



УКРАЇНА

(19) UA (11) 35576 (13) U
(51) МПК (2006)
B23B 39/00
B23C 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) БАГАТОКООРДИНАТНИЙ СВЕРДЛИЛЬНО-ФРЕЗЕРНИЙ ВЕРСТАТ

1

2

(21) u200805436

(22) 25.04.2008

(24) 25.09.2008

(46) 25.09.2008, Бюл.№ 18, 2008 р.

(72) КУЗНЕЦОВ ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ", UA

(57) 1. Багатокоординатний свердлильно-фрезерний верстат, що містить верхню і нижню основи, жорстко зв'язані між собою через механізми поступового руху однакової довжини з опорами, штанги постійної довжини, одні кінці яких з'єднані через шарніри з повзунами механізмів поступового руху, а другі - з платформою, на якій розташований інструментальний виконавчий орган з приводом обертання інструмента, який **відрізняється** тим, що опори осей механізмів поступо-

вого руху утворюють в нижній основі прямокутник, а бокові грані з нижньою основою утворюють два рівнобедрених трикутники, верхні вершини яких мають по одній точці перетинання на верхній основі по її кінцях, з одних взаємно протилежних сторін, і разом з верхньою основою - два прямокутники або дві рівнобічні трапеції, з інших сторін, площини яких мають спільну лінію перетинання, перетворюючи верхню основу в траверсу-балку на двох опорах-трикутниках.

2. Верстат за п. 1, який **відрізняється** тим, що на нижній основі розташовані поворотний стіл і супорт з можливістю поступового переміщення в горизонтальній площині по двох координатах.

3. Верстат за п. 1, який **відрізняється** тим, що інструментальний виконавчий орган додатково оснащений механізмом поступового руху.

Корисна модель відноситься до галузі верстатобудування і може бути використана для виконання різних свердлильних, фрезерних, розточувальних операцій при обробці корпусних. Фасонних і плоских заготовок.

Відоме технічне рішення подібного призначення (див., наприклад [1]), застосоване в 6-координатному роботі Tricept HP 1 Coman NEOS Robotics з трьома штангами змінної довжини (трипод) і додатковою 3-координатною кістю руки. Недоліками цього триподу є низька жорсткість і необхідність виконання масивної колони, що збільшує металоємність конструкції.

Відомий також оброблюючий модуль Tricept 805 [2], виконаний з трьома штангами, які регулюються по довжині, з'єднаними з шестикутною рамою через карданні підвіси. На нижніх кінцях штанг знаходяться сферичні шарніри, з'єднані з робочою платформою, яка може рухатись по п'яти осях координат (3 осі - від триподу і 2 - за рахунок вбудови додаткових осей обертання). П'ята вісь містить інструментальну головку. Для сприйняття робочих навантажень і отримання кінематичної визначеності в середині трипода розміщена масивна

центральна стійка постійної довжини, що є суттєвим недоліком. Жорстка трикутна структура верстата дозволяє на нерухомому круглому столі великих габаритів, що є теж недоліком, виконувати фрезерування і розточування з п'яти боків заготовки.

Відомі також триподи вертикальної компоновки [3] типу Tri Center DMT 100 фірми DECKEL MAHO (Німеччина), типу Triomax фірми Fooke (Німеччина), а також верстати із штангами постійної довжини - триглайди і лінаподи (фірма ISW, Німеччина), які потребують значних габаритів для збільшення робочого простору, а це в свою чергу значно підвищує металоємність.

Відомі компоновки триподів рамної конструкції [4], які теж складаються з трьох симетрично встановлених телескопічних штанг, зв'язаних шарнірно одним кінцем з виконавчим органом, а іншим - з основою. Ці штанги працюють на розтягування-стискання. Додаткова штанга, що розміщена в центрі, сприймає деформації згину від виконавчого органу, тому вона має суттєво більші розміри у порівнянні з іншими штангами. Недоліками таких триподів є невеликий розмір та складна форма

(19) UA (11) 35576 (13) U

робочого простору, а також складна конструкція та висока вартість штанг змінної довжини.

