

Винахід відноситься до інструментального виробництва і може використовуватися для правки шліфувальних кругів з дугоподібною шліфуючою поверхнею на двох координатних верстатах з особливо високою гладкістю.

Відомий [патент Російської Федерації "Пристрій для правки шліфувального круга" №2056270 від 20.03.1996р.]. Пристрій по патенту 2056270 вибраний як прототип і включає нерухомий зубчатий вінець і зубчасту шестерню, яка знаходиться з ним в зачепленні встановлену в корпусі пристрою з можливістю обертання навколо своєї осі. На корпусі з можливістю радіального переміщення розміщений правлячий інструмент, кінематичне пов'язаний з приводною шестернею гітарою змінних зубчатих коліс. Зубчатий вінець має порожнину для приводу до його осі периферії шліфувального круга. З внутрішньою поверхнею вінця введені в контакт опорні ролики, встановлені у спільному з приводною шестернею корпусі з можливістю обертання навколо своїх осей. Внутрішня поверхня вінця виконані у вигляді клиновидної канавки, а на роликах виконана під тими ж кутами фаски. Правлячий інструмент встановлений з можливістю переміщення через кульку мікрометричним гвинтом.

Недоліком пристрою прототипу є наступне. Правлячий інструмент пристрою прототипу встановлений на корпусі, який в свою чергу встановлений на зубчастому вінці за допомогою приводної шестерні, встановленої на корпусі із зовнішньої сторони зубчатого вінця, і двох опорних роликів, що встановлені в корпусі з внутрішньої сторони вінця і переміщуються по клиновидній канавці по внутрішній поверхні цього зубчатого вінця. Корпус переміщується по зубчастому вінцю за допомогою приводної шестерні.

Зафіксуємо правлячий інструмент на корпусі пристрою і будемо переміщувати корпус по зубчастому вінцю. Для отримання гладкої дугоподібною шліфуючої поверхні шліфувального круга вершина правлячого інструменту в цьому випадку повинна переміщатися по дузі кола, центр якої співпадає з віссю зубчатого вінця. Проте, в результаті того, що зубчатий вінець, клиновидні канавки на внутрішній поверхні зубчатого вінця, опорні ролики виготовлені з погрішностями розмірів і форми, а між зубчастим вінцем, приводною шестернею і опорними роликами існують зазори, вершина правлячого інструменту буде переміщатися по істотно нерівній кривій. Шліфуюча дугоподібна поверхня шліфувального круга в результаті правки буде також нерівною. Переміщення правлячого інструменту в радіальному напрямі, кінематичне пов'язане з приводною шестернею гітарою змінних зубчатих коліс, через не плавність роботи зубчатих передач приведе до збільшення нерівності дугоподібною шліфуючої поверхні.

Задача, що вирішається, полягає в такому удосконаленні пристрою для правки шліфувального круга, яке забезпечує правку шліфувального круга з дугоподібною шліфуючою поверхнею, встановленого на валу високооборотного аеростатичного електрошпинделя двох координатного верстата, і отримання особливо гладкої дугоподібною шліфуючої поверхні.

Рішення задачі досягається тим, що пристрій для правки шліфувального круга з дугоподібною шліфуючою поверхнею на двох координатному верстаті включаючий абразивну пластину для правки дугоподібною шліфуючої поверхні шліфувального круга, пристрій обертання планшайби прецизійної шпиндельної опори, згідно винаходу, пристрій позиціонування абразивної пластини для правки дугоподібною шліфуючої поверхні шліфувального круга включає основу, виконану у вигляді прямокутного паралелепіпеда і жорстко за допомогою гвинтів встановлену на планшайбі прецизійної аеростатичної шпиндельної опори, до задньої стінки основи жорстко за допомогою гвинтів прикріплений кронштейн, на якому жорстко за допомогою гвинтів укріплений короб прямокутного перерізу, в коробі з можливістю переміщення в ньому встановлений рухомий елемент, виконаний у формі прямокутного паралелепіпеда, причому, рухомий елемент за допомогою гвинтів, укручених у короб, може бути зафіксований на кронштейні, в передньому торці рухомого елемента виконаний паз, в якому за допомогою гвинтів жорстко укріплена абразивна пластинка для правки дугоподібною шліфуючої поверхні шліфувального круга, а пристрій обертання планшайби прецизійної аеростатичної шпиндельної опори включає черв'ячну передачу, ведене колесо якої встановлене на хвостовику вала прецизійної аеростатичної шпиндельної опори, а її веде колесо кінематичне через редуктор зв'язане з електромотором, вимикач "увімк. - вимк.", перемикач "пряме-реверс", причому, вимикач "увімк. - вимк." зв'язаний з перемикачем "пряме-реверс", перемикач "пряме-реверс" зв'язаний з електромотором.

