забезпечують переважне пластичне деформування поверхневого шару, його мікронаклепування без значного проникнення напружень в товщу матеріалу, яке притаманне МАО порошками з осколковою формою частинок типу Феромап. На відміну від оброблення порошком Феромап, який має оскольчасту форму часток, низькі значення напружень та глибини наклепаного шару, МАП, які мають округлу форму елементів (Царамам, S330) інтенсивніше впливають на оброблювану поверхню та реалізують механізм пластичного деформування поверхневого шару без суттєвого видалення матеріалу.

Список посилань

1. Майборода, В. С. «Магнітно-абразивна обробка плоских поверхонь головками на постійних магнітах. / В. С. Майборода, І. В. Слободянюк, Д. Ю. Джулій, А. І. Зелінко. // Технічна інженерія. – вип. 1(85). – Червень 2020. – с. 60-65, doi:10.26642/ten-2020-1(85)-60-65.

2. Майборода В.С. Обработка плоских поверхностей магнитно-абразивным методом торцевыми головками на постоянных магнитах. 1. Влияние типа магнитно-абразивного порошка на эффективность магнитно-абразивной обработки. /В.С. Майборода, Д.Ю. Джулий, А.И. Зелинко, // Mechanics and Advanced Technologies. – 2020. – Том 89. – № 2. – с. 121-130.

3. Майборода В.С. Дослідження властивостей магнітно-абразивного інструменту, сформованого з двох фракційних сумішей порошків при магнітно-абразивній обробці у великих магнітних щілинах / В.С. Майборода //Технологічні системи. – 2007. – №1(37). – С.40 – 55.

4. Антонюк В. С. Основи підвищення працездатності різального інструменту шляхом формування зносостійких покриттів дискретного типу: дис. докт. техн. наук : 05.03.01 / Антонюк Віктор Степанович – Київ, 2006. – 383 с.

УДК 621.923

Заставський К.О., аспірант
Майборода В.С., докт. техн. наук, професор
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
zastavskiy96@gmail.com

ВПЛИВ ФОРМИ ОБРОБЛЮВАНОЇ ДЕТАЛІ НА СИЛИ ОПОРУ ПРИ МАГНІТНО АБРАЗИВНОМУ ОБРОБЛЕННІ

Магнітно абразивне оброблення (МАО) є перспективним методом фінішної обробки деталей складної форми таких як різальний інструмент, медичне обладнання, лопатки ГТД та ін. Для активного використання методу у виробництві необхідно докладно визначити характер та величину силової взаємодії, що виникають при МАО, в особливості враховувати вплив форми оброблюваної деталі на процес МАО [1 – 3].

Експериментальні дослідження виконували на установці типу кільцева ванна з використанням тензометричного датчику у вигляді балки, що діє на згин [2], встановленого на оправці в якій закріплено дослідний зразок. Використовувалися зразки з феро- та парамагнітного матеріалу різних форм: циліндра, квадрата та рівностороннього трикутника (зокрема трикутник та квадрат розташовувалися відносно руху деталі як плоскою гранню, так і ребром) (рис. 1). Досліджувані зразки мали розміри 8, 12 та 16 мм. Для формування МАІ було використано порошки Полімам-М та Полімам-Т з зернистостями 400/315 та 200/100 мкм. Швидкість оброблення становила 1 – 3 м/с, індукція магнітного поля – 0,05 – 0,25 Тл.

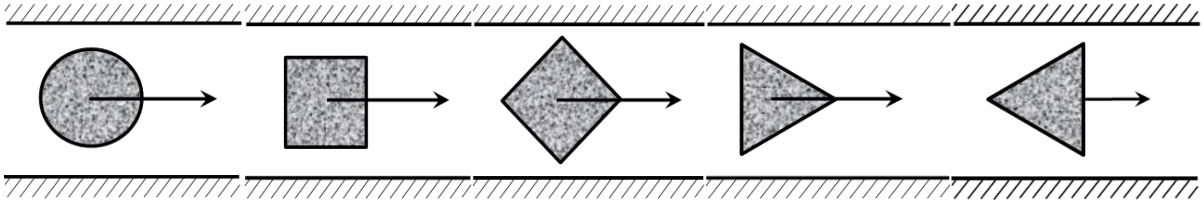

Рис. 1 – Варіанти базування деталей при обробленні.

Для визначення впливу форми деталі на оброблення було проаналізовано отримані результати. Визначено різницю значень сили опору між кожною формою деталі (при однакових інших умовах). Отримані результати не показують чітких закономірностей які могли б вказати на характер впливу зміни форми деталі на МАО, тобто різниця сили опору між деталями різної форми у відсотковому відношенні складала: для квадратних та циліндричних зразків в середньому становила 4 – 15%, між квадратними, що розташовувалися бічною стороною та ребром – 4 – 15%, між квадратними та трикутником з кутом 60° – 5 – 15%. В цю статистику не входить оброблення квадратної феромагнітної деталі розміру 16 мм такі відмінності зумовлюються інтенсивною взаємодією деталі з мертвою зоною МАІ, що знаходиться на магнітних полюсниках (рис. 2) [3]. У проміжку між деталлю та полюсником формується ущільнена зона МАІ, що пересувається у робочій зоні разом з деталлю.

