

УДК 621.923

М.В. Новіков, акад. НАНУ, д.т.н., проф.**В.І. Лавріненко, д.т.н.****В.О. Скрябін, в.о. с.н.с., гол. інж.****Б.В. Ситник, пров. інж.****О.О. Пасічний, к.т.н.***Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України***С.С. Самотугін, д.т.н., проф.****В.О. Мазур, ст. викл.****В.О. Гагарін, аспір.****К.В. Кудінова, аспір.***Приазовський державний технічний університет***А.Д. Чепурной, д.т.н., проф.****Ю.Д. Сердюк, гол. інж.****П.А. Терехов, зав. лаб.***ВАТ „ГСКТИ”, Маріуполь*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЛАЗМОВОЇ ОБРОБКИ НА ЗМІНУ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ІНСТРУМЕНТА

Подані дослідження з впливу плазмової обробки на зміну в структурі та поверхневому шарі твердосплавного інструмента. Показана зміна показників шорсткості поверхні, що піддавалася впливу плазмового струменя. Наведені дані щодо експлуатаційних властивостей твердосплавного інструмента при точінні.

Актуальність проблеми. Відомо [1], що експлуатаційні показники найбільш розповсюджених твердих сплавів на основі карбідів вольфраму та титану типів ВК та ТК можуть бути додатково підвищені об'ємною термічною обробкою. Але є певні чинники, що стримують широке застосування такого способу зміцнення сплавів. Відомими є також спроби локального зміцнення твердих сплавів лазерною обробкою [2]. Останнього часу з'явилися дослідження з ефективного зміцнення твердих сплавів плазмовою обробкою [3]. Вкажемо, що нині металообробка значною мірою стикається з проблемою одночасної продуктивної та якісної обробки виробів з різних важкооброблюваних металів і сплавів, наплавлень та напилень. Так, наприклад, широке запровадження нових ефективних розробок Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України з нових наплавлень стримується необхідністю їх ефективною обробки, особливо за умов обробки великих вели-

когабаритних деталей типу конусів, чаш та сідел засипних апаратів доменних печей, валків прокатних станів стосовно умов виробництва ВАТ „Азовмаш”, ММК ім. Ілліча та ін. При цьому переважно застосовують твердосплавний інструмент, який за таких умов швидко зношується, що і вимагає дослідження можливостей підвищення його експлуатаційних характеристик. Одним з таких способів підвищення є плазмова обробка. Оскільки питання зміцнення досить детально висвітлені у роботі [3], то в даній роботі нас більше цікавило питання – у якій саме мірі плазмова обробка впливає на зміну контактних процесів у зоні обробки таким зміцненим інструментом, адже у нього можуть змінитися показники шорсткості контактуючої поверхні та її елементний склад, а також як це пов'язано із експлуатаційними показниками інструменту. Вирішенню цього і присвячена викладена нижче робота.

Мета роботи полягала у дослідженні впливу плазмової обробки на зміну морфології та елементного складу поверхневого шару твердосплавного інструменту і як наслідок – на його експлуатаційні показники.

Основні результати роботи та їх обговорення. Методично робота була побудована таким чином, що відібрали низку чотирьохгранних твердосплавних пластин SPUN-120304 марки BK10XOM у кількості 6 шт. Плазмовій обробці піддавали один з кутів на режимах струму плазмового струменю 380 А при швидкості руху струменю в 25 см/хв., що відповідало температурному впливові в 1300...1400 °С, інший, протилежний кут, піддавали впливові струму в 250 А при тій же швидкості, що для цього випадку відповідало температурному впливові 800...900 °С. Інші два кути залишали вихідними без впливу на них плазмової обробки. Надалі досліджували шорсткість поверхонь вихідних і тих, що піддавалися обробці, зміни в елементному складі цих поверхонь, а також зміни в приповерховому шарі тих зон, що піддавалися плазмовій обробці (шліфи). Для встановлення впливу плазмової обробки на зносостійкість твердосплавного інструменту вивчали знос пластин у відповідних кутах при точінні нормалізованої сталі 40Х.

Розглянемо особливості формування показників шорсткості поверхні після плазмової обробки. Виявлено, що у вихідному стані на твердосплавній поверхні пластини формуються такі показники шорсткості – $Ra = 0,67$ мкм, $Rmax = 5,33$ мкм, $Sm = 70$ мкм. Характер мікронерівностей та вихідна опорна крива поверхні подані на рис. 1 та 2.

