

## ВЕРСТАТ ДЛЯ ОБРОБКИ КУЛЬ З НАПІВДОРОГОЦІННОГО КАМЕНЮ

Куля – найбільш масова та широко тиражована «деталь», що входить до складу безлічі ювелірних виробів (намиста, колье, підвіски, брошки і ін.). Сумарне річне виробництво куль в інтервалі діаметрів 8...15 мм варіює від 1,2 до 1,5 млн. шт. Їх механічна обробка є дуже трудомісткою і економічно витратною операцією. Однак «високоточні» кулі є затребуваними завдяки художньо-естетичним перевагам шліфованої сферичної поверхні. Тому автоматизація їх виробництва – завдання досить актуальне і аж до теперішнього часу на належному рівні не вирішено. Великий інтерес, як теоретичний, так і практичний представляють саме верстати автоматизовані.

Одним з базових, узагальнених критеріїв продуктивності, особливо для автоматизованих верстатів роторного типу є геометрична форма робочого зазору, в якому, власне, і формується сферична поверхня кулі. Розробка геометричної моделі формоутворення сфери (рис.1), виявлення і призначення її геометричних характеристик дозволяє ще на стадії конструкторського опрацювання прогнозувати технічні і технологічні параметри проєктованих установок.

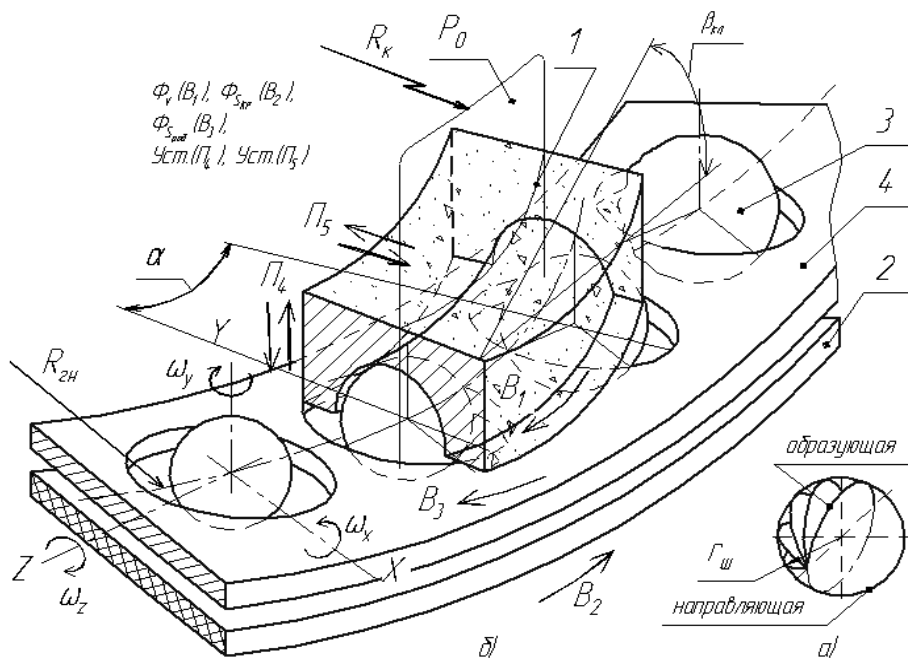


Рисунок 1. Схема формоутворення сферичної поверхні куль в клиновому робочому зазорі: а) твірні лінії; б) схема формоутворення

Розрахункова продуктивність для верстатів роторного типу з клиновим робочим зазором визначається наступним чином:

$$\Pi_T = \frac{\alpha \cdot S_{\text{рад}} \cdot z}{6 \cdot \Delta r_{\text{ш}}} (1),$$

де  $\alpha$  – робочий кут сепаратора;  $S$  – радіальна подача, мм/с;  $z$  – число гнізд сепаратора;  $\Delta r_{\text{ш}}$  – припуск на сторону заготовки, мм. Проаналізувавши формулу, можна сказати, що теоретично підвищення продуктивності можливо за рахунок збільшення  $\alpha$ ,  $S_{\text{рад}}$ ,  $z$  і зменшення  $\Delta r_{\text{ш}}$ . Але значення радіальної подачі  $S_{\text{рад}}$  визначається властивостями кульки і вище оптимального

прийнято бути не може. Кількість гнізд в сепараторі з обмежується раціональними розмірами верстата. Зростання з істотно збільшує габарити верстата, його вартість і т. п. Зниження припуску  $\Delta r_{ш}$  неможливо в силу високого ступеня відхилення поверхні «пом'ятих» куль, що використовуються в якості заготовки, від сферичної форми. Отже, у випадку заданих значення  $S_{рад}$ ,  $z$ ,  $\Delta r_{ш}$  продуктивність залежить виключно від робочого кута  $\alpha$ , який при відомому радіусі  $R_{гн}$  визначається довжиною робочого зазору.

$$\alpha = \frac{L_{\alpha} \cdot 360^{\circ}}{2\pi \cdot R_{гн}} \quad (2),$$

де  $R_{гн}$  – радіус, на якому розташовуються осі гнізд сепаратора.

Таким чином, чим вище значення  $L_{\alpha}$ , тим вище  $\alpha$  і, відповідно, розрахункова продуктивність  $\Pi_T$ .