Не звільнена від зазначених недоліків і конструкція [5], яка має плоску основу для трьох штанг змінної довжини і центральну штангу з сферичною опорою в місті з'єднання з фрезерною високошвидкісною головою.

Як найбільш близький аналог обраний багатокоординатний свердильно-фрезерний верстат [5], що містить верхню і нижню основи, жорстко зв'язані між собою через механізми поступового руху однакової довжини з опорами, штанги постійної довжини, одні кінці яких з'єднані через шарніри з повзунами механізмів поступового руху, а другі - з платформою, на якій розташований інструментальний виконавчий орган з приводом обертання інструменту.

До недоліків прототипу відносяться: по-перше, збільшення габаритів і металоємності верстата, що викликано паралельним виконанням трьох механізмів поступового руху і необхідністю застосування верхньої основи таких же розмірів, як і нижня основа; по-друге, знижена жорсткість пружної системи, що потребує підвищення моментів опору поперечних перерізів механізмів поступового руху і таким чином збільшення металоємності конструкції; по-третє, обмежена кількість координатних рухів, що звужує технологічні можливості верстата.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення багатокоординатного свердильно-фрезерного верстата шляхом того, що опори осей механізмів поступового руху утворюють в нижній основі прямокутник, а бокові грані - два рівнобедрених трикутника, з одних взаємо протилежних сторін, і два прямокутника або дві рівнобічні трапеції, з інших сторін, що дозволяє досягнути технічний результат - зниження металоємності і підвищення жорсткості конструкції.

Крім того, введення поворотного столу, двохкоординатного супорта і додаткового механізму поступового руху інструментального виконавчого органу дозволяє розширити технологічні можливості верстата.

Вирішення поставленої задачі досягається тим, що в багатокоординатному свердильно-фрезерному верстаті, що містить верхню і нижню основи, жорстко зв'язані між собою через механізми поступового руху однакової довжини з опорами, штанги постійної довжини, одні кінці яких з'єднані шарнірами з повзунами механізмів поступового руху, а другі - з платформою, на якій розташований інструментальний виконавчий орган з приводом обертання інструменту, згідно корисної моделі, новим є те, що опори осей механізмів поступового руху утворюють в нижній основі прямокутник, а бокові грані з нижньою основою утворюють два рівнобедрених трикутника, верхні вершини яких мають по одній точці перетинання на верхній основі по її кінцям, з одних взаємо протилежних сторін, і разом з верхньою основою - два прямокутника або дві рівнобічні трапеції, з інших сторін, площини яких мають спільну лінію перетинання, перетворюючи верхню основу в траверсу - балку на двох опорах-трикутниках.

Завдяки загальній верхній опорі у вершині у вигляді траверси-балки розміри верхньої основи мають невеликі габарити, що знижує металоємність конструкції при підвищенні її жорсткості.

Розташування на нижній основі поворотного столу, а також виконання супорта з можливістю поступового переміщення в горизонтальній площині по двох координатах і введення додаткового механізму поступового руху для інструментального виконавчого органу, дозволяє за рахунок трьох додаткових рухів суттєво розширити технологічні можливості верстата.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на Фіг.1 зображено загальний вигляд запропонованого верстата в аксонометрії, Фіг.2 - принципову компоновочну схему верхньої частини верстата в системі координат X, Y, Z; Фіг.3 - кінематичну схему верстата з механізмами подачі під кутами у вигляді кульково-гвинтових передач, осі яких перетинаються у вершині рівнобедреного трикутника, поворотним столом для заготовки і поперечним рухом супорта; Фіг.4 - кінематичну схему верстата з механізмами подачі у вигляді кульково-гвинтових передач в площині прямокутника, механізмом поздовжньої подачі супорта паралельно верхній основі-траверсі і додатковим механізмом поступового руху інструментального виконавчого органу; Фіг.5 - схема вертикальних координатних рухів по осі Z платформи з виконавчим інструментальним органом в площині рівнобічного трикутника; Фіг.6 - кутове переміщення - в виконавчого інструментального органа навколо осі Y в площині рівнобедреного трикутника; Фіг.7 - схема вертикальних рухів по осі Z виконавчого інструментального органа в площині прямокутника; Фіг.8 - кутове переміщення - а виконавчого інструментального органа навколо осі X.

