

УДК 621.923

ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МАГНІТНО-АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Гейчук В.М., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація: Приведена удосконалена методика проектування технологічного обладнання для магнітно-абразивної обробки поверхонь та кромок деталей складної просторової форми в кільцевій ванні в умовах великих робочих зазорів на базі структурно-параметричного синтезу кінематики процесу. Окреслені проблеми реалізації розробленої методики та шляхи їх вирішення. Зокрема, розроблено стенд для експериментальних досліджень сил опору при русі тіл в магнітно-абразивному порошку.

Ключові слова: магнітно-абразивна обробка, кільцева ванна, синтез, кінематика процесу

Проектування обладнання для магнітно-абразивної обробки (МАО) складнопрофільних деталей стикається з рядом нагальних проблем. Більшість досліджень в області МАО в присвячено вирішенню технологічних задач, формуванню порошкового магнітно-абразивного інструменту (МАІ) [1-7]. Невелика кількість робіт присвячена дослідженню тріботехнічних властивостей магнітно-абразивних порошоків і їх впливу на якість обробки деталей складної форми [1, 2]. Тільки деякі роботи [4] присвячені визначенню навантажень на деталі простої форми. Роботи з методології проектування обладнання в даній галузі відсутні взагалі. В роботах [5, 6] зроблені перші спроби розробки методики проектування технологічного обладнання для МАО поверхонь та кромок деталей складної просторової форми в кільцевій ванні в умовах великих робочих зазорів на базі структурно-параметричного синтезу кінематики процесу.

Розроблений метод проектування включає в себе етап, що відносить до стадії проектування, а саме синтез структурно-кінематичних схем (СКС) і структурних формул компонування (СФК) роторних верстатів та визначення їх основних конструктивних параметрів та розмірів (рис. 1). Синтез базується на аналізі загальної матриці координатних перетворень формоутворюючої системи верстату, яка вибирається за результатами комплексної оцінки інтенсивності МАО.

Розробку СКС та СФК пропонується виконувати в такій послідовності:

- аналіз вихідних характеристик заготовки та кінцевих характеристик готової деталі (зокрема стану та вимог до якості поверхні та кромки);
- розробка схеми початкового розташування заготовки в кільцевій ванні, визначення типів та кількості відносних рухів деталі і МАІ;
- аналіз кінематики процесу МАО заготовки, уточнення схеми початкового розташування заготовки та типів і кількості відносних рухів деталі та МАІ; пошук для кожної оброблюваної кромки режимів, що дозволяють отримати "найкращі" за формою кромки при мінімально можливому відхиленні інтегрального критерію інтенсивності $k_{min} < k_{кеф} < k_{max}$ від оптимального значення $k_{кеф} = 1$; вибір раціональних режимів для всіх кромки і поверхонь;
- розгортання загальної матриці координатних перетворень та розподіл її складових на матриці відображення рухів ланок формоутворюючої системи верстату та матриці конструктивних параметрів;
- визначення додаткових переміщень, які не відображені у загальній матриці координатних перетворень, наприклад, налагоджувальних;
- розподіл рухів між заготовкою та магнітною системою;
- розробка структурно-кінематичних схем;
- розробка структурних формул компонування.

Далі ідуть етапи розробки, що характерні для більшості технологічних машин. Однак відсутність деяких методик та вихідних даних не дає можливості повністю реалізувати потенційні можливості розробленого методу. До невирішених (або не повністю вирішених) задач відносяться ті, які використовуються у блоках 5, 13 та 14 розробленого методу (рис. 1): аналіз кінематики процесу, визначення навантажень на оброблювані заготовки.

В [5] розроблено основні положення кінематики MAO комплексів поверхонь складнопрофільних деталей в кільцевій ванні. Робота [6] розширила можливості методу обробки за рахунок розробки кінематико-геометричної моделі формування кромки. Також розроблено спосіб обробки деталей типу циліндричних зубчастих коліс діаметром до 150 мм над кільцевою ванною [7]. Для удосконалення кінематико-геометричної моделі формування кромки необхідно розробити методику визначення тінювих зон при обробці.

