ФІЗИКА І ХІМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА
Т. 3, № 4 (2002) С. 577-580

PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLID STATE
V. 3, № 4 (2002) P. 577-580

УДК 621.762: 691.921

М.М. Бобіна, В.С. Майборода, Н.В. Ульяненко, А.Б. Бобін

Структура та властивості поверхневого шару інструменту з сталі Р6М5 після магнітно-абразивної обробки

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"
пр. Перемоги, 36, Київ, 03056, Україна,
E-mail: main@iff-kpi.kiev.ua

Досліджено вплив параметрів магнітно-абразивної обробки на будову та властивості поверхневого шару інструменту з швидкорізальної сталі Р6М5.

Показано, що основними факторами, що впливають на структуру, мікротвердість зміцненого шару, шорсткість поверхні є швидкість та час обробки, величина часток порошку, з якого формується магнітно-абразивний інструмент. Виявлено характер зміни мікротвердості поверхневого шару після магнітно-абразивної обробки та нестабільність зміцнення в часі.

Ключові слова: магнітно-абразивна обробка, сталь Р6М5, структура, мікротвердість, поверхневий шар.

Стаття поступила до редакції 10.04.2002; прийнята до друку 23.11.2002

I. Вступ

Однією з операцій заключних стадій технологічних процесів, що широко застосовуються при виготовленні деталей, є абразивна обробка. Серед різновидів абразивної обробки все більшого поширення набуває магнітно-абразивна обробка (МАО).

Одним з методів підвищення зносостійкості поверхонь робочих елементів ріжучого інструменту є формування поверхневого шару з підвищеною твердістю та стабільною мікроструктурою, відсутніми дефектними зонами, які виникають під час виготовлення інструменту та інше. Вирішити цю проблему можна завдяки МАО.

II. Вплив швидкості магнітно-абразивної обробки на товщину та мікротвердість зміцненого шару сталі Р6М5

Магнітно-абразивна обробка містить у собі одночасну дію на оброблюваний зразок постійного магнітного поля та процесів, що виникають при зіткненні поверхні з порошковим різальним інструментом – мікрорізання, мікроудари абразивних частинок, пластична деформація поверхневої зони. Це складне сполучення впливів різних факторів дозволяє досягти певного зміцнюючого ефекту.

У якості вихідних зразків використовували розгортки та свердла із сталі Р6М5, що пройшли звичайну термообробку. Вихідна твердість 63-64 HRC, мікротвердість серцевини 8-8,5 ГПа.

Магнітно-абразивну обробку проводили в умовах типу кільцева ванна з великими магнітними щілинами (розмір щілини між поверхнями деталі і полюсних наконечників більш ніж у 10 разів перевищує розміри частинок порошку) оптимальна магнітна індукція складає 0,4-0,6 Тл, швидкість магнітно-абразивної обробки – 2,0-5,0 м/с. У якості магнітно-абразивного матеріалу використовували порошок Полімам-Т двох фракцій (з розміром часток 100-200 мкм та 400-600 мкм), що має універсальні абразивно-поліруючі властивості, та який

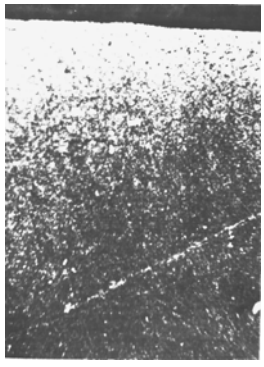

Рис. 1. Мікроструктура зміцненого шару сталі Р6М5 після магнітно-абразивної обробки (х 400).

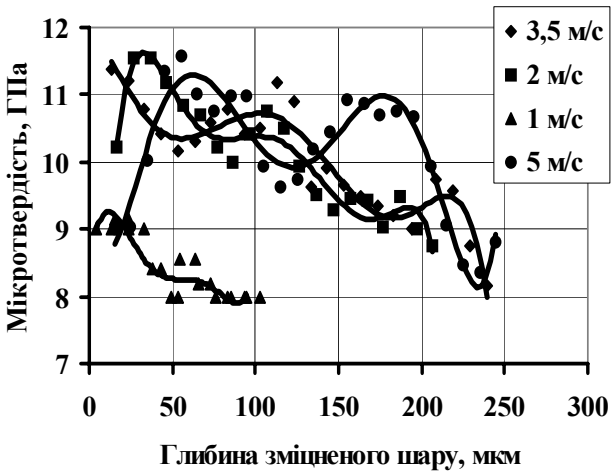

Рис. 2. Вплив швидкості магнітно-абразивної обробки на розподіл мікротвердості по товщині зміцненого шару сталі Р6М5.

