

ВПЛИВ АЛМАЗНОГО ШВИДКІСНОГО ШЛІФУВАННЯ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СТАЛІ 1Х12Н2МВФБА

Гурей І.В.(НУ «ЛП», ПЖ, м. Львів, Україна, м. Жешів, Польща)

It is show, that the diamond speed grinding substantially increase the fatigue of metal and wear resistance of the stainless steel 1H12N2MVFBА. The development finishing treatment is given more effective in place of traditionally applied, namely, electro-corundum grinding with next stabilizing tempering and mechanical polishing..

Одною з основних задач машинобудування є підвищення надійності і довговічності деталей машин та механізмів. Надійність машин полягає у збереженні у заданих межах необхідних властивостей та експлуатаційних показників протягом усього періоду їх використання, технічного обслуговування, ремонтів тощо. Вона залежить від конструкції машини, використовуваних матеріалів, якості виготовлення деталей і складання вузлів та агрегатів, способів контролю, від умов та режимів роботи й інших параметрів. Для збереження експлуатаційних характеристик деталей машин необхідно мати чітке представлення про причини їх зниження і на основі цієї інформації створювати нові технологічні процеси, які би забезпечували протягом всього періоду роботи необхідні експлуатаційні характеристики деталей машин та елементів конструкцій.

Розроблення нових технологічних процесів повинно вестись не тільки у напрямі підвищення продуктивності і зниження собівартості, але також у напрямі підвищення всього комплексу експлуатаційних характеристик деталей машин і механізмів, підвищення їх якості - надійності та довговічності. При цьому особливу увагу необхідно приділяти підвищенню опору зношуванню, втомному та корозійно-втомному руйнуванню, які є найважливішими характеристиками, які визначають надійність і довговічність машин, механізмів, верстатів та інше.

Виробництво виробів з подовженим терміном експлуатації, виготовлення деталей із зносостійкою поверхнею вигідно реалізувати шляхом створення відповідної поверхні матеріалу, оскільки властивості, які повинна мати деталь для взаємодії з зовнішнім середовищем можна досягти тільки завдяки отриманню необхідної поверхні. Відповідні параметри поверхні найчастіше формуються на фінішних операціях механічної обробки деталей.

Абразивна обробка деталей отримала найширший розвиток як метод фінішної обробки. Залежно від параметрів обробки в процесі шліфування в зоні різання можуть виникати високі температури і тиски, які здатні змінити структуру, твердість, напруженість і інші характеристики металу.

Абразивна обробка низьколегованих незагартованих сталей мало змінює структуру і фізико-механічні властивості металу і тому неістотно впливає на їх довговічність. Шліфування загартованих, зокрема високолегованих сталей, може призвести до відпуску поверхневих шарів, зниження твердості, утворення залишкових напружень розтягу, а у деяких випадках навіть припали, які є сильними структурними концентраторами напружень і різко знижують працездатності виробів у експлуатації. Вірогідність погіршення якості поверхні металу внаслідок абразивної обробки зростає із збільшенням подачі і глибини шліфування [1]. Крім того, якість поверхні деталей істотно залежить від складу шліфувального круга і фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу [2].

У сучасних умовах широкого застосування набуває високошвидкісне шліфування. Як показали результати досліджень [3] збільшення швидкості шліфування приводить до зменшення складових сили різання, пониження температури в зоні різання та покращання параметрів поверхневого шару деталей машин.

Метою даної роботи є дослідження впливу алмазного швидкісного шліфування на опір втомному і корозійно-втомному руйнуванню та зносостійкість нержавіючої сталі мартенситного класу марки 1X12H2MBФБА.

Дослідження на опір втомному корозійно-втомному (у середовищі 3 %-го водяного розчину $NaCl$) руйнуванню проводили на циліндричних зразках діаметром 10 мм при чистому згині з обертанням, з частотою навантаження 50 Гц. Випробування на зносостійкість проводили за схемою кільце-вкладка. Кільця-зразки виготовляли зі сталі 1X12H2MBФБА діаметром 40 мм, шириною 10 мм. Вкладки-контртіла площею тертя 2 см^2 виготовляли з сірого чавуну марки СЧ 21 після штучного старіння. Зносостійкість визначали при терті в мастильно-абразивному середовищі (у мастило АС-8 додавали 0,1 мас.% кварцевого піску дисперсністю до 20 мкм) при швидкості ковзання 0,9 м/с і питомих навантаженнях від 2 до 6 МПа. Перед проведення дослідів на зносостійкість пари тертя припрацьовували до стабілізації моменту тертя і прилягання спряжених поверхонь, які характеризуються слідами тертя на площі не менше 90 % робочої поверхні тертя кожного зразка пари. Шорсткість робочих поверхонь шліфованих зразків вимірювали на профілографі-профілометрі моделі «Talyskan 150» фірми «Taylor Hobson».