Причинно-наслідковий зв'язок технічного рішення, що заявляється, з технічним результатом, що досягається, полягає в наступному.

На фіг.1 представлений двох координатний шліфувальний верстат для обробки тіл обертання шліфувальним кругом з дугоподібною шліфуючою поверхнею. Основними чинниками, що визначають точність обробки і шорсткість шліфованої поверхні, є рельєф робочої поверхні круга, точність його позиціонування в процесі обробки і властивості оброблюваного матеріалу (Якимов А.В. і ін. "Управління процесом шліфування", Київ, Техніка, 1983р.). Точність позиціонування шліфувального круга забезпечує двокоординатний верстат, що включає наступні елементи формоутворюючої системи. Станина 51 верстата встановлена на віброкомпенсуючих опорах 49, які забезпечують гасіння коливань Земної поверхні. Прецизійна аеростатична лінійна напрямна 36, оснащена пристроєм 38 стабілізації положення рухомого вузла 38 напрямної (патент України №14905 А "Спосіб стабілізації положення рухомого елемента аеростатичної напрямної та і пристрій для його здійснення", 04.03.1997р.) встановлена на стояках 54. До основи рухомого вузла 37 прикріплений пристрій 41 для поперечного (по координаті Z, фіг.1) переміщення шліфувального круга 28, а до нього прикріплений пристрій 42 для лінійного переміщення шліфувального круга 28 (патент України № 14904 А "Пристрій для лінійних переміщень", 04.03.1997р.), оснащений пристроєм 43 для вимірювання величини переміщення шліфувального круга 28 (патент України №23734 А "Пристрій для відліку переміщень робочого органу металорізального верстата", 16.06.1998р.).

До пристрою 42 для лінійних переміщень прикріплений високооборотний аеростатичний електрошпиндель 44, оснащений пристроєм 45 компенсації гіроскопічного моменту валу, що самоцентрувався (патент України №25540 А "Пристрій компенсації гіроскопічного моменту обертального елемента, наприклад, вала аеростатичної шпиндельної опори", 23.07.1998р.). Шліфувальний круг 28 (фіг.1, 2) встановлений на валу електрошпинделя 44.

Переміщення рухомого вузла 37 лінійної направляючої 36 здійснюється кроковим п'єзоелектричним двигуном 39, оснащеним пристроєм 40 управління переміщенням рухомого вузла (патент України №36957 А "П'єзоелектричний двигун", 16.04.2001р.).

У станині верстата встановлена прецизійна аеростатична шпиндельна опора 5, оснащена пристроєм 46 стабілізації радіального положення вала опори і стабілізації осьового положення площини планшайби 4 (патент України №25727 А "Пристрій компенсації радіальних навантажень на вал радіальної аеростатичної опори",

30.10.1998р., патент України №51488 А "Пристрій стабілізації осевого положення площини планшайби аеростатичної шпіндельної опори" 15.11.2002р.). 23 - хвостових вала шпіндельної опори 5.

У порожнині планшайби 4 прецизійної аеростатичної шпіндельної опори 5 встановлено пристрій 48 суміщення нижньої точки шліфувального круга 28 з дугоподібною шліфуючою поверхнею з віссю обертання вала опори 5 (патент України "№36959 А "Пристрій суміщення нижньої точки шліфувального круга з дугоподібною шліфуючою поверхнею з віссю обертання вала шпіндельної опори", 16.04.2001г.).

