



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО СССР
(ГОСПАТЕНТ СССР)

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4839688/08
(22) 14.06.90
(46) 15.01.93. Бюл. № 2
(71) Белорусский политехнический институт
(72) К.Г.Щетникович и Б.Б.Стальмошенок
(56) Заявка Японии № 53-10713,
кл. В 24 В 11/06, 1978.

Плоткина В.Ф. Производство подшипников качения в Японии, - М.: НИИНавтопром, 1967, с.43.

(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ ШАРИКОВ

(57) Использование: в области абразивной обработки сферических поверхностей при

2

изготовлении шариков из твердых и хрупких материалов. Сущность: шарики обрабатывают между двумя приводными дисками со смещенными осями вращения. Верхний диск - плоский, а нижний имеет кольцевые канавки одинакового среднего диаметра D , центры которых лежат на одной окружности диска. В каждой канавке размещают по одному шарик. Оба диска вращают в одном направлении, при этом соотношение угловых скоростей выбирают в зависимости от величины смещения осей дисков и расположения кольцевых канавок. 3 ил.

Изобретение относится к области абразивной обработки сферических поверхностей и может быть использовано при изготовлении шариков из твердых и хрупких материалов.

Известен способ обработки шариков между двумя эксцентрично расположенными вращающимися дисками с плоскими рабочими поверхностями. Недостатком способа является низкая точность обработки вследствие двухточечного контакта шариков с инструментом.

Наиболее близким техническим решением является способ обработки шариков, которые размещают в концентрических кольцевых канавках нижнего приводного диска и прижимают верхним плоским приводным диском, ось вращения которого смещена относительно оси нижнего диска. Недостатком способа является невысокая точность обработки и наличие поверхностных дефектов на шариках вследствие их контакта друг с другом в рабочей зоне.

Целью изобретения является повышение качества и точности обработки.

Поставленная цель достигается тем, что в способе обработки шариков, при котором верхний и нижний диски устанавливают с эксцентриситетом, сообщают им вращение, а шарики размещают в кольцевых канавках нижнего диска и прижимают верхним плоским диском, нижний диск берут с кольцевыми канавками одинакового среднего диаметра, центры которых лежат на одной окружности диска, в каждой канавке размещают по шарик, при этом вращение дисков осуществляют в одном направлении, а соотношение их угловых скоростей выбирают из условия: $0 < \frac{\omega_n}{\omega_b} < 2$, где ω_n и ω_b - угловые скорости вращения нижнего и верхнего дисков соответственно.

Заявленный диапазон соотношений угловых скоростей вращения нижнего и верхнего дисков обеспечивает перемещение шарика по всей длине кольцевой канавки за каждый оборот нижнего диска. Перемеще-

(19) SU (11) 1787747 A1

ние шарика сопровождается его качением вдоль кольцевой канавки и вращением в плоскости, перпендикулярной касательной к окружности среднего диаметра канавки и проходящей через центр шарика. Такая кинематика шариков в рабочей зоне обеспечивает равномерное нанесение следов обработки на сферическую поверхность изделий.

На фиг. 1 изображена схема реализации предложенного способа обработки шариков, продольный разрез; на фиг. 2 — вид рабочей поверхности нижнего диска (положение верхнего диска показано пунктиром); на фиг. 3 — положения шарика в кольцевой канавке.

Предлагаемый способ обработки шариков включает вращение обрабатываемого шарика 1 нижним приводным диском 2 и верхним плоским приводным диском 3, расстояние между осями вращения которых O_H и O_B равно e . На нижнем диске 2 выполнены кольцевые канавки 4 средним диаметром D , центры которых расположены на окружности радиусом R . В каждой канавке 4 размещают по одному шарик 1.

Диски 2 и 3 вращают с угловыми скоростями ω_H и ω_B , при этом их отношение зависит от величин e , R , D . Вследствие различия скоростей V_H и V_B точек контакта шарика 1 соответственно с нижним 2 и верхним 3 дисками он перемещается по кольцевой канавке 4.