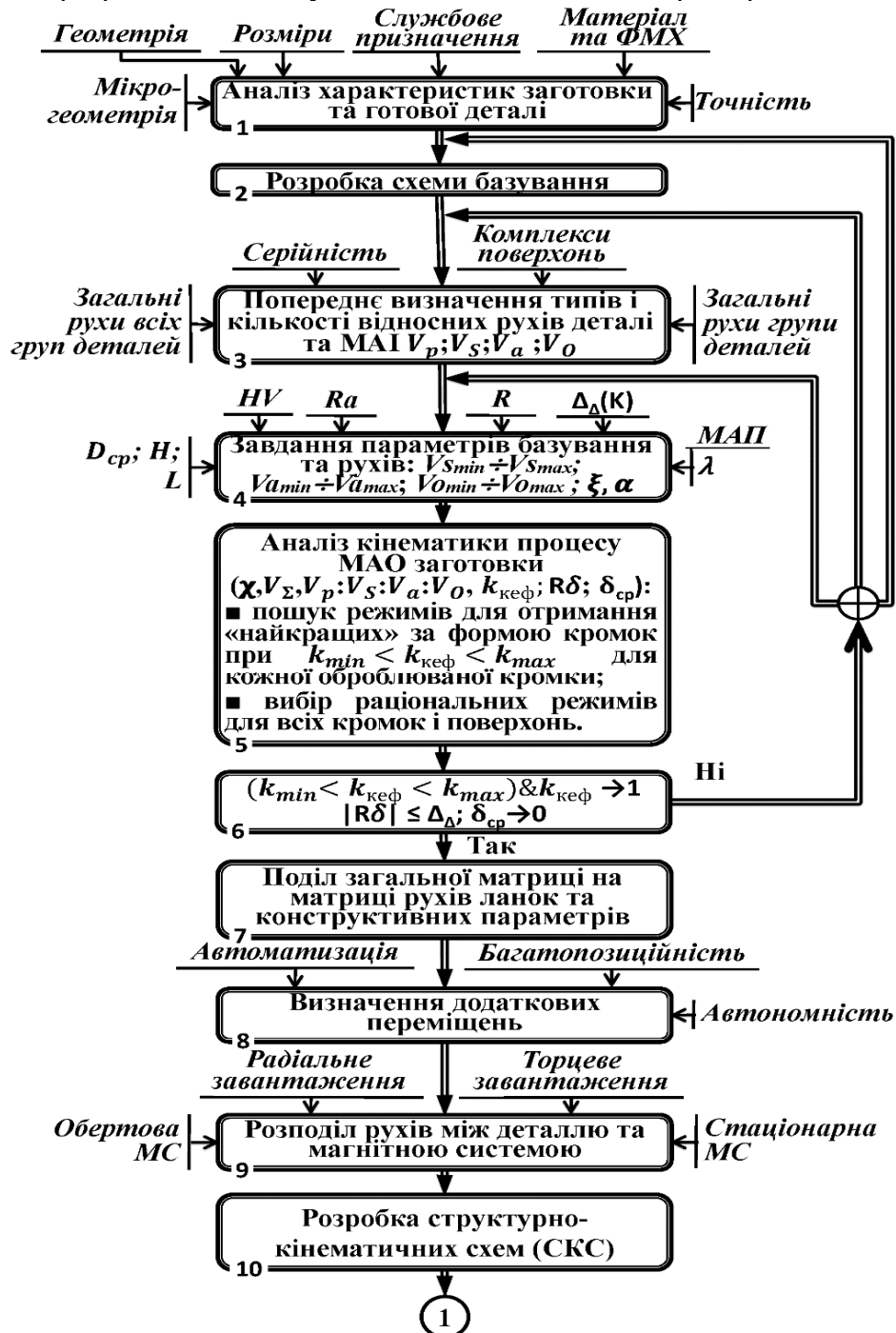


Рис.1. Алгоритм проектування роторних верстатів для MAO деталей складної форми

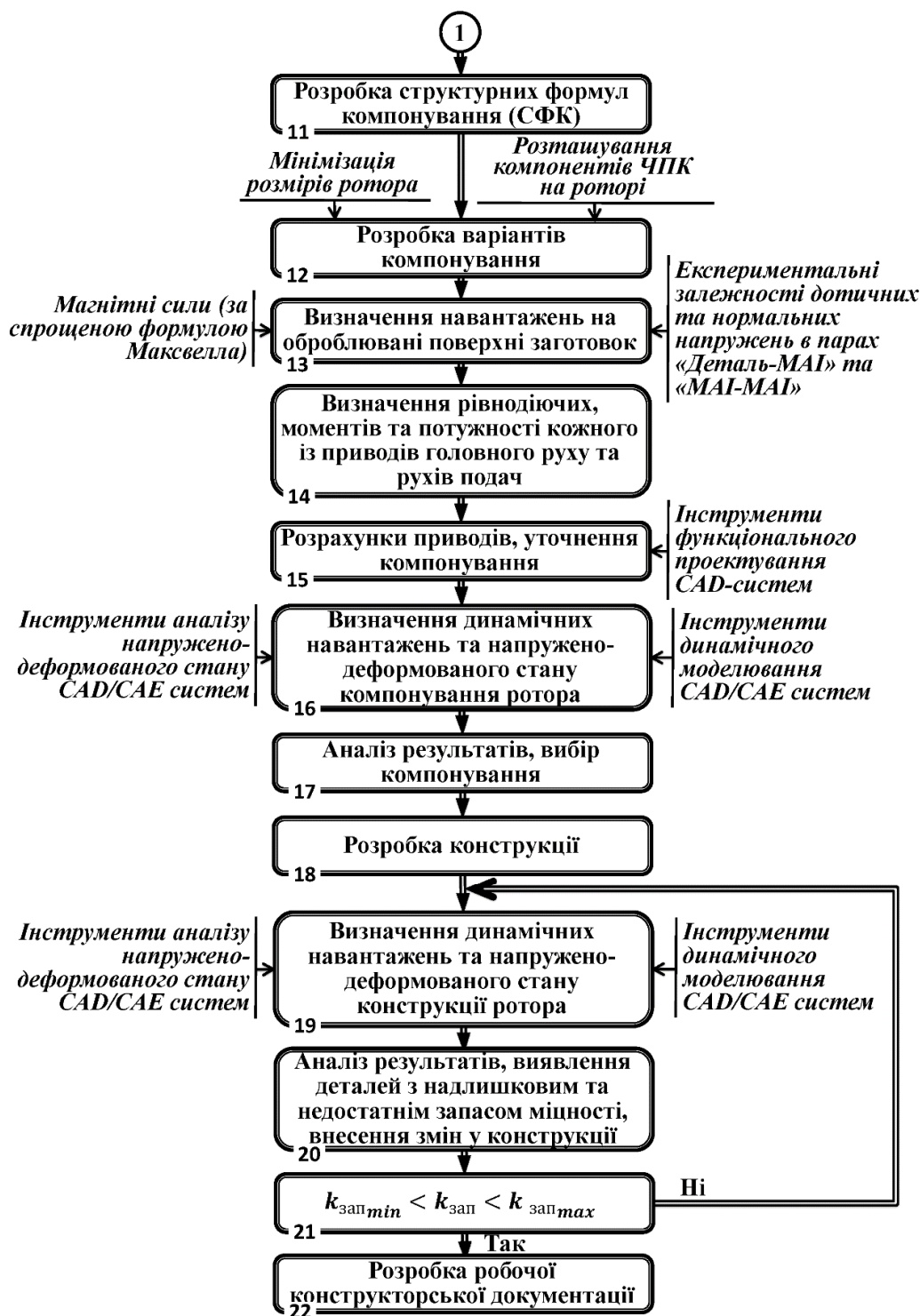


Рис.1. Алгоритм проектування роторних верстатів для MAO деталей складної форми (закінчення)

У роботі [8] розроблена методика визначення оціночних величин навантажень при MAO зубчастих коліс над кільцевою ванною. Отримані результати свідчать про адекватність методики, однак визначення її точності вимагає додаткових досліджень триботехнічних властивостей магнітно-абразивного інструменту в сторону більш широкого і повного охоплення фракцій частинок і оброблюваних матеріалів і особливо експериментальних досліджень сил опору при русі тіл в МАІ.

