

УДК 621.923

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

ЗАЛЕЖНІСТЬ НАПРУЖЕНЬ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ВІД ЗМІНИ РОБОЧОГО ЗАЗОРУ ТА ЧАСУ ОБРОБКИ МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО ПОЛІРУВАННЯ

Магнітно-абразивна обробка (МАО) – це один із методів фінішної обробки за використання якого можна отримати низькі значення шорсткості. Станом на сьогоднішній день досить широко досліджене питання, щодо умов формування МАІ з магнітно – абразивного порошку (МАП) в магнітному полі в цілому, а також були виконані дослідження залежності параметрів шорсткості та мікрогеометрії оброблених поверхонь [1-3]. Як і будь-який процес різання, МАО впливає на параметри поверхневого шару оброблюваного матеріалу та призводить у процесі обробки до зміни початкової величини внутрішніх напружень. У випадку МАО у процесі обробки поверхневий шар зазнає мінімального зйому матеріалу, тобто відбувається вигладжування та полірування поверхні із одночасним ударно-фрикційним механізмом утворення наклепу поверхневого шару. Наклеп призводить до виникнення в поверхневому шарі деталі сприятливих залишкових напружень, вплив яких головним чином і визначає високий зміцнюючий ефект поверхневої пластичної деформації, що проявляється в підвищенні міцності, стійкості, а іноді і зносостійкості. Для отримання зміцненого наклепом поверхневого шару заготовку піддають механічній обробці різного виду, наприклад, обкатка роликками, дробоструминна обробка, поверхневе дорнування, вигладжування та інші. Саме тому інформація про залежності внутрішніх напружень поверхневого шару оброблених поверхонь від робочого зазору, типу магнітно-абразивного порошку та часу контакту МАІ із оброблюваною поверхнею є важливою для ефективного використання МАО як процесу обробки деталей та вузлів. Було проведено серію експериментів, в ході яких оброблювали зразки у вигляді пластин з розмірами 70x5x0,8 мм зі сталі У9, попередньо для зняття напружень, що сформувались при виготовленні зразків було виконано їх термічну обробку – відпал із подальшим видаленням нагару. МАО зразків виконувалося на фрезерному верстаті 6Б75ВФ1 головкою типу "щітка" (1) [1] (рис. 1). При визначенні залишкових напружень, що виникають в зразках після МАО використовували методику, аналогічну запропонованій в роботі [4] на зразках свідках.



Рис. 1 – Схема оброблення

Обробку виконували за умов, наведених у таблиці 1, МАП – Феромап 1000/630.

Таблиця 1 – Умови обробки

Час магнітно-абразивної обробки, хв	Робочий зазор, мм				
	3	4	5	6	7
	Напруження, МПа				
3	39,53	57,5	60,9	71	55
6	52,4	58,6	67	74,2	55,2
9	57,9	57,5	65	73	57
12	59,2	58	63	72,2	56,3
15	62,5	58,6	60	71,8	56,3

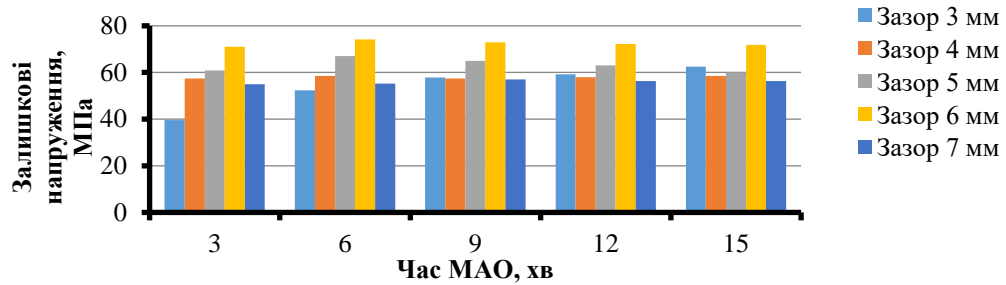


Рис. 2 – Діаграма залежності залишкових напружень від часу оброблення та робочого зазору