застосовують для матеріалів різноманітних класів, із різноманітною твердістю, в'язкістю, складом і т.п.[1].

Зразки досліджували за допомогою мікроструктурного, дюрометричного і рентгеноструктурного аналізу.

Мікроструктурний аналіз показав, що поверхнева зона обробленої сталі Р6М5 має знижену травленість (рис. 1). Це, очевидно, пояснюється напруженим станом поверхневої зони. У роботі [2] показано, що в приповерхневому прошарку напруги стискування на глибині 0,5-1 мкм досягають 600-1200 МПа в залежності від швидкості обертання і значень магнітної індукції, і не залежать від часу обробки. Завдяки пластичній деформації поверхні зернами магнітно-абразивного порошку і впливу магнітного поля, формується приповерхневий прошарок з напругами, утвореними певними умовами магнітно-абразивної обробки. Треба відзначити, що експериментально не було виявлено будь-якого зміцнюючого ефекту від впливу тільки перемінного магнітного поля, без участі інших факторів магнітно-абразивної обробки. Тому змінними параметрами стали швидкість обертання навколо вісі кільцевої ванни та величина частинок абразивного порошку.

У структурі приповерхневого прошарку сталі Р6М5 після магнітно-абразивої обробки практично не спостерігається значних первинних карбідів, проте дрібні дисперсні карбіди розташовуються більш рівномірно. Мікротвердість цієї зони підвищилася до 11,5-11,7 ГПа в порівнянні з вихідною 8,0-8,5 ГПа.

Відзначені автором [2] зменшення кількості залишкового аустеніту в загартованій сталі Р6М5 у результаті магнітно-абразивної обробки, у нашому випадку (при обробці готового інструменту – розгорток, свердел) не може грати значної ролі, тому що обробці піддавалися зразки, що пройшли повний цикл термообробки: гартування з 1220 °С і триразовий відпуск при 560 °С. Залишковий аустеніт у вихідної сталі складав не більше 3% і ні рентгеноструктурно, ні мікроструктурно не визначався. Проте можна припустити, що в приповерхневій зоні і ця мінімальна кількість залишкового аустеніту зведена до нуля.

У такий спосіб підвищення мікротвердості поверхневих прошарків можна пояснити головним чином створенням у них напруг стискання та підвищенням кількості дрібнодисперсних карбідів.

Вплив збільшення лінійної швидкості порошкових часток МАІ, при інших рівних умовах, виявився у зростанні товщини зміцненої зони та перерозподілу по глибині максимумів та мінімумів мікротвердості (рис. 2.). В кожному разі відразу під поверхнею знаходиться зона з відносно зниженою мікротвердістю (9,5-10,0 ГПа). Товщина цієї зони складає від 10 до 50 мкм в залежності від швидкості обробки. Хоча мікроструктурно і рентгенографічно в зоні ніяких змін не помічено, але можна припустити, що це зв’язано з особливостями виходу на поверхню дефектів матеріалу в процесі пластичного деформування тонкого поверхневого прошарку при магнітно-абразивної обробці та невеликим відтисненням дрібнодисперсних карбідів вглиб матеріалу. Найбільш суттєво подібне зниження виявляється при підвищених швидкостях обробки. Однак, треба підкреслити, що навіть ця зона з відносно низькою мікротвердістю все ж має мікротвердість на 1,0–2,0 ГПа вищу, за вихідну. Очевидно, досить велике значення має явище наклепу в результаті мікроударів і пластичної деформації абразивними частинками. Це викликає спотворення гратки структурних складових, підвищення концентрації дислокацій, подрібнення крихких фаз.

На всіх кривих мікротвердості виявлено підшаровий максимум. Найбільша мікротвердість в усіх випадках складала 11,5-11,7 ГПа. Глибина розташування максимуму майже однакова для обробки зі швидкістю 2-4 м/с (10-25 мкм), і зростає до 50-70 мкм при швидкості, більшій за 4,5 м/с. Наявність піка пов’язана, очевидно, з ударним впливом частинок порошкового інструменту. Подібні ефекти спостерігаються під час дії мікрокульок або частинок абразиву при струменевих видах обробки,

гідроабразивній обробці [3], в процесі тертя матеріалів [4].

