

модифікацію тих чи інших субпроцесів може бути різним в тому сенсі, що одні з них безпосередньо чи через інші субпроцеси формують фазовий склад модифікованої поверхні, другі ж тільки впливають на кінетику взаємозв'язаних з ними субпроцесів. З цієї позиції взаємний вплив субпроцесів може бути як стимулюючий, тобто таким, що сприяє росту швидкості, так і антагоністичним з протилежною взаємодією.

Результатом подібного комбінованого взаємовпливу в певний момент процесу стає швидкість конкретного субпроцесу, котра є функцією не тільки системи інших субпроцесів, але і їх взаємодії

$$V_k = v(R_1, R_2 \dots R_m, P_1, P_2 \dots P_n),$$

де k – індекс досліджуваного субпроцесу,

R – результат певного субпроцесу, кількість яких в моделі процесу модифікації від одиниці до m ,

P – параметр технологічного режиму, число яких в моделі процесу модифікації від одиниці до n .

З іншої сторони сам результат будь-якого субпроцесу в певний момент часу залежить від закону зміни функції його швидкості. Таким чином, очевидно, що реальна модель процесу модифікації як сукупності взаємодії та взаємовпливу всіх суттєвих факторів, що характеризують модифікаційний процес, представляє суттєво складну конструкцію. Природно, що з врахуванням складу модифікаційного процесу, відображеного на рис. 2, його модель представлятиме надзвичайно складну систему як в теоретичному, так і в прикладному планах. Тому для практичного оперування цією моделлю найбільш ймовірною стане необхідність додаткового аналізу вагомості кожного із субпроцесів з вичлененням тільки найбільш впливових. Ця процедура ще й має важливе значення з тієї точки зору, що саму суть переваг модифікації з використанням тліючого розряду з нестационарним живленням становить можливість оперативного корегування ходом формування структури модифікованого шару за рахунок штучного стимулювання субпроцесів, які в даний конкретний момент сприятимуть першочерговій реалізації тих з них, що мають вирішальне значення для отримання триботехнічної системи з заданими властивостями. Створення моделі подібних процесів дозволить не тільки забезпечити автоматизацію модифікаційних технологій, але й також забезпечити можливість керованої їх реалізації.

Висновок. Наведена вище аргументація призводить до висновку, що при переході на нестационарне живлення тліючого розряду, який виступає інтенсифікатором модифікаційного процесу з використанням вакуумно-дифузійної газорозрядної технології, в його енергетичну модель повинні бути внесені певні корективи.

1. Енергетичний спектр падаючого потоку при модифікації з нестационарним живленням повинен враховувати не тільки розподіл за енергетичними рівнями, першоосновою для якого є кінетика формування падаючого потоку, але і змінний в часі характер параметрів режиму.

2. Відносний енергетичний фактор слід трансформувати в приведений відносний енергетичний фактор, в якому враховується змінний характер дії енергетичного спектру падаючого потоку.

Література

1. Пастух И.М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде / Пастух И.М. – Харьков, Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт», 2006. – 364 с.
2. Арзамасов Б.Н. Ионная химико-термическая обработка сплавов / Арзамасов Б.Н. – М. : Из-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 400 с.

Надійшла 16.9.2011 р.

УДК 621.891

О.О. АБРАМОВ, В.П. ВЕЛЬБОЙ, М.О. ДИХА
Хмельницький національний університет

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ РОЛИКІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ЗМІЦНЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ

Представлено комплексну технологію виготовлення деталей типу "ролик" методом порошкової металургії на основі матеріалу з твердого сплаву для використання в якості оброблювального інструменту для електро механічної обробки тіл обертання з метою підвищення зносостійких властивостей.

It is presented the complex technology of making of details of type roller by the method of powder-like metallurgy on the basis of material from a hard alloy for the use as of processing instrument for electro- tooling of bodies of rotation with the purpose of rise of wearproof properties.

Ключові слова: електромеханічна обробка, ролик, твердий сплав, технологія виготовлення, зносостійкість.

