УДК 621.924.93

РОЗРОБКА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ РІЗНОТОВЩИННИХ МАТЕРІАЛІВ

В. А. Кукса, В. Т. Щетинін, А. М. Федотьев
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева 20, м. Кременчук, Україна. E–mail: MTB_racer@mail.ru, innesa-s@rambler.ru

Проведений аналіз розробки систем автоматизації процесу для розпізнання товщини оброблюваного матеріалу. Обрані технологічні засоби для здійснення гідроабразивного різання за допомогою приводів з плоскопаралельною кінематикою методом виконання механічної частини систем адаптивного керування із застосуванням електромагнітних датчиків. Системи є також перспективними у використанні приводів із послідовно-паралельною кінематикою, а саме, для виконання механічної частини як джерела інформації для корекції керуючого сигналу.

Ключові слова: гідроабразивний струмінь, різнотовщинні матеріали, послідовно-паралельна кінематика.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ РАЗНОТОЛЩИННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В. А. Кукса, В. Т. Щетинин, А. Н. Федотьев
Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, Украина. E-mail: MTB_racer@mail.ru, innesa-s@rambler.ru

Проведен анализ разработки систем автоматизации процесса для распознавания толщины обрабатываемого материала. Выбраны технологические средства для осуществления гидроабразивного резания с помощью приводов с плоскопараллельной кинематикой методом выполнения механической части систем адаптивного управления с применением электромагнитных датчиков. Системы являются также перспективными в использовании приводов с последовательно-параллельной кинематикой, в частности, для выполнения механической части как источника информации для коррекции управляющего сигнала.

Ключевые слова: гидроабразивная струя, разнотолщинные материалы, последовательно-паралельная кинематика.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Сучасній стан світового промислового комплексу, в тому числі і провідних галузей народного господарства України, вимагає від учених і фахівців активізації зусиль, спрямованих на пошук і розробку принципово нових методів дії на оброблюваний матеріал, що базуються на фізичних і фізико-хімічних ефектах, яким властиві екологічна безпека, висока енергетична ефективність, широкі технологічні можливості. Такі методи повинні легко реалізовуватися в умовах дієвого виробництва. Їх впровадження забезпечує підприємствам високу конкурентоспроможність, підвищення якості виробів, що випускаються, зниження витрат на виробництво, реалізацію і післяпродажне обслуговування продукції.

Одним із фізико-технічних методів, що повною мірою відповідає всім викладеним вимогам, є гідрорізання [1].

Процес гідроабразивної обробки — це високошвидкісний струмінь рідини, в який додатково вводять абразивні частки, і руйнування матеріалу здійснюється переважно за рахунок механізму мікрорізання та мікродеформування об’єму оброблюваного тіла цими абразивними частками. При цьому струмінь рідини постає універсальним інструментом, який поєднує в собі властивості ідеалізованих інструментів обробки матеріалів тиском і механічної лезової обробки.

Підвищення якості та ефективності гідрорізання під час виконання операцій розкрою листових матеріалів, а також під час контурного різання різнотовщинних заготовок є головним напрямом, на якому зосереджують свої зусилля дослідники провідних країн світу. Використання струменя рідини надвисокого тиску ідеалізованого різального інструменту дозволяє з успіхом обробляти будь-які конструкційні, навіть важкооброблювані матеріали, у тому числі, композити. Значна кількість методів струминного різання, досліджена провідними фахівцями даної галузі, зокрема, М. Хашишем, Лоуеном, Дюплессі, Р. Тихомировим, І. Пєтком, довела, що найбільш прийнятним для промислового використання є гідроабразивне різання, тобто різання, яке відбувається завдяки абразивним частинкам, введеним до швидкоплинного потоку рідини [2]. Незважаючи на те, що швидкість такого двофазного потоку зменшується, а сам потік збільшується у розмірі, абразивні частинки виконують значно більшу роботу руйнування (деформаційного зносу або мікрорізання) порівняна зі струменем чистої рідини, спроможним ефективно різати тільки маломіцні матеріали. Інші методи (наприклад, створення попереднього напруженого стану зони різання, кріогенне охолодження периферійної частини струменя тощо) поширення не набули.

Не зважаючи на значну кількість виконаних досліджень, відкритими залишаються питання забезпечення якості обробки, властиві, у першу чергу, заготовкам значної товщини. Встановлено, що зі зростанням товщини обробки збільшуються просторові відхилення форми, хвилястість поверхні, відмінність шорсткості поверхні на верхній та нижній частинах закрайки. У зв’язку із вищезазначеним, мінімізація дефектів можлива як за рахунок створення систем автоматичного керування процесом та адаптивних систем, які спроможні забезпечити оп-

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

тимальні умови протікання процесів струминного руйнування, так і за рахунок зміни умов різання з метою поліпшення керованості даним процесом.