Верстат містить нижню основу 1 (Фіг.1), чотири механізми поступового руху 2, 3, 4, 5, наприклад, кулькові гвинтові передачі з опорами 6, 7, 8, 9 (Фіг.1, 2), відповідно в нижній основі 1 (опора 8 на Фіг.1 не показана) і опорами у верхній основі 10, де перетинаються осі механізмів поступового руху 2, 3 і 4, 5 відповідно, що утворює два рівнобедрених трикутника. Основа 10 розташована над платформою 11 з інструментальним виконавчим органом 12, оснащеним приводом обертання інструменту, наприклад, високошвидкісним мотор-шпинделем (електричним або пневматичним).

Платформа 11 зв'язана з механізмами поступового руху за допомогою штанг постійної довжини 13, 14, 15, 16, на кінцях яких розташовані шарніри 17, 18, 19, 20 з боку платформи і шарніри 21, 22, 23, 24 з боку поступово рухомих повзунів 25, 26, 27, 28, отримуючих рух від механізмів 2, 3, 4, 5 відповідно.

Жорстку конструкцію верхньої частини з основою 10, виконаною у вигляді траверси - балки на двох опорах - трикутниках, утворює клиновидна (кришоподібна) ферма, боковими гранями якої є напрямні 29, 30, 31, 31 (Фіг.2, на Фіг.1 напрямна 31 не показана) під повзуни 25, 26, 27, 28 відповідно.

Кожний механізм поступового руху 2, 3, 4, 5 оснащений самостійним приводом, наприклад, у

вигляді електродвигунів 33, 34, 35, 36 відповідно (Фіг.1).

Для додаткового переміщення заготовки (не показана) по координаті „с” (обертання до 180° і більше) виконаний поворотний стіл 37 (Фіг.3) з приводом обертання від електродвигуна 38 через механічну черв'ячну передачу 39, розташовану в нижній основі 1 на супорті 40 поперечної подачі. Супорт 40 має привід від електродвигуна 41 через кульково-гвинтову передачу 42 (Фіг.1, 3) - переміщення по координаті X.

Переміщення повзунів 25, 26, 27, 28 відповідно по напрямним 29, 30, 31, 32 здійснюється за допомогою механізмів поступового руху 2, 3, 4, 5 відповідно від крокових електродвигунів 33, 34, 35, 36.

Переміщення заготовки по координаті Y за допомогою поздовжнього супорта 43 (Фіг.1, 4) здійснюється від електродвигуна 44 через кульково-гвинтову передачу 45 по поздовжнім напрямним 46.

Привід обертання інструменту здійснюється від електродвигуна 47 (Фіг.4), а його переміщення разом із шпинделем-піноллю 48 - від крокового електродвигуна 49 через кульково-гвинтову передачу 50.

Таким чином верстат може мати максимум 7 керованих координатних рухів: поступові X, Y, Z, Z' і кутові a, b, c.

Керування рухами верстата забезпечується системою числового програмного керування (ЧПК) (не показано), яке подає команди на електродвигуни 33, 34, 35, 36, 38, 41, 44, 49 (Фіг.1-4).

Верстат працює наступним чином. Управління поступовими і кутовими подачами - рухами різального інструменту виконується системою ЧПК (Фіг.4) від чотирьох електродвигунів 33, 34, 35, 36, кожний з яких задає рух окремого механізму поступового руху 2, 3, 4, 5, на яких встановлені повзуни 25, 26, 27, 28 і від електродвигуна 49 переміщення шпинделя-пінолі 48.