На фіг.2 представлений осевий переріз шліфувального круга 28 з дугоподібною шліфуючою поверхнею. Шліфувальний круг 28 являє собою диск 29 радіусу R_2 з абразивним елементом 30, початковий осевий переріз якого, наприклад, є півколом радіусу R , виготовлений з кінцевою точністю.

Пристрій для правки дугоподібною шліфуючою поверхнею шліфувального круга 28 встановлюється на планшайбу 4 прецизійної шпіндельної опори 5 так, що вісь симетрії рухомого елемента 17 (Фіг.1) на торці якого закріплена абразивна пластина 2 (алмазна) для правки круга 28, проходить через вісь обертання вала аеростатичної шпіндельної опори 5 (точка М на фіг.2). За допомогою пристрою 48 суміщення нижньої точки шліфувального круга з дугоподібною шліфуючою поверхнею з віссю обертання вала шпіндельної опори встановимо нижню точку шліфувального круга на вісь обертання вала шпіндельної опори 5, змістимо круг 28 по напівосі -Z на R_2 (фіг.2) і сумістимо центр огинаючого півкола абразивного елемента 30 з віссю обертання вала шпіндельної опори 5. Центр огинаючого півкола 32 буде суміщений з центром обертання абразивної пластини 2 (точка М). Розвернемо планшайбу і встановимо вісь симетрії рухомого елемента 17 перпендикулярно напрямку переміщення рухомого вузла 37 лінійної напрямної 36. Площина абразивної пластини 2 перпендикулярна площині планшайби. За допомогою пристрою 42 для лінійного переміщення шліфувального круга змістимо шліфувальний круг 28 по висоті так, щоб його крайня точка Д, що лежить в горизонтальній площині симетрії шліфувального круга (фіг.2) не виходила за межі абразивної пластини, наприклад, була на рівні точки А. Перемістимо рухомий елемент 17 до моменту торкання абразивною пластиною 2 точки Д шліфувального круга 28. За допомогою пристрою управління переміщенням рухомого вузла 37 змістимо шліфувальний круг 28 п'єзоелектричним двигуном 39 на відстань МО у напрямі напівосі +X. Центр огинаючого півкола абразивного елемента 30 зміститься в точку О (фіг.2). Зміщення шліфувального круга забезпечує при обертанні планшайби 4 безперервне рівномірне наближення абразивної пластини 2 до поверхні абразивного елемента 30, що забезпечує безперервну правку дугоподібною поверхнею цього абразивного елемента при зносі в процесі правки абразивної пластини 2 і абразивного елемента шліфувального круга 30.

По показанням вимірювача 47 кута повороту вала 6 опори аеростатичної шпіндельної опори 5 повернемо планшайбу 4 за годинниковою стрілкою на кут $\varphi = 90^\circ$. Точка А абразивної пластини 2 переміститься на напіввісь - X системи координат OXYZ (фіг.2, 3). Перемістимо рухомий вузол 37 п'єзоелектричним двигуном 39 до торкання абразивною пластиною 2 точки В абразивного елемента, задамо обертання шліфувальному кругу 28 і задамо (за допомогою черв'ячної передачі) обертання планшайби 4 проти годинникової стрілки до її повороту на кут $\varphi = 180^\circ$. Величина сумарного зносу абразивної пластини 2 і абразивного елемента 30 на куту повороту φ планшайби визначається з геометричної побудови, представленої на фіг.3. У трикутнику КОМ:

$$OK = (KM)^2 + (OM)^2 - 2 \cdot KM \cdot OM \cdot \cos \beta, \text{ де } \beta = 180^\circ - \alpha.$$

Тоді:

$$KL = R - OK.$$

Максимальна величина сумарного зносу абразивної пластини 2 і абразивного елемента 30 рівна CN (фіг.2, 3).