Метою даної роботи є розробка необхідних технологічних засобів із використанням систем приводів із послідовно-паралельною кінематикою за для забезпечення ефективнішої обробки гідрорізання струменем різнотовщинних матеріалів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для вирішення поставленної мети було проаналізовано процес гідррізної обробки, дефекти поверхонь, які виникають під час обробки різнотовщинних матеріалів і методи їх вирішення.

Одним із перспективних у цьому напрямку, що повністю відповідає вищенаведеним вимогам, є створення верстатів на основі механізмів із паралельною структурою (МПС).

Їх характерною особливістю є висока жорсткість і точність переміщення робочого органу. У таких механізмів вихідна ланка пов'язана з основою замкненими незалежними кінематичними ланцюгами, кожний з яких містить приводи або здійснює вплив на рух вихідної ланки. Механізми з паралельною структурою мають замкнені кінематичні ланцюги і сприймають навантаження як просторові ферми, що обумовлює їх високу точність та вантажопідйомність.

МПС можуть бути повнопаралельні або неповно паралельні. Повнопаралельні МПС – це паралельний механізм із n ступінями вільності вихідної ланки, з'єднаної з основою за допомогою n незалежних кінематичних ланцюгів, кожен з яких має один привід. Неповно паралельний МПС – паралельний механізм із n ступінями вільності вихідної ланки, з'єднаної з основою за допомогою m ($m<n$) незалежних кінематичних ланцюгів, кожен з яких має один або більше приводів.

Необхідно зазначити, що у вітчизняних і закордонних публікаціях МПС мають різні назви [3] – механізми із паралельною структурою; механізми платформного типу; механізми вищого класу; механізми із паралельною топологією; механізми із паралельним приводом; паралельні механізми; механізми паралельної структури; механізми із паралельною кінематикою; механізми із паралельними зв'язками.

Більшість найменувань відображає той факт, що вихідна ланка приводиться в дію при одночасній узгодженій (паралельній) дії приводів на відміну від механізмів послідовної дії. Разом із тим, назва "механізми з паралельною топологією" не зовсім точна, оскільки термін "топологія" має визначений математичний зміст. Автором даної роботи використовується термін "механізми з паралельною структурою" як такий, що найбільш точно відображає принципи їх побудови.

Серед існуючих МПС можна виділити декілька основних типів компонувань: гексапод, трипод, дельта, «ножниці», біглайд і «лямбда».

Трипод складається з трьох симетрично встановлених телескопічних штанг, зв'язаних шарнірно одним кінцем із виконавчим органом, а іншим – з основою. Ці штанги працюють на розтягування–стискання. Додаткова штанга, розміщена в центрі, сприймає деформації згину від виконавчого органу, тому вона має суттєво більші розміри порівняно з іншими штангами. Існують також конструкції триподів із центральною штангою (рис. 1).

Для виконання поставленої задачі було розроблено аналог механізму з плоско-паралельною кінематикою типу трипод за допомогою програми SolidWorks (рис. 2) і побудовано графіки переміщень залежності від швидкості, прискорення та моменту в програмі CosmosMotion.

Рисунок 1 – Верстат–трипод із центральною штангою

Управління багатосекційним роботом–маніпулятором є складним завданням, в якому природним чином виділяються стратегічний, тактичний і старанний рівні [2].

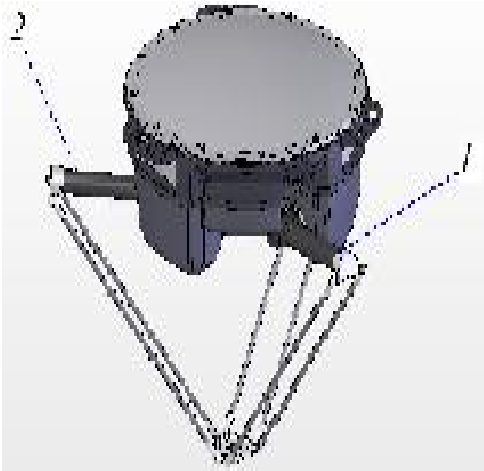

Рисунок 2 – Робот з паралельною кінематикою типу трипод у програмі SolidWorks:
1 – права штанга; 2 – ліва штанга

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

На стратегічному рівні виконується планерування цільової конфігурації маніпулятора, на тактичному рівні – синтез траєкторії переходу з поточного стану маніпулятора в цільовий стан, на виконавчому рівні – управління приводами секцій маніпулятора з урахуванням технологічних особливостей існуючого устаткування (рис. 3), на яке встановлено розроблений пристрій.

