

ПОВЕРХНЕВИЙ СТРУКТУРНИЙ СТАН СТАЛЕЙ ПІСЛЯ ДИСКРЕТНОГО ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ

Хмельницький національний університет, tribo@beta.tup.km.ua

Запропоновано технологію модифікації поверхонь деталей машин шляхом комплексного електромеханічного оброблення. У результаті використання спеціального інструменту отримано дискретно-зміцнену поверхневу структуру з підвищеною зносостійкістю. Досліджено структурний стан поверхневого шару і обґрунтовано ефективність запропонованої технології.

Вступ. У сучасних дослідженнях в галузі створення зносостійких поверхонь багато уваги приділено розробленню комбінованих способів створення дискретних робочих зон контакту у трибоспряженнях. Тобто такі поверхні мають зміцнені різними технологіями ділянки певної геометричної форми в плані і в глибину, які займають тільки частину всієї номінальної площі контакту. Експериментально доведено, що саме така «корсетна» будова забезпечує кращі показники зносостійкості порівняно із суцільно зміцненою поверхнею. Для формування дискретних поверхонь використовують різні технології і способи: механічні, високоенергетичні, електрохімічні, комбіновані та ін. Разом з дискретним зміцненням часто на поверхні утворюють заглиблення, які сприяють утримуванию мастила і нагромаджують продукти зношення, що вважається одним з факторів зменшення зносу. Але загальноприйнятої гіпотези про механізми підвищеної зносостійкості дискретних поверхонь немає і тому здебільшого базуються на експериментальних результатах.

У цій роботі за пропоновано створення дискретної зносостійкої поверхні на основі комбінації способів поверхнево-пластичного й електромеханічного оброблення (ЕМО). Згідно із запропонованим способом формування дискретної зносостійкої поверхні, на відміну від лише пластичної деформації, утворюють маслоутримувальні заглиблення з більш сприятливим рівнем залишкових на-

пружень. Поверхні маслоутримувальних лунок менш здатні до утворення на них мікротріщин. Крім того, навколо лунок утворюються зміцнені ЕМО зони, які виконують несучу зносостійку функцію для дискретної поверхні контакту. Ефективність запропонованого способу формування зносостійкої дискретної поверхні доведено експериментально.

1. Сутність комбінованого дискретного електромеханічного оброблення. Електромеханічне оброблення дискретного типу – технологія зміцнювального оброблення деталей шляхом створення дискретно-орієнтованих масломістких лунок на поверхні деталі з одночасним пропусканням струму через зону контакту інструменту з деталлю (рис. 1).

Зниження сил тертя в контактї через створення на одній з поверхонь масломісткого мікрорельєфу є досить ефективним методом, оскільки підвищується зносостійкість, зменшується час припрацювання, знижується рівень шуму, підвищується рівномірність переміщень [1].

Перспективними також є методи, що впливають не тільки на мікрогеометрію оброблюваної поверхні, але й призводять до змін у структурі, напружено-деформованому та фазовому й хімічному станах поверхневого шару металу, а також забезпечують оптимальний розподіл фізико-механічних властивостей на зміцненій поверхні залежно від конкретних умов експлуатації деталей [2].

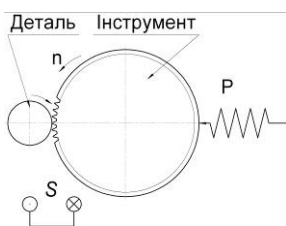


Рис. 1. Схема обробки

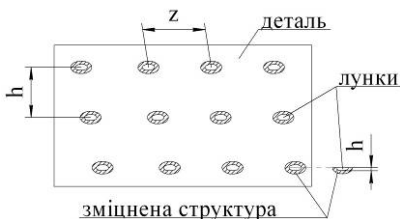


Рис. 2. Схема обробленої поверхні

Відповідно до ЕМО дискретного типу через місце контакту пропускається електричний струм великої густини та низької напруги. В місці контакту формуються масломістні лунки, які сприяють підвищенню мастильної здатності та утриманню продуктів

зношування, утворених у процесі роботи деталі. Навколо лунок формується метастабільна структура (рис. 2), яка утворюється внаслідок швидкого нагрівання електричним струмом та наступного швидкого охолодження за рахунок відведення тепла в глиб деталі.

