторяющихся участка. Участок 1 характерен плавным изменением вектора скорости шарика и имеет радиус аппроксимации, совпадающий с радиусом U-образной направляющей. Участок 2 характерен изменением вектора скорости шарика по радиусу плеча кривошипа. Чередования двух этих участков на траектории и придает необходимое движение шарика для его равномерной обработки.

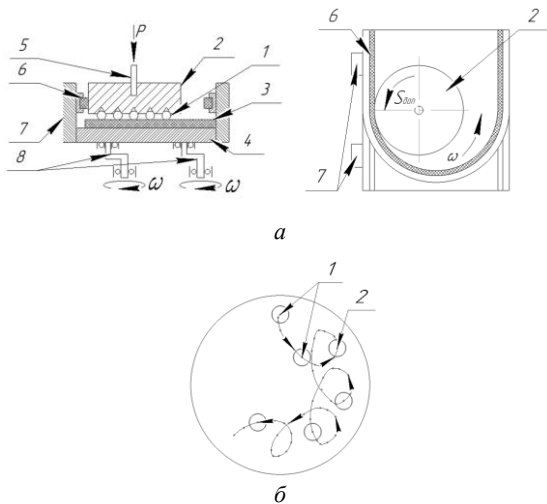


Рисунок 1 – Схема устройства для осуществления планетарной обработки шариков (а) и траектория движения шарика при таком способе (б)

Литература

1. Технология обработки ювелирных камней: учебное пособие / В. П. Луговой. – Москва: ИНФРА-М, 2025. – 315 с. – (Высшее образование).
2. Ящерицын, П. И. Тонкие доводочные процессы обработки деталей машин и приборов / П. И. Ящерицын, А. Г. Зайцев, А. И. Барботько. – Мн.: Наука и техника, 1976. – 328 с.
3. Михнев, Р. Л. Оборудование оптических цехов: учебник для техникумов / Р. Л. Михнев, С. К. Штандель. – М.: Машиностроение, 1991. – 367 с.
4. Способ шлифования шариков: пат. 1510250 Рос. Федерация: МПК В24В 11/02 / Л. Н. Васин, И. Коробченко; заявитель и патентообладатель ВНИИ абразивов и шлифования. – № 4645892/08; заявл. 15.03.1991; опубл. 10.12.1995, Бюл. № 34. – 5 с.
5. Способ обработки шариков из оптических материалов: авт. св. 31572794 СССР: МПК В24В 11/02 / Н. Н. Николаев, А. Орбинский, Т. М. Акрамовская; заявитель Ленинградское оптико-механическое объединение. – № 4567890/08; заявл. 12.01.1988; опубл. 23.06.1990, Бюл. № 23. – 3 с.
6. Способ обработки шариков: авт. св. 1787747 СССР: МПК В24В 11/02 / К. Г. Щетникович, Б. Б. Стальмошонок; заявитель Белорусский государственный технологический университет. – № 4789654/08; заявл. 20.05.1991; опубл. 15.01.1993, Бюл. № 2. – 4 с.
7. Устройство для обработки шариков: авт. св. 1713819 СССР: МПК В24В 11/02 / А. С. Лобанкин; заявитель Московский станкоинструментальный институт. – № 4723561/08; заявл. 10.11.1990; опубл. 23.02.1992, Бюл. № 7. – 3 с.
8. Луговой, В. П. Шлифование шариков из натурального камня / В. П. Луговой, Р. А. Попов // Наука и техника. – 2022. – Т. 65, № 4. – С. 45–52.

УДК 621.1: 679.8

СПОСОБ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ШАРИКОВ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Луговой В. П., Попов Р. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Аннотация. Предложен способ шлифования шариков из неметаллических материалов с использованием ультразвуковых колебаний.

Ключевые слова: шарики из неметаллических материалов, обработка, способ, ультразвуковые колебания.

A METHOD FOR ULTRASONIC TREATMENT OF BALLS MADE OF NON-METALLIC MATERIALS

Lugovoi V. P., Popov R. A.

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Abstract. A method for grinding balls made of non-metallic materials using ultrasonic vibrations is proposed.

Keywords: non-metallic balls, processing, method, ultrasonic vibrations is proposed.

Адрес для переписки: Луговой В. П., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: lugovoi @bntu.by

Твердые неметаллических материалы (ситаллы, керамика и монокристаллические структуры) широко используются в приборостроении и машиностроении. Такие материалы имеют ряд эксплуатационных качеств: широкий диапазон рабочих температур; низкие коэффициенты теплового расширения; химическую

и коррозионную стойкость. Шарики из этих материалов могут служить в качестве деталей подшипников, а также быть частью оптических систем или в качестве вставок в ювелирных изделиях [1]. Однако высокая твердость, а вместе с тем и хрупкость сужают спектр способов изготовления этих деталей.