Оснащення названими вище пристроями стабілізації і позиціонування елементів формуючої системи двох координатного верстата, висока жорсткість пристрою для правки шліфувального круга, безперервне рівномірне наближення абразивної пластини до абразивного елемента шліфувального круга в поєднанні з плавністю обертання планшайби прецизійної шпіндельної опори за допомогою черв'ячної передачі забезпечують отримання особливо гладкої дугоподібною шліфуючою поверхнею шліфувального круга.

Винахід пояснюється кресленнями:

Фіг.1 - двухкоординатний шліфувальний верстат з пристроєм для правки дугоподібною шліфуючою поверхнею шліфувального круга.

Фіг.2 - кинематическая схема правки шліфувального круга з дугоподібною шліфуючою поверхнею на двухкоординатному верстаті.

Фіг.3 - геометрична побудова для обчислення сумарної величини припуску, який знімається з абразивної пластини і абразивного елемента шліфувального круга на куту повороту абразивної пластини.

Фіг.4 - пристрій для позиціонування абразивної пластини.

Фіг. 5 - переріз по А-А фіг.4.

Фіг. 6 - пристрій обертання планшайби прецизійної аеростатичної шпіндельної опори.

Пристрій для правки шліфувального круга з дугоподібною шліфуючою поверхнею на двох координатному верстаті включає пристрій 1 для позиціонування абразивної пластини 2 для правки дугоподібною шліфуючою поверхнею шліфувального круга і пристрій 3 обертання планшайби 4 прецизійної аеростатичної шпіндельної опори 5 (фіг.1). яка встановлена на валу 6 опори 5.

Пристрій 1 для позиціонування абразивної пластини 2 (фіг.4) включає основу 7, виконану у формі прямокутного паралелепіпеда. Основа 7 встановлюється на планшайбу 4. 8 - отвори для гвинтів 9 кріплення основи 7 на планшайбі 4.

До задньої грані 10 основи 7 прикріплений кронштейн 11. 12 - отвори для гвинтів 13 кріплення кронштейна 11 до основи 7. На кронштейні 11 встановлений прямокутний короб 14. 15 - отвори для гвинтів 16 кріплення короба 14 до кронштейна 11. У коробі 14 з можливістю переміщення в ньому встановлений рухомий елемент 17, який як і основа 7 виконаний у формі прямокутного паралелепіпеда. 18 - різьбові отвори для гвинтів 19 фіксації рухомого елемента 17.

У передньому торці рухомого елемента 17 виконаний паз 20, в якому встановлена абразивна пластина 2 (Фіг. 5).

Пристрій 3 обертання планшайби прецизійної аеростатичної шпіндельної опори 5 (фіг.6) включає черв'ячну передачу 21,22, до складу якої входить ведуче колесо 21 і ведене колесо 22, яке встановлюється на хвостових 23

вала 6 аеростатичної шпindelної опори 5 (фіг.1). Позитивна якість черв'ячних передач полягає в можливості отримання великих передавальних відносин ($k_1 = 10-100$), плавності і безшумності роботи. Обертання ведучого колеса 21 черв'ячної передачі здійснюється електромотором 24 через редуктор 25 з передавальним співвідношенням k_2 . Отже передавальне співвідношення пари редуктор-черв'ячна передача $k = k_1 \cdot k_2$.

Напруга живлення на електромотор 24 поступає через вимикач 26 "увімк.-вимк." і перемикач 27 "пряме-реверс". Перемикач 27 "пряме-реверс" забезпечує зміну напрямку обертання електромотора 24 шляхом перекомутації двох фаз живлячої напруги.

Причому, вимикач 26 "увімк.-вимк." з'єднаний з перемикачем 27 "пряме-реверс", перемикач "пряме-реверс" з'єднаний з електромотором 24.