Для експериментальних досліджень сил опору при русі тіл в МАІ розроблено конструкцію експериментального стенду. В якості принципової схеми вимірювання крутного

моменту за основу взято схему вимірювання шляхом визначення корисного моменту двигуна при навантаженому в процесі MAO роторі за значеннями споживаного струму I_n , напруги U_n і частоти обертання диску ω_n , з врахуванням теплових та механічних втрат у редукторі при вимірюваному значенні струму I_n .

В результаті аналізу елементної бази приладів для вимірювання крутних моментів та кутових швидкостей, яку випускає промисловість в Україні та за рубежом, встановлено, що типовими представниками подібної продукції є продукція фірми "Mfgtrol", США. Фірма виробляє безконтактні датчики крутного моменту серій ТМ 300, ТФ. При необхідності вони додатково оснащуються тахометрами. Але всі вони мають один суттєвий недолік – великі габарити. Крім того, вони вимагають розриву валу, який передає крутний момент, а це ускладнює конструкцію стенду.

В якості елементної бази прийнято: для приводу ротора (головного руху) - електродвигун постійного струму ПЯ-250Ф, керований, з незалежним збудженням від постійних магнітів з дисковим якорем; для приводу першої кругової подачі - електродвигун постійного струму ЕС 45 з датчиком Холла виробництва фірми MAXON MOTOR A.G., Швейцарія; модуль контролю швидкості електродвигунів DEC Module 24/2, виробництва тієї ж фірми; електрооптичний безконтактний тахометр, який складається із датчика та універсального тахометра ТМ1-01 виробництва фірми "ТЕРА", Україна; цифровий вольтметр; стрілочний амперметр.

Стенд сконструйовано таким чином, що на ньому можна відпрацьовувати технологію MAO деталей. Зокрема підлягає перевірці метод обробки в закритій знизу кільцевій ванні для запобігання опускання МАІ в нижню частину робочої зони і його розрідження.

Список літератури:

1. *Майборода В.С. Основи створення і використання порошкового магнітно-абразивного інструменту для фінішної обробки фасонних поверхонь: дис. ... докт. техн. наук: 05.03.01/Майборода Віктор Станіславович. Київ, 2001. - 404 с.*
2. *Майборода В.С. Вплив змащувально-охолоджуючих технологічних середовищ (ЗОТС) на триботехнічні властивості порошкового магнітно-абразивного інструменту/ В.С. Майборода, В.М. Гейчук, О.А. Івановський //Технологія і техніка друкарства. Зб.наук.праць. Вип. 4(6), ВПІ НТУУ "КПІ". К. - 2004. с. 56-67.*
3. *Ткачук І.В. Формування магнітно-абразивного інструменту зі стабільними властивостями в робочих зазорах кільцевого типу: дис. ... канд. техн. наук: 5.03.01 / Ткачук Іванна Валентинівна. - Київ, 2015. - 164 с.*
4. *Устинович Д.Ф. Влияние скорости резания на мощность магнитно-абразивной обработки / Д.Ф. Устинович, В.Р. Соболев, В.И. Прибыльский // Сборник научных трудов "Машиностроение". – Минск: УП "Технопринт". – 2002. - Вып. 18. - С. 257–260.*
5. *Гейчук В.М. Синтез кінематики процесу магнітно-абразивної обробки в кільцевій ванні : дис. докт. техн. наук: 05.03.01 / Гейчук В.М. – Київ, 2012. – 472 с.*
6. *Гаврушкевич А.Ю. Основні положення кінематики MAO циліндричних зубчастих коліс. Дисс. ...канд. техн. наук: 05.03.01 / Гаврушкевич Андрій Юрійович. - Київ. - 2016. 303 с.*
7. *Пат. 100013 Україна, В24В 31/112 (2006.01). Спосіб магнітно-абразивної об'ємної обробки / В.М. Гейчук, В.С. Майборода, А.Ю. Гаврушкевич, О.О. Галицький; заявник та патентовласник "Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". - а 2014 09043; заявл. 11.08.2014; опубл. 10.07.2015; бюл. № 13.*
8. *Гейчук В.Н. Методика определения нагрузок при магнитно-абразивной обработке цилиндрических зубчатых колес над кольцевой ванной / В.Н. Гейчук, А.Ю. Гаврушкевич // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. № 39, 2017. с.23-32.*