

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

УДК 620.178.15

НАПЛАВНІ СТАЛІ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ШТАМПОВОГО ІНСТРУМЕНТУ

**В.А. Багров, доц., к.т.н., Є.В. Власенко, студ.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

Анотація. Розглянуті питання застосування розрахункових критеріїв інтенсивності зношування з метою прогнозування зносостійкості наплавних сталей для відновлення інструменту гарячого оброблення металів і сплавів. Показана їх придатність для оцінки зносостійкості в умовах високих температур і циклічних напружень.

Ключові слова: сталь, зносостійкість, наплавлення, критерії зносостійкості.

НАПЛАВОЧНЫЕ СТАЛИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА

**В.А. Багров, доц., к.т.н., Е.В. Власенко, студ.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

Аннотация. Рассмотрены вопросы применения расчетных критериев интенсивности изнашивания с целью прогнозирования износостойкости наплавочных сталей для восстановления инструмента горячей обработки металлов и сплавов. Показана их применимость для оценки износостойкости в условиях высоких температур и циклических напряжений.

Ключевые слова: сталь, износостойкость, наплавка, критерии износостойкости.

SURFACING STEEL FOR STAMPING TOOLS RESTORATION

**V. Bagrov, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.), E. Vlasenko, St.,
Kharkiv National Automobile and Highway University**

Abstract. The problems of application of the calculation criteria of the intensity of wear for forecasting the wear resistance of surfacing steels for restoration of the tool for hot working of metals and alloys are considered. Their applicability for evaluating the wear resistance under conditions of high temperatures and cyclic stresses is shown.

Key words: steel, wear resistance, welding, criteria durability.

Вступ

Дослідження, спрямовані на зниження енерго- і ресурсозатрат у процесі відновлення наплавлянням обробного інструменту й одночасне підвищення його надійності та довговічності, останнім часом стали особливо актуальними. Значна увага для вдосконалення наплавочних матеріалів приділяється матеріалознавчим розробкам економнолегованих зносостійких сплавів.

Останнім часом значно просунулися вирішення контактних завдань термопружності у разі одночасного зношування тіл і дії джерел тепла. Нагрівання робить істотний вплив на локальну зміну форми дотичних поверхонь тіл та структурні перетворення. У цьому випадку істотно перерозподіляються напруження, деформації, температури, розміри вихідної області контакту, інтенсивність зношування.

Для розроблення прискорених методів дослідження проведено аналіз критеріальних співвідношень (комплексів), які є основними структурними складниками в рівняннях для розрахунку інтенсивності зношування.

Аналіз публікацій

Наплавлення зносостійкими матеріалами, основними з яких є сплави на основі заліза, розвивається найбільш інтенсивно як у процесі виготовлення, так і ремонту [1]. Перетворення наплавлення в самостійну галузь техніки, що забезпечує виготовлення і багаторазове відновлення відповідальних деталей і вузлів для умов не тільки дрібносерійного, але і масового виробництва, обумовлює необхідність більшої уваги до вибору зносостійких сплавів.

Склад і властивості застосовуваних сплавів для наплавлення багато в чому визначають не тільки підвищення довговічності деталей, вузлів, машин, ліній агрегатів, але і технологічність процесів їх нанесення, а також економію дефіцитних стратегічних матеріалів (вольфрам, нікель, молібден, ванадій, кобальт та ін.). З урахуванням матеріалознавчих особливостей зносостійких сплавів розширюються можливості дугового наплавлення, технологічна різноманітність якого дозволяє інтенсивно розвиватися, залишаючись провідним процесом. Наплавлені зносостійкими легованими сталями і чавунами деталі найчастіше експлуатуються в умовах тертя під час пластичного контакту, якому відповідає втомне зношування, мікрорізання (абразивний, газоподібний знос), вплив корозії тощо.

Низка формул, які дозволяють розраховувати зношування і його інтенсивність, ґрунтується на положеннях молекулярно-втомної (адгезійно-деформаційної) теорії [2–4]. Запропоновано критерії оцінювання стійкості матеріалів зносу, що ґрунтуються на комплексному оцінюванні фізико-механічних властивостей і хімічного складу сталей [5], або теплофізичних характеристик у поєднанні з температурно-часовими умовами контакту між металами (сплавами) пари тертя [6].

