

Корисна модель належить до машинобудівної галузі і може бути використана для виробництва деталей із полімерних, композитних та інших матеріалів, зокрема у виготовленні деталей складної геометрії з контролем параметрів якості за даними цифрової моделі із застосуванням адитивних технологій шляхом пошарового накладання матеріалу з додаванням додаткових елементів (армуванням) до деталей складної геометрії в автоматизованому режимі із забезпеченням керованого впливу кількох різних рухомих пристроїв в одній робочій зоні обладнання для 3D друку.

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є самонавчальний 3D-принтер для комбінованого друку об'єктів [1], що є автоматизованою самонавчальною системою для створення цільних тривимірних об'єктів, який містить: робочий стіл, на якому розташовується виріб під час друку; пристрій електромагнітного впливу, виконаний в одному блоці з друкарською головкою; маніпулятор із захоплювачем і магазин додаткових елементів. Пристрій забезпечений системою просторових датчиків вимірювання координат і переміщень поверхонь виробу, спеціальним тепловізором, пристроями локального підігріву виробу, а також інтелектуальним блоком управління.

Недоліком даного самонавчального 3D-принтера для комбінованого друку об'єктів є те, що принтер має один рухомий робочий орган для друку та додаткові інші рухомі пристрої керованого впливу з окремими робочими зонами, які мають лише часткове перетинання в області укладання шарів, що обмежує технологічні можливості при формуванні складних виробів і рельєфних поверхонь та не виключає можливості виникнення недосяжних для виправлення поза спільної робочої зони дефектів на виробі.

Відоме обладнання для виготовлення деталей з комбінованими технологічними операціями, розширеними функціональними і технологічними властивостями за рахунок оптимальної робочої області з наявністю кількох виконавчих органів, що працюють в спільній робочій зоні через спеціальні кінематичні властивості [2]. Багатоцільове обладнання містить: несучу нерухому частину у вигляді каркаса з вертикальними і нахиленими стійками, осі стійок каркаса паралельні, перехрещені або мають спільні точки перетинання на нижній і верхній основі; штанги постійної або керовано-змінної довжини, одні кінці яких з'єднані через шарніри з повзунами механізмів поступального руху, а другі - з рухомою платформою, на якій розташований виконавчий орган (ріжучий інструмент, лазер, зварювальна головка, плазмотрон, сопло для гідроструменевої обробки) при цьому механізми поступального руху монтуються як на стійки просторового каркаса, так і в площині між осями стійок.

До основних недоліків застосування такого обладнання наприклад в адитивних технологіях належать властивості робочої зони за формою, розміром та сервісною функцією, що обмежує обхід деталі робочим органом менше 180 градусів, відсутність термічно стабільної робочої зони необхідної для підтримання температурних умов пошарового накладання матеріалу в адитивному виробництві.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення кінематичних властивостей та розширення номенклатури виготовлення виробів складної геометрії роботизованого інтелектуального 3D-принтера для комбінованого друку, а саме забезпечення доступу до локальної робочої зони укладання шарів з різних боків для програмно-керованого впливу кількох різних рухомих локальних пристроїв в одній робочій зоні під час пошарового формування складних виробів, виключення умов для виникнення дефектів під час пошарового формування виробів після встановлення армованого елемента та корегування режимів друку за допомогою блоку самонавчального модуля та штучного інтелекту.

Поставлена задача вирішується тим, що роботизований інтелектуальний 3D-принтер для комбінованого друку об'єктів, що містить робочий стіл, пристрій електромагнітного впливу, виконаний в одному блоці з друкарською головкою, маніпулятор із захоплювачем, магазин додаткових елементів, тепловізор, пристрій локального підігріву виробу, просторові датчики переміщень поверхонь виробу, інтелектуальний блок управління, згідно з корисною моделлю, додатково містить просторовий чотиригранний каркас з вертикальними стійками з незалежними програмно-керованими приводами поступального руху, які шарнірно з'єднані штангами постійної довжини з друкарською головкою, рухому у вертикальному напрямку, уздовж вертикальних стійок, кільцеву напрямну, з окремими рухомими механізмами, які шарнірно з'єднані через штанги постійної довжини з пристроєм локального підігріву виробу та маніпулятором з захоплювачем, два просторові датчики та два тепловізори, які встановлені з двох боків в основі просторового чотиригранного каркаса на рівні деталі.