R Profile

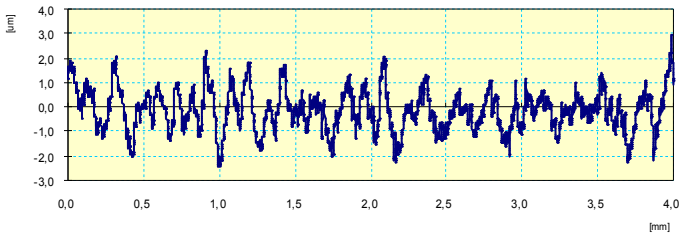


Рис. 1. Характер мікронерівностей поверхні у вихідному стані

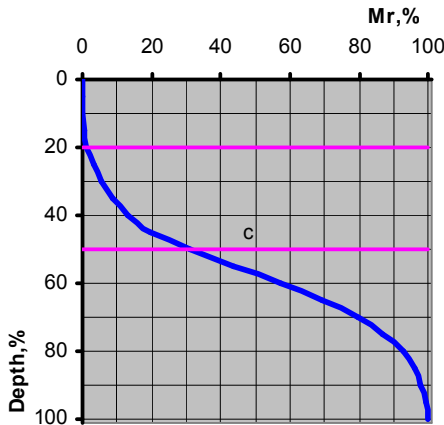


Рис. 2. Опорна крива поверхні пластини у вихідному стані

Тепер розглянемо, що відбувається із шорсткістю твердосплавної поверхні круга після плазмового впливу. У випадку впливу плазмового струменю посереднього рівня у 250 А показники шорсткості змінюються таким чином: R_a залишається майже незмінним – 0,68 мкм, R_{max} дещо зростає – 7,55 мкм, S_m зменшується до 62 мкм. Разом з тим, слід зазначити, що такий непотужний плазмовий вплив дещо покращує опорну криву поверхні і наповненість профілю мікронерівностей певною мірою зростає (рис. 3).

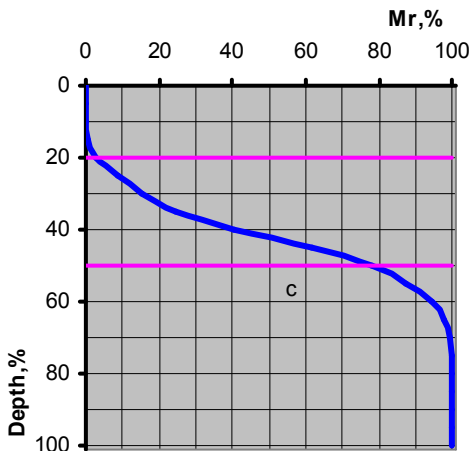


Рис. 3. Опорна крива поверхні пластини після плазмової обробки середньої потужності (250 А)

R Profile

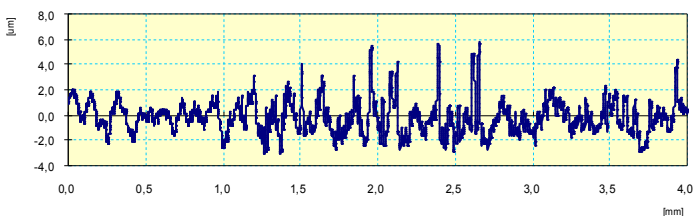


Рис. 4. Характер мікронерівностей поверхні після потужної плазмової обробки

Більш потужний плазмовий вплив (380 А) суттєво впливає на всі показники шорсткості оброблюваної поверхні. Значно зростають висотні показники: $R_a = 1,03$ мкм, $R_{max} = 8,72$ мкм. Разом з тим, крок нерівностей знижується до $S_m = 51$ мкм. Це все вказує на значні зміни у характері мікронерівностей оброблюваної поверхні після досить потужної плазмової обробки, що ми можемо спостерігати як по профілю мікронерівностей (рис. 4), так і по стану поверхні зразків (рис. 5). Видно, що плазмова обробка такої потужності призводить навіть до певного оплавлення поверхні твёрдосплавного зразка.

Загальні висновки з наведеного вище такі: плазмовий вплив середньої потужності, коли ще не відбувається оплавлення поверхні, загалом позитивно впливає на оброблювану поверхню, відбувається певне

її впорядкування і значне покращення опорної поверхні. Плазмовий вплив з оплавленням погіршує як висотні показники мікронерівностей, так і несучу здатність поверхні (рис. 6). Тим самим, з цієї точки зору, більш придатним видається застосування плазмового впливу середньої потужності.