Якщо всі чотири повзуни 25, 26, 27, 28 переміщуються згідно стрілок вниз (Фіг.5 і 7) на однакову величину, то платформа 11 (Фіг.3, 7) опускається вниз (показано штрих-пунктирними лініями) на величину -Z, а штанги 13, 14, 15, 16 при цьому розходяться за рахунок трикутника (Фіг.5). Крайнє нижнє положення платформи, що визначає максимальне значення координати $-Z_{\max}$ можливе при певному розташуванні штанг 13, 14, 15, 16. Мож-

лива така ситуація, при якій переміщення цих повзунів вниз приведе до підйому платформи 11.

Може бути така ситуація, при якій дві штанги 14 і 15 нерухомі, а штанги 13 і 16 розведені (Фіг.2, 6) на однакову величину переміщення повзунів 25, 24, що приведе до обертання платформи 11 відносно осі координат Y на кут -b. Можлива і така ситуація, коли два повзуни 25, 26 (для штанг 13, 14) нерухомі (Фіг.2, 8), а два повзуни 28, 27 (для штанг 16, 15) рухаються вниз (Фіг.8), що поверне платформу 11 навколо осі X на кут -a.

Таким чином, змінюючи напрямок переміщення повзунів і положення штанг можна отримати різні лінійні (по координаті Z) і кутові положення (по координатах a і b) платформи з інструментом, а вводячи додаткові рухи інструменту (по координаті Z') і заготовки, установлені на поворотному столі (координата c) (Фіг.3) або двохкоординатному супорті (координати X і Y) (Фіг.3, 4) можна додатково розширити технологічні можливості верстата по формоутворюючим рухам і виконанню різних операцій і різними ріжучими інструментами для багатоцільового верстата з магазином інструментів і автоматичної їх зміни [2, 3].

Джерела інформації:

1. Потапов В.А. На острие технического прогресса // Машиностроитель, 1998, №2, с. 52-58 (рис. 1, с. 52).

2. Агрегатно-модульне технологічне обладнання. Частина 3. Агрегатно-модульне технологічне обладнання нового покоління, його оснащення та інструментальне забезпечення. Під ред. проф. Кузнецова Ю.М. - Кіровоград. - 2003. - 508с. (рис. 19.22 і 19.24 на стор. 168-170).

3. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою. Під ред. проф. Кузнецова Ю.М. - Кіровоград. - 200. - с. (рис. на стор.).

4. Валявський І.А., Крижанівський В.А. Тенденції розвитку верстатів паралельної структури // Вісник СумДУ, №2 (48), 2003. - с.18-22 (рис. 3).

5. Патент Німеччини №19955520, МПК B23Q1/70, B23K26/08, заявл. 18.11.1999, опубл. 31.05.2001.

6. T.H. Chang, S.L. Chen, Y.C. Lin, I.Inasaki. Post-Processor Development of a Hybrid TRR-XY Parallel Kinematic Machine Tool. Int & Adv Manuf Technol (2002) 20:259-269. Ownership and Copyright. © 2002 Springer - Verlag London Limited (fig. 1, fig. 5)