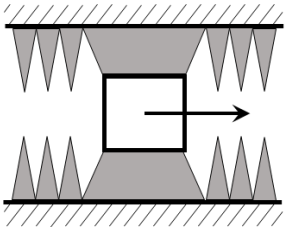

Рис. 2 – Схема оброблення феромагнітної деталі з характерним розміром 16 мм

Порівнюючи результати отримані в ході експериментів можна зробити висновок, що зміна форми деталі загалом не приносить значних змін в значення сили опору, тому вплив форми деталі варто шукати серед інших параметрів. Показано, що при МАО зміна розміру оброблюваної деталі превалює над зміною форми [2]. Таке явище пояснюється взаємодією деталі з різними формуваннями МАП та магнітними полюсниками, що обмежують процеси обтікання оброблюваної деталі порошком. Через особливості розташування цих формувань у робочій зоні виникає значний вплив саме розміру деталі а не її форми [2].

Тому, подальший аналіз базувався на визначенні питомого тиску, що діє на оброблювану поверхню деталі. Для цього силу тиску було представлено через площу поверхні, що безпосередньо зазнає тиску МАІ (рис. 3). З отриманих в дослідженні значень, було визначено безпосередній характер взаємодії між МАІ та поверхнею оброблюваної деталі, що і показує вплив форми деталі на процес МАО.

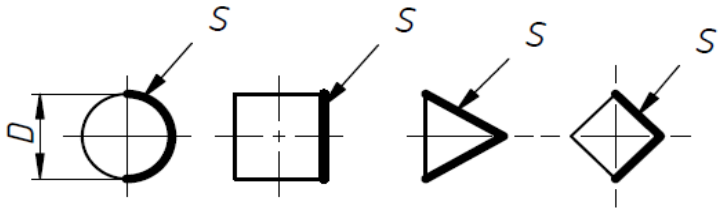

Рис. 3 – Поверхні деталей, що зазнають безпосереднього тиску МАІ

Таке дослідження дозволило отримати співвідношення між кожною із форм, що брали участь в експерименті, результати цих розрахунків залишалися стабільними при зміні значення магнітної індукції, типу та зернистості МАП та матеріалу деталі. Тому, ці співвідношення можна вважати фактичним коефіцієнтом форми деталі при дослідженні питомого тиску (табл. 1). Отримані значення аналогічні значенням аеродинамічного опору тіл відповідних форм [4]. Проте, коефіцієнт форми деталі при МАО вказує на взаємодію середовища МАІ з поверхнею деталі та, ймовірно, на сили тертя, що супроводжують цю взаємодію.

Таблиця 1 – Коефіцієнти форми оброблюваної деталі

Форма деталі	Квадрат	Квадрат ребро	Трикутник	Циліндр
Коефіцієнт форми	1,2	0,8	0,6	0,4

В ході дослідження визначено, що форма деталі, загалом, не має суттєвого безпосереднього впливу на силу опору при обробленні, проте форма може впливати на характер оброблення та сили тертя у парі МАІ – оброблювана деталь.

Список посилань

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 В. С. – Київ, 2001. – 404 с.

2. Заставський, К., Майборода, В. (2022). Вплив розміру деталей на сили лобового опору при магнітно-абразивному обробленні. Mechanics and Advanced Technologies, 6(2), 168–177. https://doi.org/10.20535/2521-1943.2022.6.2.264410

3. Майборода В. С. Магнитно-абразивная обработка деталей сложной формы / В. С. Майборода, И. В. Слободянюк, Д. Ю. Джулий. – Житомир: ПП "Рута", 2017. – 272 с.

4. Gudmundsson Snorri. 2014. General Aviation Aircraft Design : Applied Methods and Procedures. First ed. Oxford UK: Butterworth-Heinemann. https://doi.org/10.1016/C2011-0-06824-2

УДК 621.941-229.3:531.133

Охріменко О.А., докт. техн. наук, професор
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», alexhobs77@gmail.com
Клочко О.О., докт. техн. наук, професор
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», ukrstanko21@gmail.com
Фролов В.К., канд. техн. наук, доцент
Шуплєцов Д.К., асистент
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», d.shuplietsov@gmail.com
Сухіна Є. В., інженер
Науково-технічний центр «СодікоМ-Дніпро», м. Київ, sodick_tech@ukr.net

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗУБОРІЗНОГО ДОВБАЧА

На даний час найбільш поширеним способом оброблення внутрішнього зубчастого зачеплення та отримання зубчастого вінця з блоку шестерень є спосіб зубодовбання. Добач має вигляд зубчастого колеса з різальними елементами з відповідним загострюванням, що виготовляється зазвичай зі швидкорізальної сталі.

Традиційна технологія виготовлення дискового зуборізного довбача включає попереднє та остаточне лезове оброблення його внутрішніх і зовнішніх циліндричних, конічних та торцевих поверхонь, лезове оброблення поверхні зубців, гартування, шліфування торців, шліфування посадкового отвору, шліфування поверхні зубців та їх загострювання по задній і передній поверхнях [1, 2, 3].

Недоліком технології є значна кількість перевстановлювань, внаслідок кожної з яких виникає похибка, яка зменшує точність відносного розташування поверхонь довбача. Гартування довбача після лезового оброблення поверхні зубців призводить до втрати точності форми цієї поверхні і змушує вводити до технологічного процесу додаткові фінішні операції, що є малопродуктивним, потребує затрат на фінішний інструмент і відповідне верстатне забезпечення.

Поставлена задача підвищення продуктивності та зменшення собівартості виготовлення довбача за рахунок спрощення технології оброблення при забезпеченні необхідної якості довбача.

Запропонована інноваційна технологія виготовлення зубчастого довбача, яка складається з наступних операцій: попереднє лезове оброблення внутрішніх поверхонь,