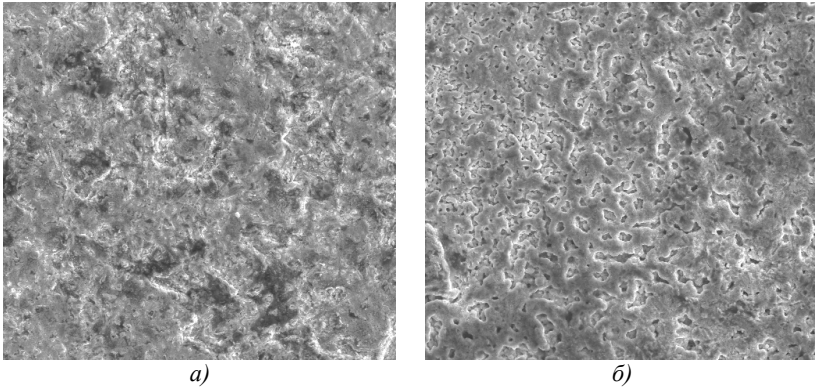


Рис. 5. Стан поверхні твердого сплаву у вихідному стані (а) і після потужної плазмової обробки (б)

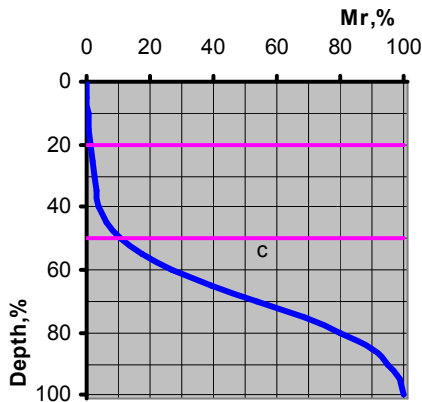


Рис. 6. Опорна крива поверхні пластини після потужної плазмової обробки (370 А)

З наведеного вище впливає логічним питання про те, чи не змінюється при цьому елементний склад поверхні, що піддавалася плазмовій обробці, адже, як видно з рис. 5, б цей вплив є досить істотним.

Дослідження поверхонь вихідних і після різних впливів, проведені на електронному мікроскопі фірми «Карл Цейс», свідчать про те, що

певні зміни в елементному складі поверхонь відбуваються. Подивимося це на прикладі зміни таких елементів, як кисень (поверхнева зміна) та кобальт (приповерхнева зміна). У вихідному стані на поверхні твердого сплаву кисень фіксується як 6,32 мас. %. Після плазмової обробки середньої потужності кількість кисню на поверхні зростає до 19,7 мас. %. Плазмова обробка великої потужності кисню на поверхні вже майже не додає, хоча і зростає – 21,38 мас. %. Ці поверхневі зміни є логічними, бо йде окислення поверхні. Більш цікавими є зміни в елементному складі по кобальту, адже наявність змін може свідчити про зміни в приповерхневому шарі твердого сплаву, тим самим, виникнення певного перерозподілу кобальту. У вихідному стані на поверхні зразків кобальт є в наявності у кількості – 9,52 мас. %. Плазмова обробка середньої потужності збільшує кількість кобальту на поверхні до 11,67 мас. %, що можливо пояснити дією ефекту зміни рухомої фази у приповерхневому шарі твердого сплаву під дією температурного фактора [4]. Подальший температурний вплив потужного плазмового струменю призводить до оплавлення поверхні, утворення поруватості на поверхні (рис. 5, б) і як наслідок – зменшення вмісту кобальту на поверхні до 7,35 мас. %.

Загальний висновок з цього етапу роботи полягає у наступному: впливу плазмового струменю середньої потужності цілком достатньо для позитивних змін на поверхні твердого сплаву, а саме збільшення змісту кисню та кобальту, що дозволить змінити контактні процеси в зоні обробки і, нарівні з процесами зміцнення матриці твердого сплаву після плазмової обробки [3], збільшити стійкість твердосплавного інструменту при різанні, що і було нами перевірено на наступному етапі роботи.

Результати стійкісних випробувань твердосплавного інструменту після плазмової обробки наведені у таблиці. Режими різання: швидкість різання 80 м/хв., подача 0,11 мм/об., глибина різання 0,1 мм.

З таблиці видно, що плазмова обробка дозволяє підвищити стійкість твердосплавного інструменту як мінімум в 1,4 рази, а як максимум у 2,2 рази залежно від потужності плазмового струменю.