За отриманими результатами можна виділити особливість, що вихід на рівноважні параметри напружень відбувається за 3-6 хвилини, за цей час активна взаємодія часток МАІ та оброблюваної поверхні майже припиняється внаслідок полірування мікронерівностей та припинення процесу активної пластичної деформації. Збільшення залишкових напружень при значенні зазору 6 мм можна пояснити оптимальними значеннями робочого зазору для порошку Феромап із розмірами фракцій 1000/630 мкм, при якому формується стійкий та самооновлюючийся МАІ.

Для дослідження залежності величини внутрішніх напружень в залежності від виду МАІ було проведено аналогічну серію досліджень із варіюванням величини робочого зазору, отримані результати наведені на рис. 3. Час контакту МАІ та оброблюваної поверхні – 12 хв.

Таблиця 2

МАІ	Робочий зазор, мм	Напруження, МПа
Феромап 630/400	3	60,8
	3,5	51,0
	4	51,6
	5	35,6
Царамам 630/400	3	107,6
	4	89,5
	4,5	60,8
	5	67,0
S330 1200/900	3	92,5
	4	120,6
	4,5	116,8
	5	84,8

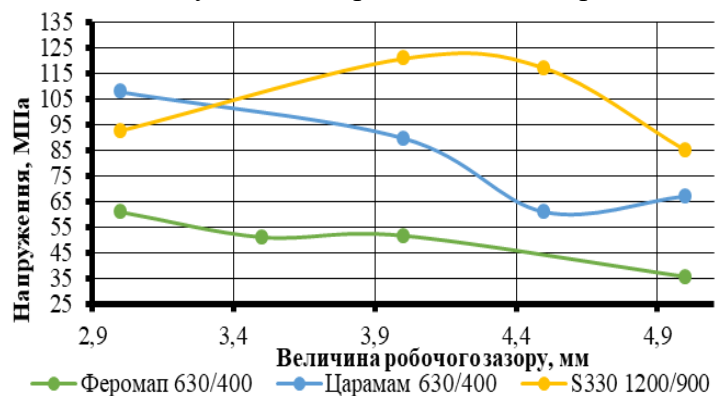


Рис. 3 – Графік залежності залишкових напружень від виду МАІ та величини робочого зазору

Встановлено, що найбільші значення внутрішніх залишкових напружень поверхневого шару обробленого матеріалу формуються після МАО головками типу "щітка" на базі постійних магнітів високої потужності з використанням порошкових матеріалів, які

забезпечують переважне пластичне деформування поверхневого шару, його мікронаклепування без значного проникнення напружень в товщу матеріалу, яке притаманне MAO порошками з осколковою формою частинок типу Феромап. На відміну від оброблення порошком Феромап, який має осколчасту 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 (MAO) 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 MAO, в особливості враховувати вплив форми оброблюваної деталі на процес MAO [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.

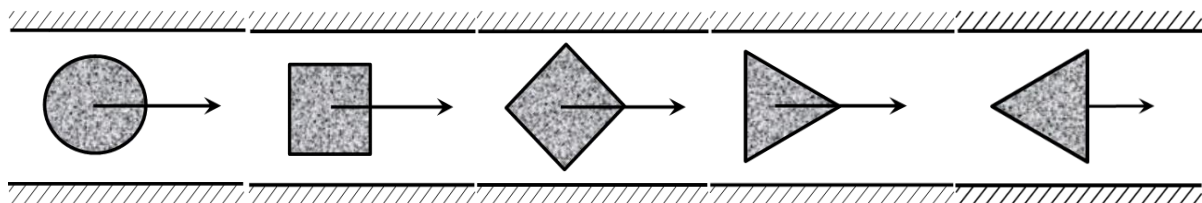


Рис. 1 – Варіанти базування деталей при обробленні.