На кресленнях також позначені: 28 - шліфувальний круг, 29 - диск шліфувального круга, 30 - абразивний елемент шліфувального круга, 31 - огинаюча абразивного елемента шліфувального круга, 32 - траєкторія переміщення точки А поверхні абразивної пластини 2, 33 - огинаюча абразивного елемента шліфувального круга після правки, 34 - максимальна величина припуску, що знімається в процесі правки з абразивного елемента, 35 - максимальна величина припуску, що знімається в процесі правки з абразивної пластини, 36 - аеростатична лінійна напрямна, 37 - рухомий елемент лінійної напрямної, 38 - пристрій стабілізації положення рухомого елемента лінійної напрямної, 39 - п'єзoeлектричний двигун, 40 - пристрій управління переміщенням рухомого вузла лінійної напрямної, 41 - пристрій переміщення шліфувального круга по осі Z (фіг.1), 42 - пристрій для лінійного переміщення шліфувального круга, 43 - пристрій вимірювання величини лінійного переміщення шліфувального круга, 44 - високооборотний аеростатичний електрошпindel, 45 - пристрій компенсації гіроскопічного моменту валу високооборотного електрошпинделя, що самоцентрувався, 46 - пристрій стабілізації радіального положення осі обертання валу прецизійної аеростатичної шпindelної опори і осьового положення площини планшайби, 47 - вимірювач кута повороту вала прецизійної аеростатичної шпindelної опори, 48 - пристрій суміщення нижньої точки шліфувального круга з віссю обертання валу аеростатичної шпindelної опори, 49 - віброкомпенсуючі опори, 50 - стояки, 51 - станина верстата.

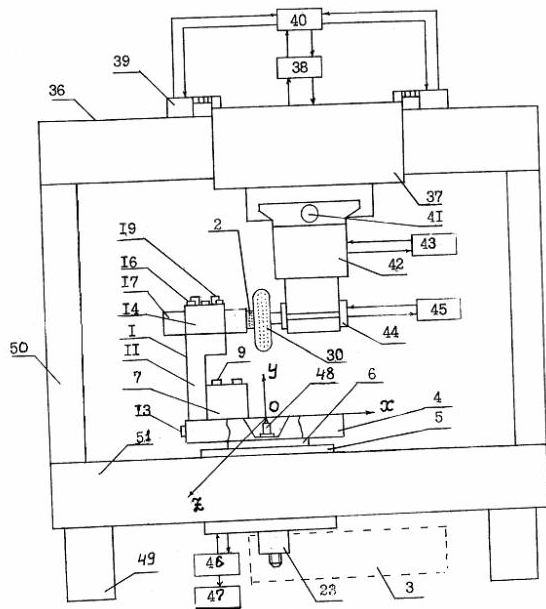
Працює пристрій для правки шліфувального круга з дугоподібною шліфуючою поверхнею на двокоординатному верстаті таким чином. Ведене колесо 22 черв'ячної передачі 21, 22 встановлюється на хвостови 23 (фіг.1) прецизійної аеростатичної шпindelної опори 5 (при шліфуванні ведене колесо 22 знімається з хвостика 23). Гвинтами 9 кріплення основи 7 пристрій 1 для позиціонування абразивної пластини 2 встановлюється на планшайбі 4 прецизійної аеростатичної шпindelної опори 5. Включаються всі системи стабілізації і позиціонування елементів формоутворюючої системи верстата.

Нижню точку шліфувального круга 28 за допомогою пристрою 48 суміщення нижньої точки шліфувального круга 28 з дугоподібною шліфуючою поверхнею суміщають з віссю обертання вала прецизійної аеростатичної шпindelної опори 5. Пристроєм 41 поперечного переміщення шліфувального круга 28 зміщують шліфувальний круг 28 у напрямі напівосі - Z системи координат OXYZ (фіг.1, 2) на відстань $\ell = R_2$ і суміщають центр огинаючої абразивного елемента 30 з віссю обертання вала прецизійної аеростатичної шпindelної опори 5. Пристроєм 42 для лінійного переміщення шліфувального круга зміщують шліфувальний круг 28 по осі Y системи координат OXYZ на таку відстань, щоб крайня точка огинаючої абразивного елемента 30 в горизонтальній площині (точка Д фіг.2) була, наприклад, на рівні центру абразивної пластини 2.