Таблиця

Середній знос твердосплавних пластин по задній грані при точінні після плазмової обробки

Вихідні пластини	Пластини після плазмової обробки середньої потужності (250 А)	Пластини після потужної плазмової обробки (370 А)
------------------	---------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------

0,125±0,012	0,068±0,006	0,075±0,008
-------------	-------------	-------------

Висновки. Проведені дослідження свідчать про те, що плазмовий вплив дозволяє змінити морфологію та шорсткість твердосплавних поверхонь, їх елементний склад, що дозволяє підвищити стійкість твердосплавного інструменту в 1,4–2,2 рази. При цьому необхідно застосовувати плазмовий вплив середньої потужності для досягнення температурного впливу на твердосплавну поверхню в межах 800 °С, якого вже цілком достатньо для досягнення необхідного позитивного ефекту.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Лошак М.Г.* Использование метода акустической эмиссии для исследования механизма упрочнения твердых сплавов при термической обработке / М.Г. Лошак, Л.И. Александрова, Н.И. Городынский // Порошковая металлургия. – 1990. – № 5. – С. 72–76.
2. *Ковальченко М.С.* Структурные изменения поверхности карбидотитановых и карбидовольфрамовых твердых сплавов с никелевой связкой под действием лазерного излучения / М.С. Ковальченко, А.В. Паустовский, В.Н. Миняков // Порошковая металлургия. – 1995. – № 9–10. – С. 67–71.
3. *Самотугин С.С.* Технологические основы плазменного упрочнения твердосплавного инструмента / С.С. Самотугин, Е.И. Антипенко, В.П. Лихошва, В.А. Мазур, Е.В. Семенюта, Е.В. Кудинова // Новітні технології в машинобудуванні: металообробка, інструмент, реновація: Зб. наук. праць. – Маріуполь: ПДТУ, 2008. – С. 75–87.
4. *Лавріненко В.І.* Наукові основи шліфування інструментальних із спрямованою зміною характеристик контактних поверхонь: Автореф...дис. докт. техн. наук. – К.: ІНМ НАН України, 2000. – 35 с.

ЛАВРІНЕНКО Валерій Іванович – доктор технічних наук, завідувач відділом Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:

- шліфування кругами з НТМ;
- інструменти з НТМ;

– властивості робочого шару кругів.

Тел.: 432-95-15.

E-mail: ceramic@ism.kiev.ua

НОВІКОВ Микола Васильович – академік НАНУ, доктор технічних наук, професор, директор Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:

- надтверді матеріали;
- технології їх отримання та застосування.

СКРЯБІН Валерій Олексійович – в.о. старшого наукового співробітника, головний інженер Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:

- процеси абразивної обробки;
- інструменти з НТМ.

СИТНИК Борис Васильович – провідний інженер Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:

- технології виготовлення та застосування інструмента з НТМ.

ПАСІЧНИЙ Олег Олегович – кандидат технічних наук, докторант Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:

- шліфування кругами з НТМ;
- інструменти з НТМ;
- властивості робочого шару кругів.

САМОТУГІН Сергій Савелійович – доктор технічних наук, професор кафедри металорізальних верстатів та інструментів Приазовського державного технічного університету.

Наукові інтереси:

- процеси різання;
- вплив плазмового напилення на інструмент та процес механічної обробки.

МАЗУР Владислав Олександрович – старший викладач кафедри металорізальних верстатів та інструментів Приазовського державного технічного університету.

Наукові інтереси:

- процеси різання;
- вплив плазмового напилення на інструмент та процес механічної обробки.

ГАГАРІН Володимир Олександрович – аспірант кафедри металорізальних верстатів та інструментів Приазовського державного технічного університету.

Наукові інтереси:

- процеси різання;
- вплив плазмового напилення на інструмент та процес механічної обробки.

КУДІНОВА Катерина Віталіївна – аспірантка кафедри металорізальних верстатів та інструментів Приазовського державного технічного університету.

Наукові інтереси:

- процеси різання;
- вплив плазмового напилення на інструмент та процес механічної обробки.

ЧЕПУРНОЙ Анатолій Данилович – доктор технічних наук, професор, голова правління, директор ВАТ “ГСКТИ”.

Наукові інтереси:

- машинознавство;
- наплавлені матеріали;
- обробка наплавлених матеріалів.

СЕРДЮК Ю.Д. – головний інженер ВАТ “ГСКТИ”.

Наукові інтереси:

- процеси обробки різанням;
- абразивна обробка.

ТЕРЕХОВ П.А. – завідуючий лабораторією ВАТ “ГСКТИ”.

Наукові інтереси:

- машинознавство;
- процеси різання.

Подано 14.09.2009