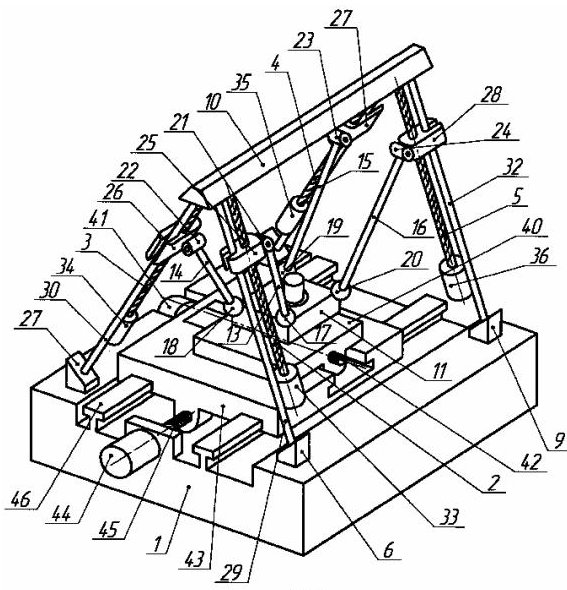


Fig. 1

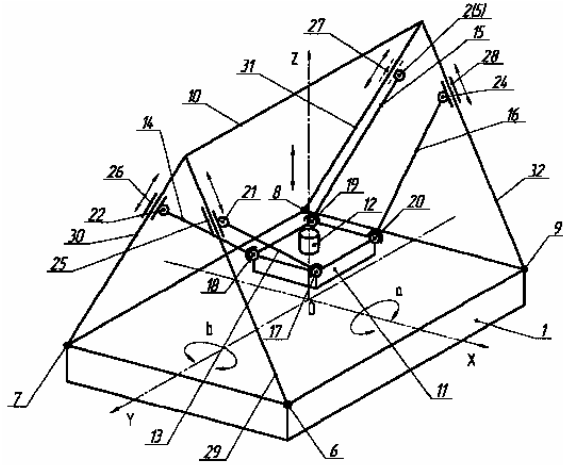


Fig. 2

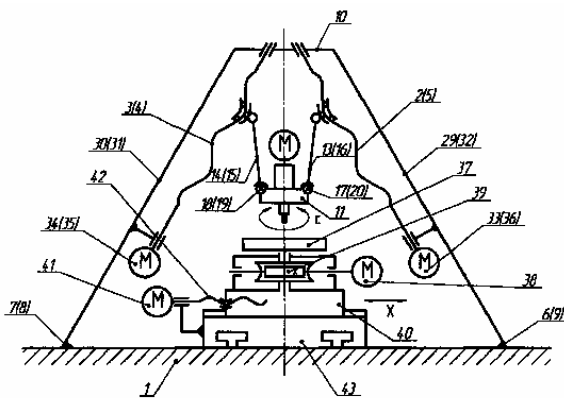


Fig. 3

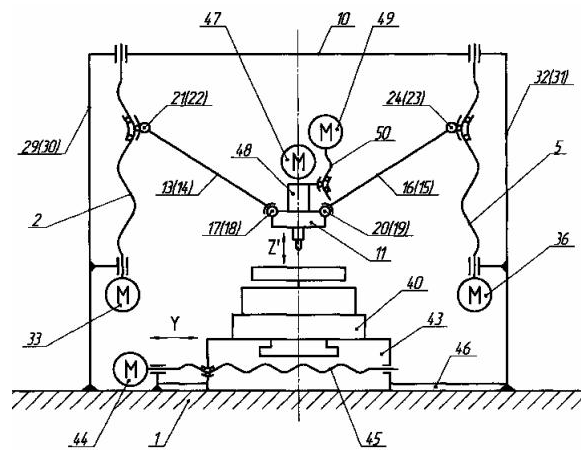


Fig. 4

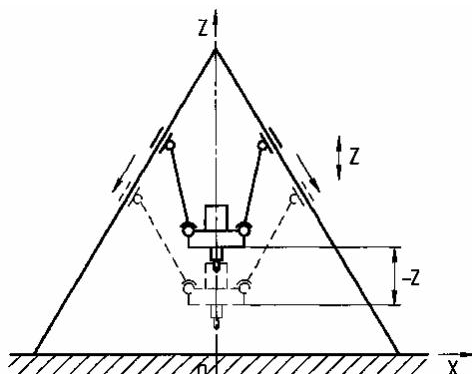


Fig. 5

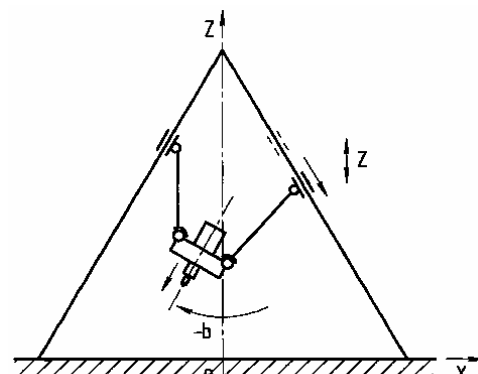


Fig. 6