Вступ. На основі методів фінішної обробки (шліфування, хонінгування, доведення) досягається необхідна форма деталей із заданою точністю, але не завжди забезпечуються необхідні властивості поверхневого шару. Тому одним з головних завдань досліджень в галузі машинобудування є розробка

прогресивних технологічних процесів на основі використання нових фізичних явищ, що забезпечують підвищення якості оброблюваних поверхонь. В теперішній час все ширше застосування знаходять високоенергетичні комбіновані методи модифікації поверхневого шару деталей, засновані на інтенсивній дії на матеріал концентрованих потоків енергії – це лазерна, електронно-променева, плазмова та електромеханічна обробка.

Електромеханічна обробка (ЕМО) характеризується одночасною термічною і силовою дією інструмента на поверхню оброблюваної деталі і може проводитись в режимі поверхневої пластичної деформації, при якій досягається зміцнення і підвищення зносостійкості оброблюваної поверхні. Одночасно із підвищенням якості обробки при ЕМО в поверхневому шарі деталі утворюються шари зміцнених гартівних структур з будовою дрібнодисперсного мартенситу, так званого "білого шару", що має вищі, ніж у звичайного мартенситу, зносостійкість та інші фізико-механічні та експлуатаційні характеристики. В даній роботі розглядається технологія виготовлення інструментальних твердосплавних роликів для здійснення зміцнювальної електромеханічної обробки.

Одним з визначальних заходів поліпшення якості оброблюваної поверхні і підвищення зносостійкості обкатуючого інструменту є правильний вибір матеріалу за умови високої протидії його схоплюванню з матеріалом оброблюваної поверхні. Не менш важливим є правильний вибір режиму термічної обробки матеріалу такого інструменту, від якого залежать його структура і механічні властивості у цілому.

Ролики, як робочі елементи-електроди пристроїв для електромеханічної обробки, вмикаються в електричний ланцюг із струмом понад 300 А. Умови роботи таких роликів призводять до їх значного теплового зносу, пов'язаного з термічним розм'ягченням і оплавленням поверхневого шару, що супроводжується інтенсивним розвитком процесу схоплювання, тому ролики повинні виготовлятися з високоякісних матеріалів.

Аналіз відомих досліджень. Для виготовлення роликів обкатування і розкатування в холодному стані рекомендовані [1] інструментальні сталі У10А, Х12М, Х6ВФ, Х12Ф1, а для такої ж обробки у гарячому стані – сталі 7Х3, 3Х2В8Ф. Твердість сталевих роликів повинна бути в межах 58...62 HRC. Іншим технологічним заходом підвищення зносостійкості роликів є наплавлення твердих матеріалів на їх робочі поверхні. За такою технологією ролики виготовляють зі сталі 45 з наплавлення на їх поверхню зносостійкого матеріалу: для гарячого обкатування електродами зі сталі 3Х13, що забезпечує твердість напавленого шару 50...53 HRC; для холодного обкатування – електродами зі сталі 2Х13 (47...50 HRC).

Відома технологія [1] виготовлення накатного інструмента литтям з твердих сплавів типу стелітів і стелітоподібних сплавів. Як вихідні матеріали для лиття сплавів типу стелітів використовують металевий вольфрам, хром, кобальт або нікель, активоване вугілля і флюс (скло), а стелітоподібних сплавів (сормайта) – феррохром, ферромарганець, ферросиліцій, нікель, сталевий і чавунний брутхт, активоване вугілля і флюс (скло). Шихту плавлять в індукційних печах тигельного типу з кислою футеровкою при температурі 1500...1600 °С, лиття – в кокіль, нагрітий до 400 °С.

Як інструмент для електромеханічної обробки циліндричних поверхонь набули ролики, виготовлені з твердого сплаву [2, 3]. На рис. 1,а показаний пристрій для ЕМО з консольним розташуванням інструментального ролика [3]. Для конструкції [2] ролики встановлюються у пристрій, що закріплюється у різцеутримувачі універсального токарного металорізального верстату (рис.1,б).