Подальша зміна мікротвердості по товщині зміцненого шару відбувається відповідно спадаючій синусоїді, з утворенням максимумів та мінімумів. Причому, різкість таких підйомів та спадів твердості зростає з ростом швидкості обробки. Так, якщо при швидкості обробки до 3 м/с різниця між мінімальним значенням мікротвердості та наступним максимумом складає не більше 0,3-0,5 ГПа, то при більших швидкостей ця різниця буде 1,0-1,5 ГПа (рис. 2). Такий розподіл мікротвердості ніяк не відповідає будь-яким змінам структури чи фазового складу швидкорізальної сталі. Можна припустити, що такий характер зміни мікротвердості формується за рахунок одночасної дії постійного магнітного поля та утворення шару з градієнтом зміни щільності дислокацій складної конфігурації. Товщина зміцненої зони в усіх випадках була на рівні 200-230 мкм.

III. Вплив розміру часток магнітно-абразивного порошку на розподіл мікротвердості по товщині зміцненого шару сталі Р6М5

Для виявлення впливу величини частинок абразивного порошку на розподіл мікротвердості по товщині зміцненого шару був вибраний порошок Полімам-Т фракцій 200/100 мкм (з підвищеною поліруючою функцією) та 630/400 мкм (з підвищеними абразивними властивостями).

Під час магнітно-абразивної обробки крупним порошком зі швидкостями менше, ніж 4,0 м/с спостерігалося зниження мікротвердості по всій товщині зміцненого шару, а також різке погіршення чистоти обробленої поверхні в порівнянні з обробкою порошкомфракцією 200/100 мкм. При великих швидкостях під час обробки крупною фракцією спаду мікротвердості на поверхні не спостерігалося, але характер її зміни по товщині зміцненого шару має зовсім інший вигляд. Майже по всьому шару мікротвердість спадає плавно, і тільки на глибині 230-250 мкм є невеликий її сплеск від 8,7 ГПа до 9,3 ГПа. Але і в цьому випадку різко впала чистота поверхні, а також змінилася геометрія ріжучої кромки інструменту.

Найкращої характеристики поверхневий шар набуває в перші 40 с обробки. Збільшення часу обробки дозволяє отримати зміцнення на більшу глибину, але з невеликим програшем в твердості. Ще більше зростання часу обробки призводить до різкого зменшення товщини зміцненого шару. Мабуть, в цьому випадку відіграють роль різальні властивості частинок абразивного порошку, і за досить довгий час обробки частина поверхневого шару видаляється. Це підтверджується і тим, що радіус кута різального леза збільшився майже в 2 рази.

IV. Висновки

З вище викладеного випливає, що для отримання максимальної чистоти поверхні шляхом магнітно-абразивної обробки із збереженням геометрії різального інструменту, формування поверхневого шару з високою твердістю слід проводити абразивним порошком 200/100 мкм при швидкості обробки 2,0-3,0 м/с впродовж 30-40 с.

М.М. Бобіна *– кандидат технічних наук, доцент кафедри металознавства та термічної обробки;*
В.С. Майборода *– кандидат технічних наук, доцент кафедри інстументального виробництва ;*
Н.В. Ульяненко – *аспірант;*
А.Б. Бобін *– студент.*

[1] В.Е. Оликер. *Порошки для магнитно-абразивной обработки и износостойких покрытий.* Металургия, М., 176 с. (1990).
[2] Ю. М.Барон. *Магнито-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов*. Машиностроение, Л., 176 с. (1986).
[3] А.Е. Проволоцкий. *Струйно-абразивная обработка деталей машин.* Техника, К., 177с. (1989).
[4] В.Н. Кащеев. *Процессы в зоне фрикционного контакта металлов*. Машиностроение, М., 213 с. (1978).

M.M. Bobina, V.S. Maiboroda, N.V. Ulyanenko, A.B. Bobin

Structure and Properties Surface Layer of Instrument From Steel P6M5 After Magnetically-Abrasive Treatment

National Technical University of Ukraine " KPI"
pr. Peremogy, 36, Kiev, 03056, Ukraine
E-mail: main@iff-kpi.kiev.ua

Inquired into influence parameters of magnetically-abrasive treatment on bilding and properties surface layer of instrument from steel P6M5.

Shown, that by basic factors influencing on structure, microhardness strengthened to layer, surface roughness is speed and time of treatment, fraction of powder, whereof a magnetically-abrasive instrument forms. Rendered change of microhardness surface layer after magnetically-abrasive treatment and strengthening instability in time.