У всіх випадках заготовки зразків термічно обробляли на відпущений мартенсит, тобто піддавали гартуванню з температури 1130 °С у масло з подальшим відпуском при 700 °С, витримка 3 год.

Робочу частину зразків шліфували алмазним кругом А5П 300×32×5×127 100 % АСР 80/63 при швидкості 60 м/с. Для порівняння зразки виготовили за заводською технологією: шліфували електрокорундовим кругом ПП 300×32×5×127 при швидкості 36 м/с та піддавали стабілізаційному відпуску при температурі 550 °С з витримкою 1 год та наступним механічним поліруванням.

Експерименти на опір втомному руйнуванню проводили після звичайного електрокорундового шліфування, електрокорундового шліфування з наступним стабілізаційним відпуском і механічним поліруванням та алмазного швидкісного шліфування. Дослідження показали (рис. 1), що найменший опір втомному руйнуванню мають зразки після звичайного електрокорундового шліфування. Використання стабілізаційного відпуску з наступним полірування після електрокорундового шліфування значно підвищує опір втомному руйнуванню (більше ніж на 25 %). Найбільший ефект підвищення опору втомному руйнуванню отримано після алмазного швидкісного шліфування. Підвищення опору втомному руйнуванню складає більше 35 % у порівнянні зі звичайним електрокорундовим шліфуванням і біля 10 % у порівнянні з електрокорундовим шліфуванням з наступним стабілізаційним відпуском і механічним поліруванням.

У той же час дослідження показали, що опір втомному руйнуванню у корозійному середовищі (3 %-ий водяний розчин $NaCl$) при навантаженнях близьких до умовної межі корозійної витривалості при вибраній базі досліджень ($5 \cdot 10^7$ циклів) практично однаковий для всіх видів фінішної обробки зразків зі сталі 1X12H2MBФБА. В умовах дії корозійного середовища вплив виду фінішної обробки нівелюється, при цьому дія корозійного фактора є превалюючою. Отже, вид шліфування не впливає на зміну умовної межі корозійної витривалості сталі 1X12H2MBФБА (рис. 1) при вибраній базі випробувань ($5 \cdot 10^7$ циклів). Проте в області

обмеженої корозійної витривалості (вище за точку перегину кривої) алмазне шліфування обумовлює підвищення довговічності зразків до трьох разів і цілком замінює фінішну обробку, що складається з електрокорундового шліфування і стабілізуючого відпуску з подальшим механічним поліруванням поверхні.

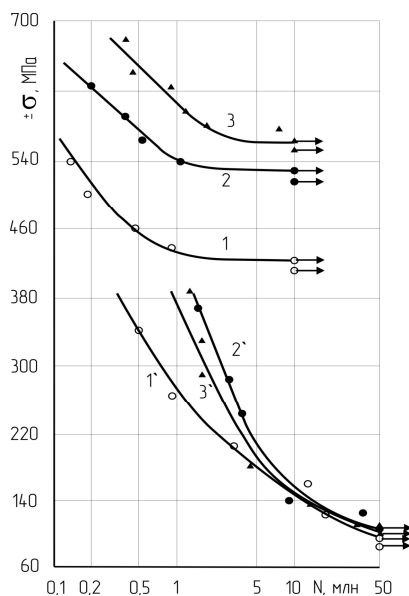


Рис. 1. Криві втомного (1 – 3) та корозійно-втомного (1' – 3') руйнування сталі 1Х12Н2МВФБА після різних методів обробки: 1, 1' – електрокорундове шліфування; 2, 2' - електрокорундове шліфування з наступним стабілізаційним відпуском та механічним поліруванням; 3, 3' – алмазне швидкісне шліфування

Відомо, що на опір втомному руйнуванню суттєво впливають фізико-механічні властивості та якісні параметри приповерхневих шарів, зокрема шорсткість обробленої поверхні, знак і величина залишкових макро напружень. У більшості випадків з підвищенням шорсткості обробленої поверхні опір втомному руйнуванню знижується, так як збільшується кількість концентраторів напружень.