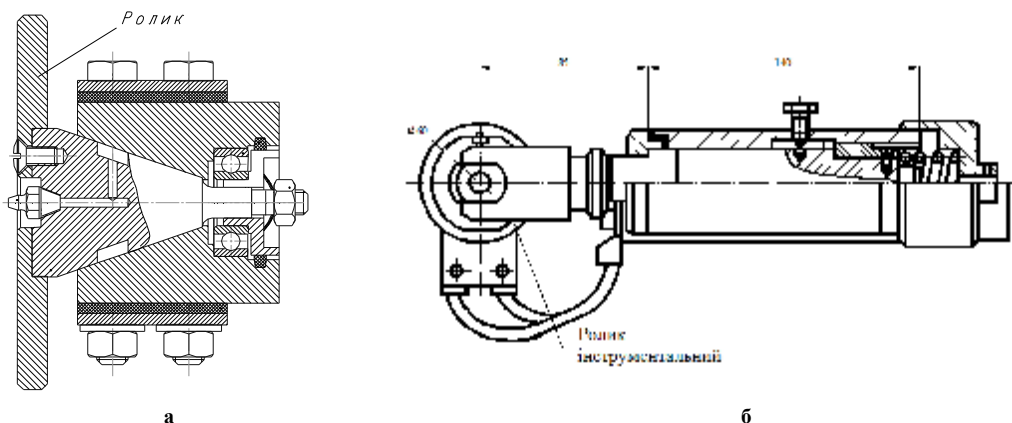


Рис. 1. Роликові пристрої для електромеханічної обробки

В роботі [4] запропонована конструкція установки, яка може бути встановлена на супорті верстату замість різцеутримувача. У цій конструкції є пружинна державка, з якою поєднана головка з двома важелями, на кінцях яких встановлені ролики.

Відомий також роликовий інструмент для електромеханічної обробки [5] поверхонь деталей, в корпусі якого розміщена державка з пружним елементом для її підтискування, і віссю, на якій закріплений деформуючий ролик.

Основна частина. У даній роботі представлена технологія виготовлення накатного ролика

(рис. 2,а) з твердого сплаву ВК15 шляхом пресування заготовки на гідравлічному пресі з наступним спіканням у вакуумній печі.

Порошок карбідів, що використовується при виготовленні твердосплавних виробів, має низьку пластичність. Тому в суміш карбідів з цементуючим компонентом (у даному випадку з кобальтом) був введений пластифікатор для покращення її текучості, забезпечення змащування зерен і тим самим зменшення тертя між ними. Пластифікатор необхідний також для зниження тертя між сумішшю і стінками прес-форми, отже, зменшення зусилля пресування і отримання достатньої міцності пресованої заготовки. У цій роботі як пластифікатор використовувався розчин синтетичного каучуку в авіаційному бензині марки Б70.

Для пресування заготовки (рис. 2,б) використовували 195 г ретельно перемішаної суміші порошку твердого сплаву ВК15 з розчином каучуку у бензині, яку засипали у порожнину прес-форми (рис. 3), утворену матрицею 3, нижнім пуансоном 4 і знаком 2. Виконавчі розміри формотворних деталей визначені з урахуванням 23 % усадки матеріалу композиції при спіканні.

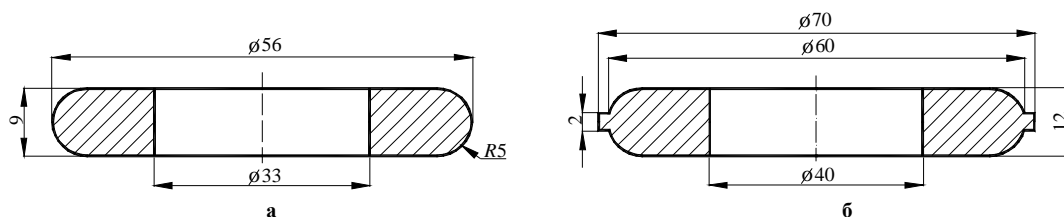


Рис. 2. Ролик (а) і заготовка ролика до спікання (б)

На робочих торцевих поверхнях пуансона 3 (рис. 3) з метою забезпечення їх працездатності передбачені пояски шириною 1 мм, що формують кільцевий виступ (рис. 2, б) на тороїдальній поверхні заготовки товщиною 2 мм.