Шарик сделает полный оборот в кольцевой канавке за один оборот нижнего диска, если его центр будет перемещаться вдоль канавки средним диаметром D со скоростью $V_{ш} = 0,5 \omega_H D$. Скорость перемещения точки контакта с шариком верхнего диска относительно нижнего диска $V_{отн} = |V_B - V_H|$ должна быть не менее $2V_{ш} = \omega_H D$ (т.к. центр шарика перемещается не менее чем в два раза медленнее $V_{отн}$). Перемещение шарика по всей длине кольцевой канавки возможно, если вектор $V_{отн}$ постоянно изменяет свое положение относительно вектора V_H . Для этого необходимо, чтобы диски вращались в одном направлении и на максимальном удалении кольцевой канавки от центра верхнего диска ($R + e$) его линейная скорость превышала линейную скорость нижнего диска, а на минимальном удалении ($R - e$) была бы ниже скорости нижнего диска (вектор $V_{отн}$ в этом случае делает полный оборот вокруг конца вектора V_H за один оборот нижнего диска). Указанные выше условия можно записать в виде неравенств:

$$\omega_B(R + e) - \omega_H R > \omega_H D;$$

$$\omega_H R - \omega_B(R - e) > \omega_H D,$$

а следовательно,

$$\frac{\omega_H}{\omega_B} < \frac{R + e}{R + D}$$

$$\frac{\omega_H}{\omega_B} > \frac{R - e}{R - D}$$

5 Диапазон возможных соотношений угловых скоростей нижнего и верхнего дисков может быть определен выражением:

$$\frac{R - e}{R - D} < \frac{\omega_H}{\omega_B} < \frac{R + e}{R + D}.$$

10 Если соотношение ω_H/ω_B не попадает в указанный диапазон, то шарик перемещается не по всей длине канавки, а по некоторому ее участку. Канавка изнашивается неравномерно по длине, что приводит к снижению точности обработки.

15 Численные значения границ диапазона соотношения ω_H/ω_B определяются исходя из следующих рассуждений. Максимальная величина расстояния между осями дисков e не может быть больше радиуса R окружности, на которой расположены центры кольцевых канавок. Минимальная величина среднего диаметра D кольцевой канавки может быть равна нулю (кольцевая канавка превращается в лунку). Подставляя предельные значения e и D в приведенное выше соотношение угловых скоростей нижнего и верхнего дисков получим:

$$20 \quad D < \frac{\omega_H}{\omega_B} < 2$$

30 Положение шарика в кольцевой канавке определяется направлением и величиной относительной скорости перемещения точек контакта дисков с шариком. Шарик будет находиться в канавке в той точке, в которой проекция вектора $V_{отн}$ на направление вектора $V_{ш}$ равна $2V_{ш}$ (фиг. 3). Величина угла γ между векторами $V_{ш}$ и $V_{отн}$ определяется из выражения:

$$35 \quad \cos \gamma = \frac{2V_{ш}}{V_{отн}} = \frac{\omega_H D}{V_{отн}}$$

40 Этот же угол γ составляет радиус канавки, проведенный в центр шарика $O_{ш}$ с прямой, перпендикулярной вектору $V_{отн}$ и проходящей через центр канавки O_k .

45 Таким образом, при вращении нижнего и верхнего дисков в указанном диапазоне угловых скоростей, шарик перемещается по кольцевой канавке, совершая один оборот вокруг ее центра за каждый оборот нижнего диска. Так как вектор относительной скорости направлен под углом к вектору скорости центра шарика, то последний в рабочей зоне совершает многоосное вращение, что обеспечивает высокую точность обработки.

50 Примеры осуществления способа.

55 Проводилось тонкое шлифование шариков диаметром 5,5 мм, изготовленных из стекла марки К8. Исходная разноразмерность шариков 0,1 мм, отклонение от сфери-

ческой формы 0,06 мм. Комплект инструмента состоял из двух дисков, изготовленных из латуни ЛС 59-1. На нижнем диске нарезались кольцевые канавки диаметром $D = 15$ мм на расстоянии $R = 45$ мм от центра диска. Расстояние между осями вращения дисков $e = 25$ мм. Обработка велась в три перехода со снижением зернистости абразивного порошка электрокорунда белого от М 28 до М 10. Время обработки на каждом переходе – 40 минут. Диапазон возможных соотношений угловых скоростей нижнего и верхнего дисков для данных значений $e, R, D - 0,7-1,1$.