Наші дослідження показали, що дана закономірність реалізується не завжди. Найбільшу шорсткість обробленої поверхні ($Ra = 0,41-0,44$ мкм) мали зразки після алмазного швидкісного шліфування. Після звичайного електрокорундового шліфування шорсткість обробленої поверхні зразків була дещо меншою і складала $Ra = 0,26-0,31$ мкм. Найменшу шорсткість робочих поверхонь мали зразки після електрокорундового шліфування з наступним стабілізаційним відпуском та механічним поліруванням ($Ra = 0,03-0,04$ мкм).

Отже, чіткої кореляції між шорсткістю поверхні і опором втомному руйнуванню зразків зі сталі 1Х12Н2МВФБА не спостерігається, що підтверджується нашими дослідженнями: зразки (поліровані) з мінімальною шорсткістю мали більший опір втомному руйнуванню, аніж шліфовані електрокорундовим кругом; зразки з більшою шорсткістю після алмазного шліфування мали значно більшу циклічну міцність, ніж шліфовані електрокорундовими кругами, і навіть вищу, ніж поліровані зразки. Отже, на опір втомному руйнуванню зразків впливає не стільки шорсткість поверхні, скільки фізико-механічний стан її поверхневих шарів.

Дослідження залишкових макронапружень у поверхневих шарах показали, що після електрокорундового шліфування біля поверхні зразків спостерігаються розтягуючі залишкові макронапруження, які з глибиною зменшуються до нуля. Після стабілізаційного відпуску з наступним механічним поліруванням залишкові

макронапруження практично рівні нулеві, хоча у деяких випадках спостерігаються незначні залишкові напруження розтягу. Після алмазного швидкісного шліфування формуються залишкові макронапруження стиску, хоча їх величина і глибина залягання є невеликі.

У процесі шліфування у поверхневих шарах деталей відбуваються складні фізико-механічні і хімічні процеси, які змінюють структурний і напружений стан обробленої поверхні. При звичайному електрокорундовому шліфуванні, особливо високолегованих сталей, які є чутливими до дії теплових потоків та силових навантажень, у поверхневих шарах формується структурна неоднорідність. Стабілізаційний відпуск, в основному, усуває структурну неоднорідність поверхневих шарів деталей, яка виникає у процесі електрокорундового шліфування. При алмазному шліфуванні в зоні контакту одиничного зерна з оброблюваною поверхнею виникають нижчі температури і питомі навантаження, аніж при електрокорундовому шліфуванні, що зумовлює меншу структурну неоднорідність поверхневих шарів.

Алмазне шліфування також суттєво підвищує зносостійкість зразків з досліджуваної сталі при терті ковзання в мастильно-абразивному середовищі. Зношування кілець зі сталі 1Х12Н2МВФБА після шліфування алмазним кругом при питомому навантаженні 4,5 МПа і швидкості ковзання 0,9 м/с зменшилося у 2,7 разів, а чавунних вкладок (контртіло) - у 2,2 разів (рис. 2). Збільшення питомого навантаження при терті від 2 до 6 МПа приводить до збільшення величини зношування пари тертя (рис. 3). При цьому слід відмітити, що закономірність підвищення зносостійкості після алмазного шліфування зберігається на всьому діапазоні питомих навантажень.

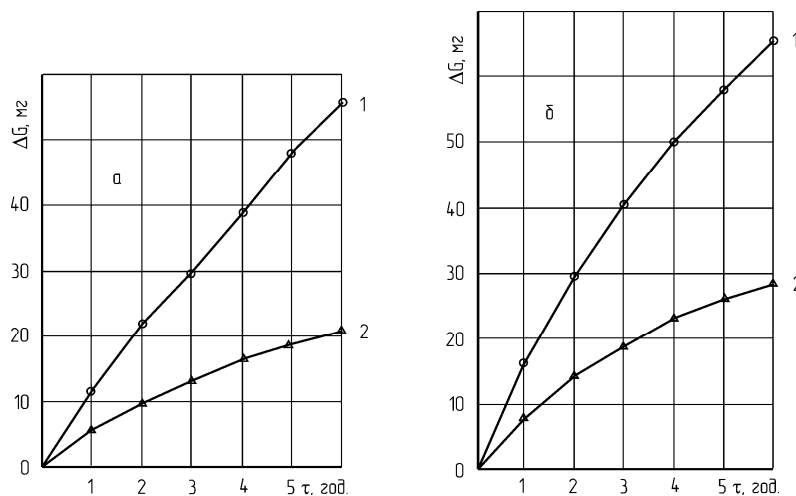


Рис. 3. Кінетика зношування при мастильно-абразивному терті пари сталь 1Х12Н2МВФБА – чавун СЧ 20 після різних методів обробки: 1 – електрокорундове шліфування; 2 – алмазне швидкісне шліфування (а – кільце; б - вкладка)