Така конструкція прес-форми уможливорює двобічне пресування, необхідне для забезпечення однорідної густини пресованої заготовки. Сила пресування визначена з розрахунку тиску 130 МПа і складала 380 кН. Поверхню вільно засипаної у прес-форму композиції вирівнювали шляхом встрякування, що забезпечувало також попереднє ущільнення суміші і більш рівномірний розподіл її густини. Потім у матрицю встановлювали верхній пуансон 1 і у складеному стані ставили прес-форму на нижню плиту преса П-125 на підставку-кільце 5 висотою 20 мм (рис. 2,б). Потім здійснювали попереднє пресування повільним збільшенням тиску до 50 МПа, після чого виймали підставку і допресовували композицію тиском 130 МПа.

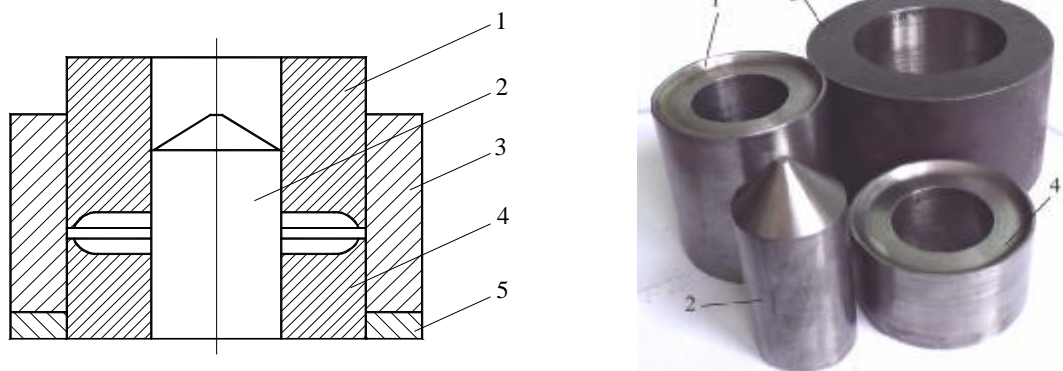


Рис. 3. Прес-форма для пресування заготовки ролика

Для релаксації внутрішніх напружень в спресованій заготовці її витримували під цим тиском протягом 1 хв. Такий режим пресування дозволив виштовхнути заготовку з прес-форми без руйнувань, транспортувати її і укласти в робочу камеру печі для спікання.

Для спікання ролика використана вакуумна електропеч моделі СГВ-2.4-2/15-ИЗ виробництва Московського електровакуумного заводу (рис. 4), яка забезпечує номінальну температуру в робочому просторі 1500 °С. Система відкачування повітря з робочої камери печі забезпечується форвакуумними і дифузійними насосами, вимірювання температури нагріву – вольфрам-вольфрамрениєвими термопарами, регулювання температури – мікропроцесором. Вимірювання залишкового тиску в електропечі ведеться вакуумметром ВИТ-3П, інформація до якого надходить від манометричних термопарних та іонізаційних перетворювачів.

Спікання заготовки ролика проводилося при розрідженні 4 Па (для зменшення випаровування кобальту) і наступному температурному режимі: нагрівання до температури 1360 °С, витримка при цій температурі протягом 30 хв і наступним охолодженням зі швидкістю 300 °С/год (рис. 4). Підвищення температури здійснювалось безперервно також зі швидкістю 300 °С за виключенням двох інтервалів: 420...450 °С і 760...780 °С, у яких внаслідок видалення компонентів пластифікатора і зниження тиску у камері необхідно було зупинити нагрівання на 15...20 хв до нормалізації тиску.