Корисна модель пояснюється кресленням, на якому зображено принципову схему роботизованого інтелектуального 3D-принтера для комбінованого друку об'єктів. В центрі просторовий чотиригранний каркас з вертикальними стійками 1 розташований нерухомий робочий стіл 2 з деталлю, що друкується 3. На чотирьох вертикальних стійках просторового чотиригранного каркаса 1 розташовано незалежні програмно-керовані приводи поступального руху 4, які шарнірно з'єднані штангами 5 з рухомою платформою, що містить друкарську головку 6 та позиціонується в робочій зоні уздовж трьох координат X, Y, Z. В поперечному перетині просторового чотиригранного каркаса 1 розташовано кільцеву напрямну 7, що має здатність програмно-керованого руху вертикально уздовж координати Z спареними приводами поступального руху 8, що працюють одночасно уздовж вертикальних стійок просторового чотиригранного каркаса 1. На кільцевій напрямній 7 змонтовано незалежні програмно-

керовані приводи поступального руху 9, які шарнірно-зв'язані штангами 10 з маніпулятором 11 із захоплювачем 12, що позиціонується завдяки приводам поступального руху 9 в робочій зоні укладання шарів по двом координатам X та Y. Оpozитно до механізмів позиціонування маніпулятора 11 із захоплювачем 12 на кільцевій напрямній 7 змонтовано незалежні програмно-керовані приводи поступального руху 13, які шарнірно-зв'язані штангами 14 з пристроєм локального підігріву 15, що позиціонується завдяки приводам поступального руху 13 в робочій зоні укладання шарів по двох координатах X та Y. В свою чергу, приводи поступального руху 9 і 13 можуть позиціонувати пристрій локального підігріву 15 та маніпулятор 11 із захоплювачем 12 по кільцевій напрямній 7 навколо осі Z в системі координат деталі 3 на 360 градусів. Приводи 8 рухають кільцеву напрямну вертикально уздовж вертикальних стоек каркаса, таким чином робоча зона має циліндричну форму.

Для забезпечення постійного зворотного зв'язку в режимі реального часу передаються дані про температуру та геометричні параметри в інтелектуальний блок управління від двох тепловізорів 16 і двох просторових датчиків 17, що розміщені в основі просторового чотиригранного каркаса з двох боків на рівні деталі, яка друкується. Тепловізори 16 і просторові датчики 17 розташовано окремо таким чином щоб отримати дані по координаті X та Y в робочій зоні роботизованого інтелектуального 3D-принтера. Друкарська головка 6 формує шари виробу, пристрій локального підігріву 15 коригує температурне поле в зоні друку, маніпулятор 11 із захоплювачем 12 може здійснювати локальні операції з переміщення додаткових елементів таких як укладання армованих елементів в дефектні області, очищення робочої області і інше.

Керування рухами роботизованого інтелектуального 3D-принтера для комбінованого друку забезпечується інтелектуальним блоком управління з використанням штучного інтелекту.

При впровадженні запропонованої корисної моделі удосконалюються кінематичні властивості роботизованого інтелектуального 3D-принтера для комбінованого друку об'єктів, а саме відбувається забезпечення синхронного керованого впливу кількох різних рухомих локальних пристроїв в одній робочій зоні під час пошарового формування складних виробів, розширення функціональних можливостей за рахунок поєднання кінематичних рухів різних пристроїв, усунення температурних деформацій, підвищення якості друку складних виробів шляхом локального теплового регулювання та взаємодії з маніпулятором для встановлення армованих елементів з магазину додаткових елементів усунення дефектів друку, оптимізація робочої зони. Це вирішується за рахунок використання просторового чотиригранного каркаса, на вертикальних стійках якого розміщені приводи поступального руху, з'єднані через шарніри та штанги постійної довжини окремо з друкарською головкою та кільцевою напрямною з окремо керованими на кільцевій напрямній приводами пристрою локального підігріву та маніпулятора з захоплювачем, застосування просторових датчиків та тепловізорів, встановлених з боків просторового чотиригранного каркаса для контролю координат і температурних полів у зоні друку. Запропонована корисна модель може бути впроваджена на підприємствах машинобудівної промисловості при адитивному виробництві деталей складної форми та геометрії.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

1. Патент 154212, МПК B33Y 30/00, Самонавчальний пристрій для комбінованого друку об'єктів / Дудукалов Ю.В., Глушкова Д.В. Сорокін В.Ф. Демченко С.В.; заявник і патентовласник Дудукалов Ю.В., Глушкова Д.В. Сорокін В.Ф. Демченко С.В. - № 202302613 заявл. 30.05.2023; опубл. 18.10.2023, Бюл. № 42.

2. Патент 66672, МПК B23Q 1/00, B23B 39/00, Свердлильно-фрезерний верстат/ Кузнєцов Ю. М, Фіранський В.Б., Дмитрієв Д.О.; заявник і патентовласник Кузнєцов Ю.М, Фіранський В.Б., Дмитрієв Д.О. - №201108142 заявл. 29.06.2011; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.

