

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ШАРОВИДНЫХ ДЕТАЛЕЙ ШИРОКОГО ДИАПАЗОНА ДИАМЕТРОВ

д-р техн. наук, профессор А.С. Козерук, ассистент А.А. Сухоцкий,
канд. техн. наук, доцент М.И. Филонова

Белорусский национальный технический университет

Рассмотренный в [1, 2] инструмент для пневмоцентробежной обработки (ПЦО) целесообразно использовать при получении шариков диаметром до 9 мм. В случае более крупных заготовок из-за уменьшения их переносной скорости вращения эффективность обработки на данном инструменте заметно снижается. Эта проблема успешно решается, если применить устройство, состоящее из основания 1 (рис.1) прямоугольной формы, в котором смонтированы направляющие 2, несущие фиксирующие сухарики 3 и расположенные между ними держатели 4 с инструментальными втулками 5, снабженными сферическими алмазоносными лунками для исходных заготовок некруглой формы 6 и пружинами 7. В одной из боковых поверхностей основания установлены зажимные винты 8, а находящийся на пересечении его диагоналей фиксирующий сухарик снабжен хвостовиком 9. Устройство закрепляют на шпиндель 10 базового станка, а на заготовке 6 устанавливают планшайбу 11 с наклеенной листовой резиной 12 и шарнирно соединяют ее с подводом 13 выходного звена исполнительного механизма станка.

Устройство работает следующим образом. Первоначально в сферические лунки инструментальных втулок 5 помещают заготовки 6 и устройство закрепляют на шпиндель 10 базового станка. Затем на заготовки 6 устанавливают планшайбу 11 с листовой резиной 12 и отвинчивают зажимные винты 8 в основании 1, что приводит к некоторому смещению фиксирующих сухариков 3 по направляющим 2 в сторону винтов 8 и осевому перемещению под действием пружин 7 держателей 4 с инструментальными втулками 5 и заготовками 6, способствуя расположению последних в горизонтальной плоскости. После этого завинчивают зажимные винты 8, фиксируя сухариками 3 достигнутое положение держателей 4. Далее в сферическую лунку планшайбы 11 вводят шаровидный

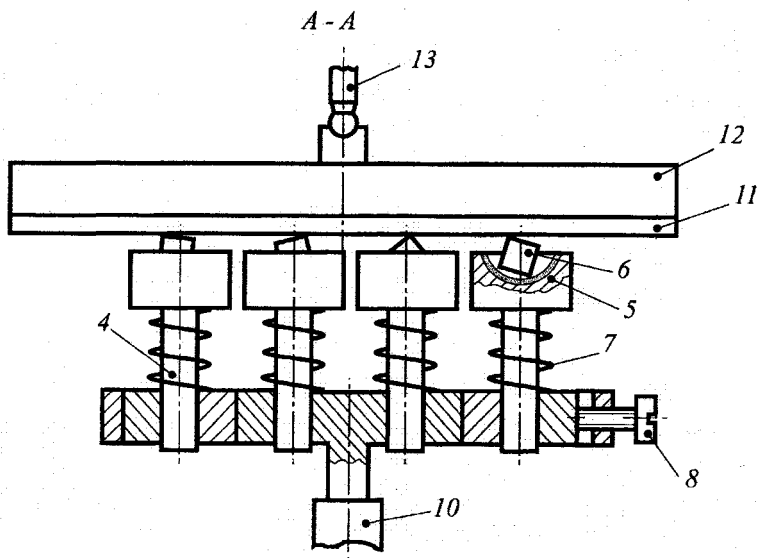
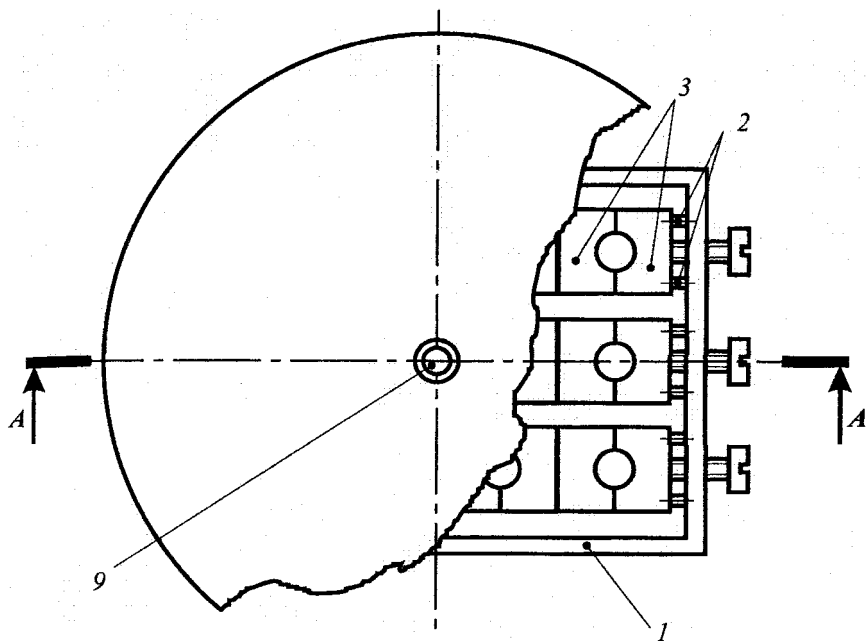