Одним із корисних ефектів такого способу утворення масломістких лунок є зменшення ймовірності утворення мікротріщин від поверхнево-пластичної деформації за рахунок підвищеної пластичності виробу під час нагрівання. Наявність дискретно розміщених лунок та зміцнених структур сприяє підвищено експлуатаційних характеристик деталі.

2. Дослідження структурного стану поверхневого шару після дискретної ЕМО. Поверхня сталі 45 різної структури була оброблена ЕМО дискретного типу, при цьому густина струму становила $2,8 \cdot 10^8 \text{ A/m}^2 \dots 5 \cdot 10^8 \text{ A/m}^2$. Дослідження показали, що на поверхні деталі формується мартенситна структура нового типу (рис. 3), яка переходить в мартенситно-трооститну.

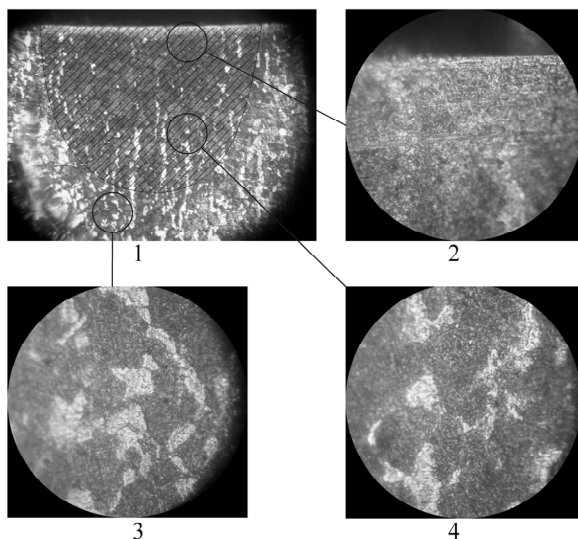


Рис. 3. Мікроструктура обробленої поверхні:
1 – збільшення в 200 разів; 2, 3, 4 – збільшення в 1250 разів

Унаслідок швидкого нагрівання не забезпечується однорідність аустеніту, тому з охолодженням утворюється неоднорідний за

хімічним складом дрібноголчастий мартенсит (рис. 3). Така будова мартенситу зумовлює його високу твердість порівняно з гомогенним, якого досягають звичайним гартуванням. У цьому випадку перегрів сталі не спостерігається, оскільки час витримки під час нагрівання малий (менше 1 с).

Утворена зміцнена мартенситна структура навколо лунок має сприятливий рівень стискальних залишкових напружень, які суттєво підвищують межу витривалості сталі і тріщиностійкість лунок та сприяють підвищенню зносостійкості деталі в цілому.

Зміна структури в більш глибоких шарах майже не відбувається і на глибині понад 1 мм залишається незмінною і складається з мартенситу, який було сформовано перед початком досліджень.

Для аналізу впливу запропонованої дискретного ЕМО на властивості поверхневого шару були проведені випробування мікротвердості біля зон оброблення за схемою, показаною на рис. 4.

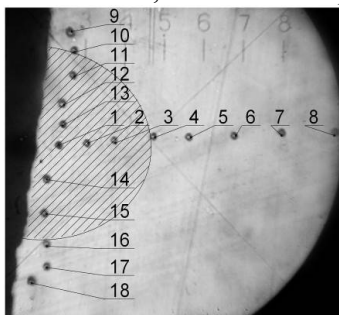


Рис 4. Схема вимірювань мікротвердості

Аналіз зміни мікротвердості по ширині (рис. 5) та глибині (рис. 6) лунок показав, що змінена структура навколо лунок суттєво залежить від параметрів електричного нагрівання та часу контакту.

Мікротвердість незагартованих зразків після оброблення збільшилась більш ніж у 1,5 разу, а мікротвердість загартованих зразків після оброблення збільшилась більш ніж у 2 рази. Це пояснюється тим, що дрібнозерниста структура, маючи більший опір, сприяє більш інтенсивному виділенню теплоти й більш глибокій прогартуваності поверхневого шару.