Пример 1. Угловая скорость вращения нижнего диска установлена равной $6,6 \text{ с}^{-1}$, верхнего диска – $9,4 \text{ с}^{-1}$ ($\omega_n/\omega_b = 0,7$). Разноразмерность шариков в партии составила 4,3 мкм, отклонение от сферической формы – 1,9 мкм.

Пример 2. Угловая скорость вращения нижнего диска равна $6,6 \text{ с}^{-1}$, верхнего диска – $6,9 \text{ с}^{-1}$ ($\omega_n/\omega_b = 0,95$). Разноразмерность шариков составила 2,5 мкм, отклонение от сферической формы – 1,1 мкм.

Пример 3. Угловая скорость вращения нижнего диска – $6,6 \text{ с}^{-1}$, верхнего – $6,0 \text{ с}^{-1}$ ($\omega_n/\omega_b = 1,1$). Разноразмерность шариков составила 3,2 мкм, отклонение от сферической формы 1,4 мкм.

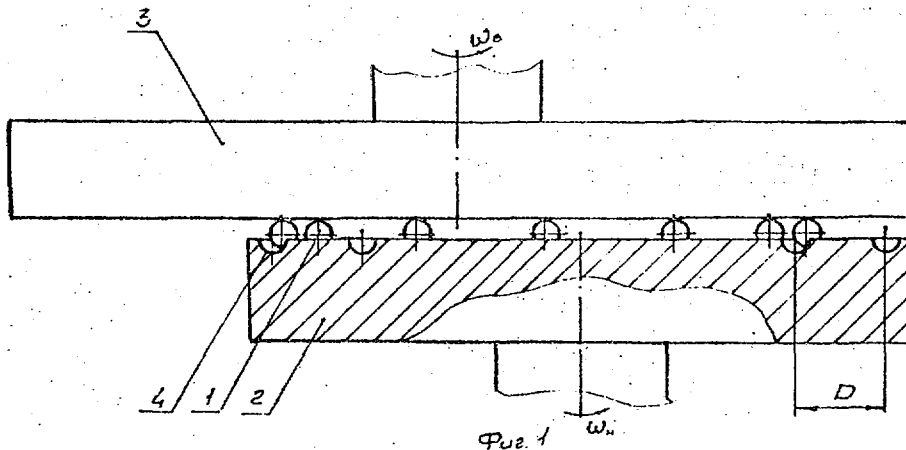
Таким образом, наилучшие точностные параметры шариков достигаются при соот-