Як і інші вирази, використані для оцінки величини зносу, формули мають низку недоліків: – необхідність використання значної кількості важливих даних, трудомісткість підготов-

ки і проведення механічних випробувань, особливо значних для твердих зносостійких матеріалів,

– зв'язок величини зносу лише з вихідними механічними властивостями еталонного і досліджуваного металів,

– відносно великий розкид значень коефіцієнтів і показників ступеня, що обумовлює порівняно широкий діапазон величин зносу (рис. 1).

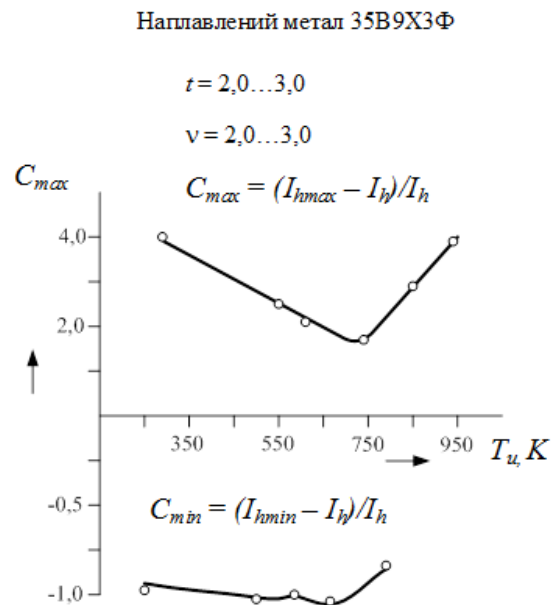


Рис. 1. Залежність відносного відхилення розрахункової інтенсивності зношування від температури (розрахунок зроблений за рівнянням І.В. Крагельського [3] для втомного зношування в умовах пластичного контакту): I_{hmax} – максимальне розрахункове значення інтенсивності зношування; I_{hmin} – мінімальне розрахункове значення інтенсивності зношування; I_h – середнє розрахункове значення інтенсивності зношування

Мета і постановка завдання

Метою роботи є проведення аналізу розрахункових критеріїв інтенсивності зношування для прогнозування зносостійкості наплавних сталей та підтвердження їх придатності для оцінки зносостійкості в умовах високих температур і циклічних напружень для робочих ділянок штампового інструменту і прокатних валків, використовуваних у процесі обробки гарячого металу.

Матеріали та методика досліджень

На підставі досліджень фізики твердого тіла до матеріалів, що працюють в умовах тертя, висуваються такі вимоги: висока міцність, тобто матеріал повинен мати великий запас мікропластичності і високу твердість; під час трибонавантаження матеріал повинен бути схильний до подрібнення мікроструктури. Ці властивості залежать від складу та структури матеріалу. Взаємозв'язок розрахункової інтенсивності зношування і відносної зносостійкості мартенситноаустенітних і інструментальних сталей (50ХНМ, 08Х6Н8М7С, 40Х4Г8Т2С, 20Х3Г9М5Т2С та ін.) установлювався за умови тисків, близьких до середніх тисків на контактній поверхні під час гарячій обробці сталей. Дослідження проводилися відповідно до ГОСТ 3480-97 на машині тертя 2070 СМТ-1 за схемою «диск-колодка». Режими тертя: швидкість обертання диска $V=0,25, 0,5$ м/с, навантаження $N=25, 50, 75$ Н. Матеріал контртіла – сталь 40Х термооброблена, HRC 47-49.

Результати досліджень та їх обговорення

На ділянці приробки і сталого зносу досліджуваних сталей спостерігається окислювальний знос. У випадку збільшення часу тертя окислювальний знос переходить в тепловий, що супроводжується контактним захопленням і оплавленням поверхонь тертя. Найбільшу зносостійкість показала сталь 20Х3Г9М5Т2С. Зміна дислокаційної структури прикордонних областей зони тертя та старіння, що відбувається внаслідок дії підвищених температур і деформацій, є одним з основних факторів підвищення контактної міцності та мікропластичності поверхневих шарів. Крім вище перерахованих факторів, зменшення зносу можна пов'язати зі зміною адгезійного складника сили тертя зони пластичних деформацій, впливом значної кількості і рівномірним розподілом за обсягом карбідів титану. Характер зміни коефіцієнта тертя показаний на рис. 2.

Оцінка розрахункових значень впливу температури на в'язкість руйнування за критеріями Дж. Малкіна і А.С. Тетельмана [3] для наплавних сталей з метастабільним аустенітом показала таке. Оскільки для умов молекулярно-механічного зношування робочих ділянок штампів коефіцієнт зносостійкості $K_n \approx K_C^2$ [4], то збільшення K_C у процесі ви-

користання сталей з метастабільним аустенітом змінить співвідношення

$$K_u \approx J(1 - \sigma_1 \cdot \sigma_2)^2$$

де J – межа тріщиностійкості, σ_1 – максимальне головне напруження в небезпечній зоні деталі; σ_2 – межа міцності. За умови близьких значень контактного тиску в парі тертя вірогідність утворення тріщини критичної довжини зростає із збільшенням ефективної поверхневої енергії.