Величина зношування на етапі припрацювання у полірованих зразків була значно більшою, ніж після звичайного шліфування. Після припрацювання пар тертя шорсткість робочих поверхонь у зразків після електрокорундового шліфування та зразків після стабілізаційного відпуску з наступним механічним поліруванням була практично однаковою. Робочі поверхні пар тертя набувають свою певну шорсткість, на них формуються відповідні вторинні структури. Стабілізаційний відпуск з наступним механічним поліруванням практично не впливав на зносостійкість пари тертя.

При цьому слід відміти, що робочі поверхні зразків-вкладок у всіх випадках були після звичайного електрокорундового шліфування. Отже, при шліфуванні однієї з

деталей алмазним кругом підвищується зносостійкість пари тертя в цілому.

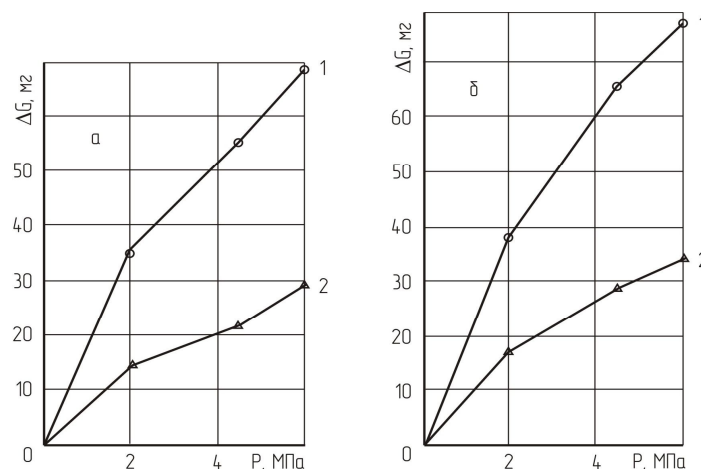


Рис. 4. Залежність зношування від питомого навантаження при мастильно-абразивному терті пари сталь 1Х12Н2МВФБА – чавун СЧ 20 після різних методів обробки: 1 – електрокорундове шліфування; 2 – алмазне швидкісне шліфування (а – кільце; б - вкладка)

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки. Алмазне шліфування зразків з мартенситних нержавіючих сталей типу 1Х12Н2МВФБА створює найбільш рівноважний (сприятливий) фізико-механічний стан поверхневих шарів, внаслідок чого підвищується їх опір втомному руйнуванню, а також і зносостійкість. З метою підвищення експлуатаційних властивостей мартенситних нержавіючих сталей і збільшення продуктивності процесу обробки деталей машин рекомендується як фінішну обробку використовувати швидкісне алмазне шліфування замість електрокорундового шліфування з наступним стабілізуючим відпуском та механічним поліруванням.

Список літератури: 1. Горленко О.А. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных показателей деталей машин // Трение и износ. – 1997. – Т. 18, № 3. – С. 361-368. 2. Тотай А.В. Технологическое обеспечение физических и эксплуатационных свойств поверхностных слоев деталей машин // Трение и износ. – 1997. – Т. 18, № 3. – С. 385-394. 3. Пилинский В.И., Донец И.П. Производительность, качество и эффективность скоростного шлифования. М.: Машиностроение, 1986. – 80 с.

Надійшла до редколегії 02.04.2009 р.

ВПЛИВ АЛМАЗНОГО ШВИДКІСНОГО ШЛІФУВАННЯ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СТАЛІ 1Х12Н2МВФБА

Гурей І.В.

Целью данной работы является исследование влияния алмазного скоростного шлифования на сопротивление усталостному и коррозионно-усталостному разрушению и износостойкость нержавеющей стали мартенситного класса марки 1Х12Н2МВФБА.

алмазне шліфування, мартенситні нержавіючі сталі, опір втомному руйнуванню