Рис. 1. Устройство для формообразования шаровидных деталей широкого диапазона диаметров

наконечник поводка 13 выходного звена исполнительного механизма базового станка, включают вращение шпинделя 10 и возвратно-вращательное движение поводка 13. При этом устройство с заготовками 6 совершает вращение, планшайба 11 – переносное возвратно-вращательное перемещение, а под действием сил трения заготовок 6 о резину – и относительное вращение вокруг оси симметрии поводка 13. В результате сочетания этих движений и благодаря сцеплению резины 12 с заготовками 6, последние совершают сложное (трехосное) вращение относительно инструментальных втулок 5. В случае необходимости к планшайбе 11 через поводок 13 прикладывают рабочее усилие требуемой величины.

В процессе обработки в инструментальные лунки 5 периодически подают СОЖ специального состава.

При использовании данного устройства имеется возможность приложить к заготовке значительное рабочее усилие. В результате интенсивность съема припуска по сравнению с пневмоцентробежной обработкой увеличивается в среднем в 2 – 3 раза.

Предлагаемая технология шлифования и полирования шариков позволяет гибко и в широких пределах управлять интенсивностью съема материала с заготовки посредством регулирования таких наладочных параметров технологического оборудования, как амплитуды A и частоты (числа двойных ходов) ω_2 возвратно-вращательного перемещения поводка, а также скорости вращения шпинделя станка (планшайбы) $\omega_{пл}$. При этом необходимо учитывать, что влияние каждого из перечисленных факторов как на производительность процесса, так и на качество обработки различно. Для выявления степени данного влияния необходимо в каждом конкретном случае проводить большое количество трудоемких экспериментальных исследований, что не всегда возможно.

С целью решения отмеченной проблемы выполнено математическое моделирование процесса обработки шариков с использованием созданного устройства.

Определение закономерностей распределения путей резания L по сферической поверхности заготовки, согласно известной гипотезе Ф. Престона [3], позволяет оценить интенсивность и точность формообразования шаровидных деталей.

При определении L для произвольно выбранной точки M на сферической поверхности заготовки использовалась формула

$$L = \sum_{k=0}^n \Delta l_k,$$

где Δl_k - путь резания, пройденный точкой M за время обработки Δt .

За время Δt шарик, вращающийся с абсолютной скоростью $\omega_{ш}$ вокруг своей мгновенной оси, повернется на угол $\Delta\varphi = \omega_{ш} \cdot \Delta t$ и точка M переместится в новую точку M' , удаленную от первоначальной на вектор $\vec{\Delta r}$ (рис.2).