Оскільки швидкість нагрівання за технологією ЕМО дуже висока, то, очевидно, повна рекристалізація попередньо загартованих зразків не встигає відбутися. Існує спадковість зміцнення кон-

трукційних сталей під час повторного загартування. Ефект спадковості звичайно пояснюється передачею дефектів кристалічної ґратки, які утворилися в результаті попереднього зміцнення. Тому ЕМО загартованих деталей істотно підвищує механічні властивості оброблюваного металу [2].

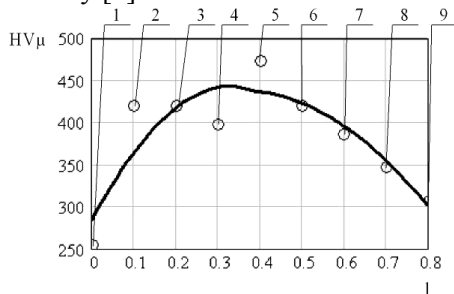


Рис. 5. Графік зміни мікротвердості незагартованої сталі 45 біля поверхні

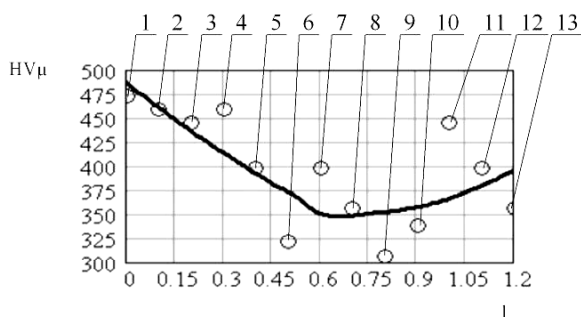


Рис. 6. Графік зміни мікротвердості загартованої сталі 45 по глибині

У результаті ЕМО попередньо загартованих деталей були виявлені деякі ділянки зі зниженою мікротвердістю (рис. 6). Це можна пояснити тим, що температура в цих ділянках триває достатньо довго для рекристалізації. Це ж підтверджується в роботі [3].

На характер утворення зміцнених зон навколо лунок можна також впливати швидкістю переміщення інструмента або деталі один відносно одного та величиною струму.

Висновок.

Дискретне електромеханічне оброблення дозволяє утворювати на поверхні сталевих зразків локально-зміцнені зони з підвищеною мікротвердістю. Мікротвердість загартованих зразків при цьо-

му вища ніж незагартованих, але для загартованих зразків спостерігалось деяке підповерхнєве зниження мікротвердості.

Список літератури

1. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом / Юрий Гдальевич Шнейдер; [2-е изд. перераб. и доп.]. – Л.: Машиностроение, 1982. – 248 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. Багмутов В. П. Влияние структурного состояния углеродистых сталей на усталостную прочность при электромеханическом упрочнении / В.П. Багмутов, С.Н. Паршев, В.Ю. Притыченко // Известия Волгоград. гос. техн. ун-та. – 2008. – Т. 9, № 4. – С. 5–7.

Дыха А.В., Чумаков А.П. **Поверхностное структурное состояние сталей после дискретной электромеханической обработки** // Проблемы тертя та зношування: наук.-техн. зб. – К.: Вид-во НАУ «НАУ-друк», 2010. – Вип. 54. – С.143–148.

Предложена технология модификации поверхности деталей машин с помощью комплексной электромеханической обработки. В результате применения специального инструмента получена дискретно-упрочненная поверхностная структура с повышенной износостойкостью. Исследовано структурное состояние поверхностного слоя и обоснована эффективность предложенной технологии.

Рис. 6, список лит. 3 наим.

Dykha A.V., Chumakov A.P. **The superficial structural state of steels after discrete electromechanics treatment**

Technology of modification of surface of machines details by complex electromechanics treatment is offered. As a result of application of the special instrument the discrete-consolidated surface structure with promoted wearproof is got. The structural state of superficial layer is explored and efficiency of the offered technology is grounded.

Стаття надійшла до редакції 29.09.2010