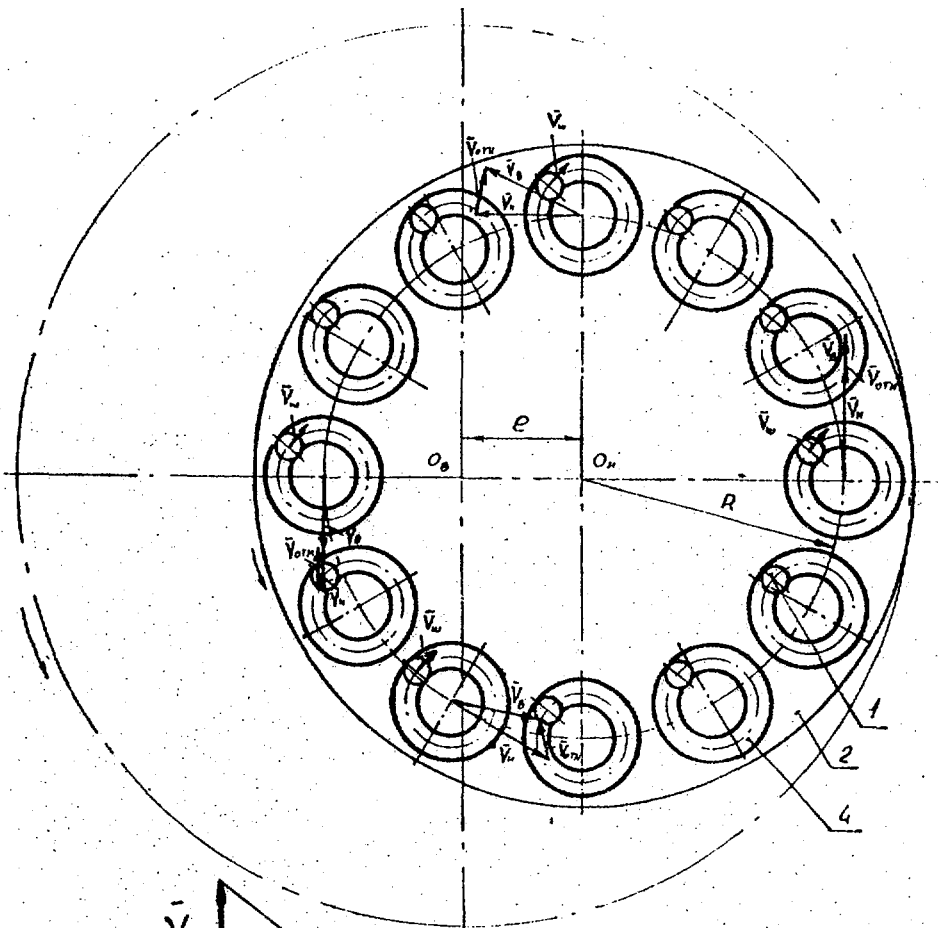
ношении угловых скоростей нижнего и верхнего дисков близком к единице.

Для сравнения предлагаемого способа обработки шариков с прототипом приводим результаты тонкого шлифования шариков диаметром 5,0 мм, изготовленных из стекла марки К8. Комплект инструмента состоял из двух латунных дисков: верхнего – плоского и нижнего – с концентрическими кольцевыми канавками, абразивный материал – электрокорунд белый М 10. Наилучшие точностные параметры шариков, достигнутые известным способом, составили: разноразмерность 4,5 мкм, отклонение от сферической формы – 2,0 мкм.

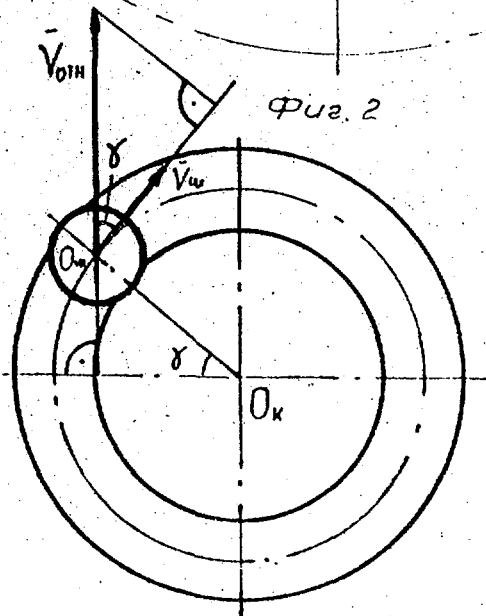
Формула изобретения

Способ обработки шариков, при котором верхний и нижний диски устанавливаются с эксцентриситетом, сообщают им вращение, а шарики размещают в кольцевых канавках нижнего диска и прижимают верхним плоским диском, отличающийся тем, что, с целью повышения качества и точности обработки, нижний диск берут с кольцевыми канавками одинакового среднего диаметра, центры которых лежат на одной окружности диска, в каждой канавке размещают по шарик, при этом вращение дисков осуществляют в одном направлении, а соотношение их угловых скоростей выбирают из условия $0 < \frac{\omega_n}{\omega_b} < 2$, где ω_n и ω_b – угловые скорости вращения соответственно нижнего и верхнего дисков.





Фиг. 2



Фиг. 3

Составитель К.Щетникович

Редактор

Техред М.Моргентал

Корректор О.Кравцова

Заказ 36

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5