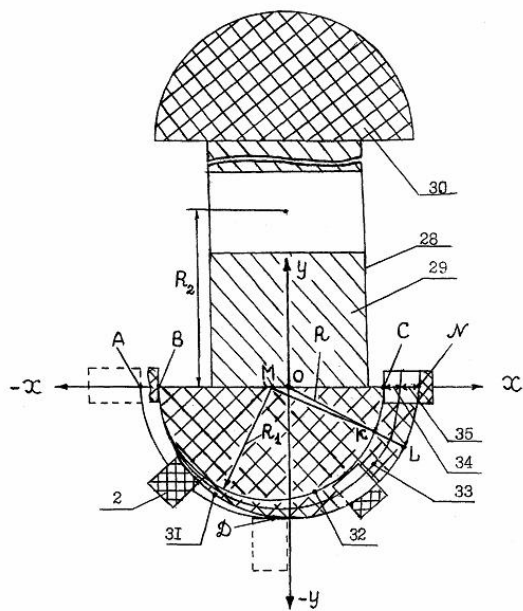
Вимикач 26 "увімк.-вимк." встановлюють в положення "увімк." і через перемикач 27 "пряме-реверс" подають живлячу напругу на електромотор 24. Планшайбу 4 встановлюють на кут, при якому вісь симетрії рухомого елемента 17 буде перпендикулярна напрямку переміщення рухомого вузла 37 лінійної аеростатичної напрямної 36. Знімають і запам'ятовують показання з вимірювача 47 кута повороту валу 6 прецизійної аеростатичної шпindelної опори 5. Гвинтами 19 звільняють рухомий елемент 17 пристрою 1 позиціонування абразивної пластини 2 і переміщують рухомий елемент 17 до торкання абразивною пластиною 2 шліфувального круга 28 (точка Д на фіг.2). Гвинтами 19 фіксують рухомий елемент 17.

П'єзoeлектричним двигуном 39 переміщують рухомий вузол 37 лінійної напрямної 36 і зміщують шліфувальний круг 28 у напрямі напівосі +X на відстань MO (фіг.2), наприклад, $MO = 30$ мкм. Положення шліфувального круга 28 фіксується п'єзoeлектричним двигуном 39. Перемикач 27 встановлюється в положення "реверс" і по показанням вимірювача 47 кута повороту вала 6 пристрій 1 позиціонування абразивної пластини 2 повертають за годинниковою стрілкою на кут $\varphi = 90^\circ$ (фіг.2 точка А). Гвинтами 19 звільняють рухомий елемент 17, переміщують рухомий елемент 17 до торкання абразивною пластиною 2 абразивного елемента 30 (точка В на фіг.2) і гвинтами 19 фіксують положення рухомого елемента 17.

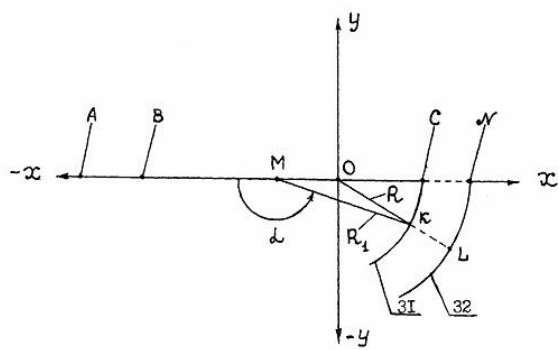
Задають обертання шліфувальному кругу 28. Перемикач 27 "пряме-реверс" встановлюють в положення "пряме", а вимикач "увімк.-вимк." встановлюють в положення "увімк.". Пристрій 3 обертає хвостовик 23 прецизійної аеростатичної шпindelної опори 5. Виконується правка дугоподібною шліфуючою поверхнею шліфувального круга. У момент часу повороту пристрою 1 на кут $\varphi = 180^\circ$ вимикач 26 встановлюється в положення "вимк.". Одержують особливо гладку дугоподібну шліфуючу поверхню абразивного елемента 30. Максимальна величина сумарного знятого припуску з абразивної пластини 2 і абразивного елемента 30 в даному випадку складає 60 мкм.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