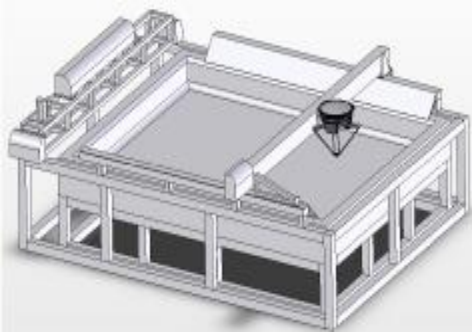

Рисунок 3 – Гідроабразивний комплекс виробництва з роботом типу трипод

Розроблений механізм з паралельною кінематикою може розпізнавати товщину оброблюваного матеріалу за рахунок електромагнітних коливань, що виникають під час різанні матеріалу.

Один з основних видів внутрішніх рухів твердого тіла, коли складові його структурних часток (атоми, іони, молекули) коливаються біля положень рівноваги — вузлів кристалічної решітки. Амплітуда коливань тим більша, чим вища температура, але завжди істотно менша, ніж стала решітки. Коли амплітуда досягає деякого критичного значення, кристалічна структура руйнується, починається процес плавлення. Навпаки, при пониженні температури амплітуда зменшується. Проте повне припинення коливань заборонене законами квантової механіки [3]. При T=0 К атоми здійснюють нульові коливання. Енергія нульових коливань мала, тому із пониженням температури всі рідини тверднуть, за винятком рідкого гелію, який твердне при T=0 К лише за підвищеного тиску. Теплові коливання можуть накладатися на звукові коливання, викликані поширенням у кристалі пружних хвиль, що породжуються зовнішньою дією (удар, періодична зовнішня сила, звукові сигнали). Ці коливання можна зафіксувати датчиками електромагнітного випромінювання, що виступають джерелом інформації для корекції керуючого сигналу.

ВИСНОВКИ. Досліджено метод гідроабразивної обробки різнотовщинних матеріалів. Розроблено технологічні засоби, які забезпечили можливість обробки деталей різних розмірів, поверхонь та підвищили ефективність даного методу обробки шляхом забезпечення універсальності обладнання. Системи є перспективними у використанні приводів із послідовно-паралельною кінематикою, а саме, для виконання механічної частини якості джерела інформації для корекції керуючого сигналу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антоненко О.В., Саленко О.Ф. Принципи створення адаптивних систем для керування процесом гідрорізання // Вісник Кременчуцького державного політкехнічного університету. – Кременчук: КДПУ, 2004. – № 6(29). – С. 18–22.

2. Саленко О.Ф., Струтинський В.Б., Загірняк М.В. Ефективне гідрорізання. – Кременчук: КДПУ, 2005. – 488 с.

3. Моргунов Ю.А., Федотов А.А., Швичков Д.В. Применение гидроабразивной резки при обработке сложнопрофильных поверхностей деталей. – М.: МГТУ, 2003. – 173 с.

AUTOMATIC SYSTEMS DEVELOPMENT FOR VARIABLE GAUGE MATERIALS CUTTING

V. Kuksa, V. Shetinin, A. Fedot'ev
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E–mail: MTB_racer@mail.ru, innesa-s@rambler.ru

The approaches to development of automatic systems for the gauge recognition of the materials processing is analyzed. Technical facilities for the abrasive waterjet cutting using plane-parallel kinematic drives are selected, with the mechanical part of smart control systems is tooled up with electromagnetic sensors for command correction. These systems are potential for the drives with series-parallel kinematic, in particular for the mechanical operation as it is an input for control signal correction.

Key words: abrasive water jet, variable gauge materials, plane-parallel kinematics.

REFERENCES

1. Antonenko O.V., Salenko O.F., Principles of creation of the adaptive systems for process control of gidrorizannya // *Bulletin of the Kremenchuk state politehnical university*. – Kremenchuk: KDPU, 2004. – 6 (29). – PP. 18–22 [in Ukrainian]

2. Salenko O.F., Strytinskiy V.B., Zagirnyak M.V. *Effective of waterjet cutting*. – Kremenchuk: KDPU, 2005. – 488 p. [in Ukrainian]

3. Morgunov Y.A., Fedotov A.A., Shvychkov D.V. *Application of waterjet cutting, processing of the surfaces of details*. − M.: MGTU, 2003. – 173 p. [in Russian].

Стаття надійшла 16.06.2011.
Рекомендована до друку
д.т.н., проф. Драгобецьким В.В.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com