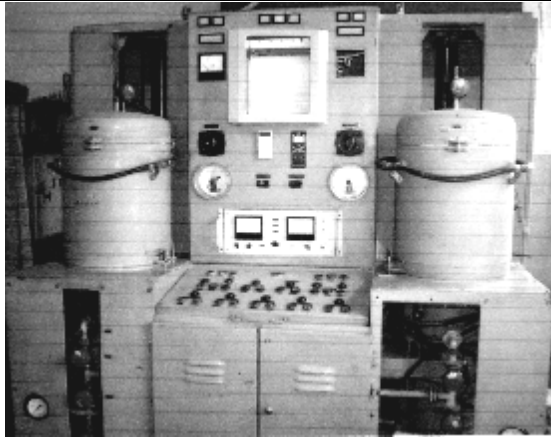


Рис. 4. Вакуумна піч для спікання виробів

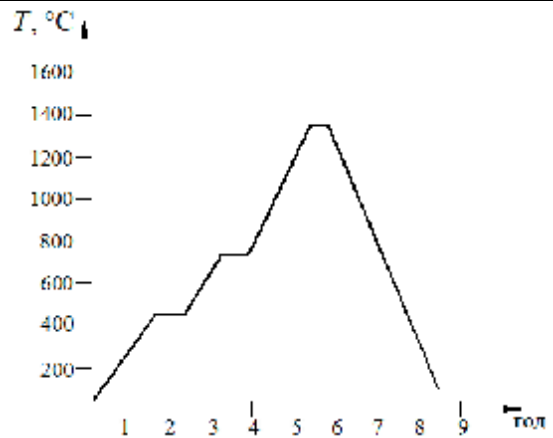


Рис. 5. Режим спікання твердосплавного ролика

Щоб уникнути зневуглицювання виробів їх спікання проводили в графітовому контейнері (рис. 6).

На рис. 7 представлений зовнішній вигляд твердосплавних роликів, отриманих методом порошкової металургії для використання в якості інструменту для електромеханічної обробки циліндричних заготовок. Твердість ролика після спікання становила 83 HRA.

Фінішну обробку і заокруглення робочої поверхні роликів здійснювали шліфуванням на круглошліфувальному верстаті типу ЗМ151 алмазним шліфувальним кругом за ГОСТ 247447-90 типу 11V9 – 70° чашкової форми. Зв'язка круга органічна типу В2-02, зернистість круга – 125/100. Режими шліфування: колова швидкість круга 25 м/с, поздовжня подача 1 м/хв, глибина обробки 0,01 мм.



Рис. 6. Розташування ролика у графітовому контейнері



Рис. 7. Вигляд твердосплавних роликів для ЕМО після спікання

Отриманий ролик був використаний для проведення електромеханічної обробки циліндричних поверхонь деталей з метою розробки ефективних конструктивних і технологічних параметрів обробки для досягнення високих показників зносостійкості.

Висновок. Розроблена технологія виготовлення інструментального ролика методом порошкової металургії на основі матеріалу з твердого сплаву та його шліфування для наступного використання в якості оброблювального інструменту за електромеханічної обробки тіл обертання з метою підвищення їх зносостійких властивостей.

Література

1. Капорович В.Г. Обкатка в производстве металлоизделий / Капорович В.Г. – М. : Машиностроение, 1973. – 167 с.
2. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой / Б.М. Аскинази ; [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Машиностроение, 1989. – 200 с.
3. Диха О.В. Пристрій для модифікації поверхні деталей типу тіло обертання електромеханічним способом / О.В. Диха, О.П. Чумаков, М.О. Диха // Проблеми трибології (Problems of tribology). – 2008. – № 4. – С. 80–83.
4. Пат. 2127183 Российская федерация, В 24 В 39/04, С 21 D 7/13//В 23 Р 6/00. Интегральная установка для электромеханической обработки.
5. А. с. 1579745 СССР, В24 В 39/04. Пристрій для електромеханічної обробки поверхонь деталей / Ю.А. Каткус, С.С. Маркаускас, Р.В. Старкявічюс, В.К. Тауткявічюс ; опубл. 23.07.1990, Бюл. № 27.
6. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения : [справочник]. – К. : «Наукова думка», 1985. – 624 с.

Надійшла 15.8.2011 р.