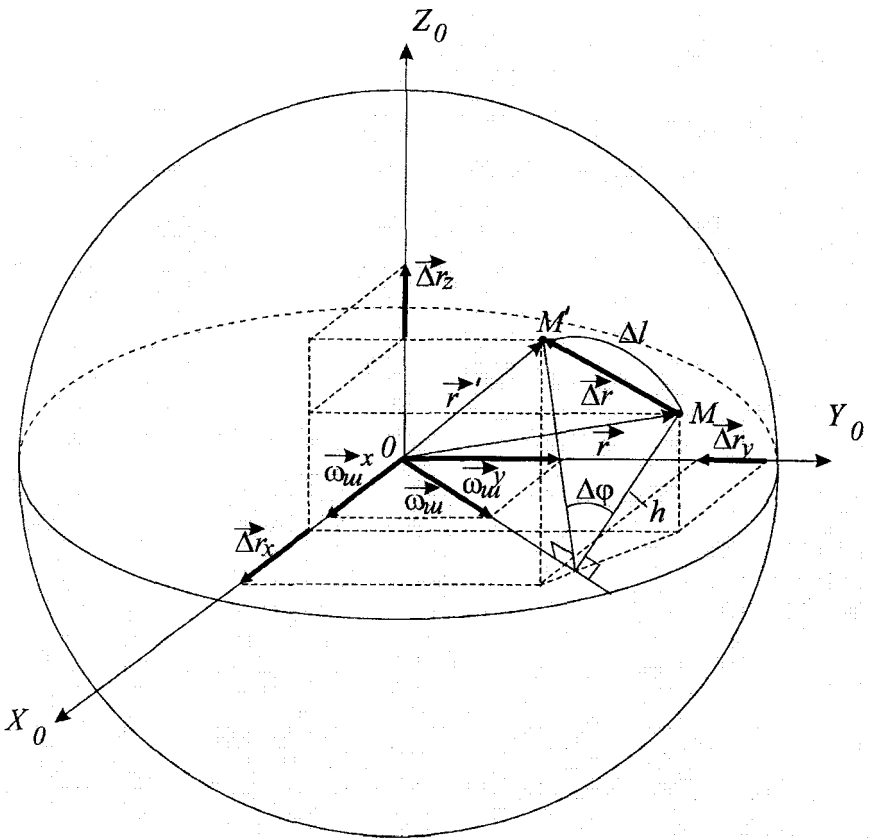


Рис.2. Перемещение точки M за время Δt

Причем

$$\Delta r_x^2 + \Delta r_y^2 + \Delta r_z^2 = \left(2h \cdot \sin \frac{\Delta\varphi}{2} \right)^2, \quad (1)$$

где $\Delta r_x, \Delta r_y, \Delta r_z$ - проекции вектора $\overrightarrow{\Delta r}$ в неподвижной системе координат (СК) $OX_0Y_0Z_0$ с центром в точке O на оси вращения выходного звена станка; h - расстояние между вектором скорости $\overrightarrow{\omega_{ш}}$ и точкой M .

Так как движение точки M происходит в плоскости, перпендикулярной вектору $\overrightarrow{\omega_{ш}}$, а $\overrightarrow{\Delta r}$ принадлежит ей, то $\overrightarrow{\omega_{ш}} \perp \overrightarrow{\Delta r}$ и, следовательно, скалярное произведение этих векторов равно нулю:

$$\omega_{ш}^x \cdot \Delta r_x + \omega_{ш}^y \cdot \Delta r_y + \omega_{ш}^z \cdot \Delta r_z = 0, \quad (2)$$

где $\omega_{ш}^x, \omega_{ш}^y, \omega_{ш}^z$ - координаты вектора $\overrightarrow{\omega_{ш}}$ в СК $OX_0Y_0Z_0$, полученные с учетом сложного движения инструмента.

Поскольку точка M лежит на поверхности заготовки, можно записать:

$$(\Delta r_x + M_x)^2 + (\Delta r_y + M_y)^2 + (\Delta r_z + M_z)^2 = R^2, \quad (3)$$

где M_x, M_y, M_z - координаты точки M в неподвижной СК.

Совместное решение уравнений (1) – (3) осуществляли методом Ньютона-Канторовича (линеаризацией через разложение по формуле Тейлора). В результате решения данной системы для каждого момента времени t были получены траектории движения точек M относительно инструмента и затем определены пути трения.

Использованные источники

1. А.с. 1776545 // Бюл. изобр. - 1992. - № 43. - С. 32.
2. А.с. 1775274 // Бюл. изобр. - 1992. - № 42. - С. 33.
3. Preston F.W. The Theory and Design Plate Glass Polishing Machines // Journal of the Society Technology. - 1927. - №11. - P.214 - 256.