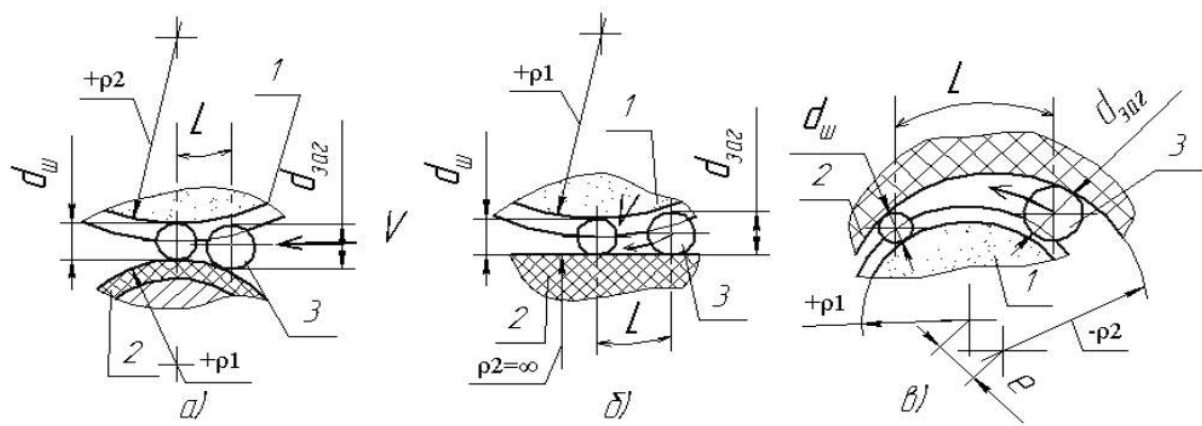


Рисунок 2. Форма клинового робочого зазору: а) зовнішній; б) боковий; в) внутрішній

Виходячи з прийнятих класифікаційних ознак, в осьовому перерізі можна виділити три різновиди зазору (рис.2): зовнішній(+ $\rho_1$ , + $\rho_2$ ); бічний(+ $\rho_1$ ,  $\rho_2=\infty$ ); внутрішній(+ $\rho_1$ , - $\rho_2$ ). Аналіз схем на рис.2 показує, що варіант з внутрішнім клиновим зазором забезпечує найбільше значення шляху різання  $L_{\alpha}$ , а отже і ймовірну продуктивність  $\Pi_T$ .

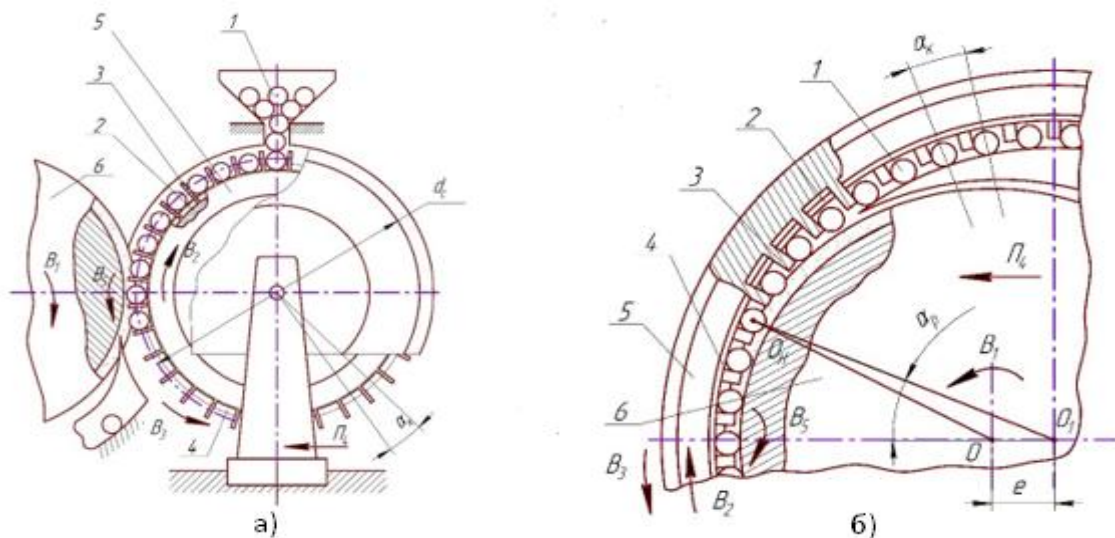


Рисунок 3. Кінематичні схеми верстатів з робочим клиновим зазором: а) зовнішнім; б) внутрішнім

На рис.3(а, б) представлені кінематичні структури верстатів [1], які мають ряд загальних вузлів і механізмів, але відрізняються характером робочого зазору. Конструктивна реалізація будь-якого з випадків має свої складнощі, переваги та недоліки.

Перевагами конструкції із зовнішнім клиновим зазором є:

- Стабільність обертання заготовки в клиновому зазорі;
- Достатньо висока точність розмірів і форми отриманої сферичної поверхні;
- Простота кінематичної структури станка і його відносно мала вартість.

Проте дана компоновка має також наступні недоліки:

- Висока частина ручної роботи людини;
- Обмежена продуктивність (8-12 шт/хв);
- Нестабільність якості оброблених поверхонь із-за безпосередньої участі оператора в процесі обробки.

Переваги конструкції з внутрішнім робочим клиновим зазором:

- Висока продуктивність понад 100-120 шт/хв;
- Повна автоматизація циклу обробки.

Недоліками даної компоновки є:

- Підвищена кінематична складність.

На кафедрі були розроблені кінематична схема та конструкція верстату із внутрішнім клиновим зазором. На даний момент проводиться удосконалення конструкції ротора, а саме вузла ущільнення від ЗОТС.

#### **Список використаних джерел**

1. Борисов, Б.П. Выбор и обоснование кинематической структуры станка-автомата для шлифования высокоточных шаров из янтаря/ Б. П. Борисов, С. В. Цыплаков, Р. О. Яксон// Автоматизация технологических процессов: сборник научных трудов/ КГТУ – Калининград, 2006. - С. 64-70.