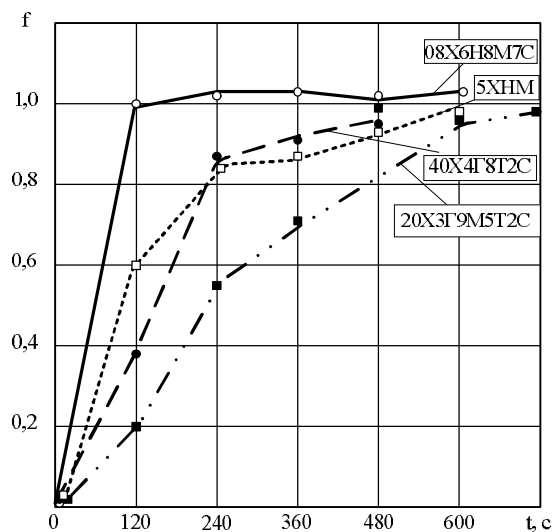


Рис. 2. Характер зміни коефіцієнта тертя для сталей різних структурних класів

Таким чином, показники тріщиностійкості (K_C, J, δ_C), а отже, і опір зношуванню вториннотвердіючих сталей і сталей з метастабільним аустенітом вищі, ніж мартенситних наплавних та інструментальних сталей.

Оцінювання стійкості деталей, що зношуються в умовах термовтомлюваного руйнування істотно ускладнюється через відмінності натурних деталей (вузлів) від зразків з того ж матеріалу за структурою, механічними властивостями, градієнта їх зміни.

Інтенсивність зношування наплавленого металу з бейнітно-мартенситною і мартенситною основою (60Х5М1ФС, 30Х4Ф1СТР, 30Х2В4ГС та ін) за умови $T_{cm} = 773-1100$ К пов'язана з номінальним тиском залежністю $I_n \approx P_a^{1...2}$ ($1,0-1,5$ МПа $\leq P_a \leq 20$ МПа).

За зносостійкістю наплавлений метал різних систем легування (С-Сг-Mn-Si-Ti, С-Сг-Mo-

W-V, С-Ti-Ni) не поступається сплаву 35В9Х3Ф. Як і для малих значень P_a підвищенню зносостійкості сприяє легування титаном за умови збереження в хромистому наплавленні вуглецю 0,35–0,40 %. Більш високу порівняно з матеріалом – еталоном 35В9Х3Ф – фрикційну теплостійкість мають економнолеговані наплавні сталі: 50Х5М2ВН2Ф, 08Х6Н8М7С, 40Х4Г8Т2С, 20Х3Г9М5Т2С. Мінімальний розкид значень інтенсивності зношування характерний в діапазоні середніх і підвищених температур. Зменшення зносу у разі підвищення температури до 400–500 К обумовлено як зміною фізико-механічних характеристик металу контактних обсягів, так і зниженням P_r .

Висновки

Коефіцієнти варіації показників зносу зменшуються зі збільшенням частки метастабільного аустеніту у вихідній структурі наплавленого металу.

Фрикційна теплостійкість економнолегованих наплавних сталей системи С-Сr-W-Mo-V-Ti вища за аналогічну характеристику наплавленого металу типу 35В9Х3Ф.

Література

1. Патон Б.Е. Перспективы развития сварки / Б.Е. Патон // Современные проблемы сварки и специальной электрометаллургии. – К.: Наукова думка. – 1980. – С. 23–25.
2. Проников А.С. Надежность машин / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
3. Крагельский И.В. Трение и износ / И.В. Крагельский. – М.: Машиностроение, 1968. – 480 с.
4. Харач Г.М. Элементы расчета деталей машин на изнашивание / Г.М. Харач. – М.: Наука, 1975. – 84 с.
5. Явление износа и восстановления изношенных поверхностей сваркой с одновременной закалкой // Ёсэцукай – Weld World. – 1967. – 19, № 8. – С. 519–526.
6. Любарский И.М. Повышение износоустойчивости тяжело нагруженных шестерен / И.М. Любарский. – М.: Машиностроение, 1965. – 132 с.

Рецензент: Д.Б. Глушкова, професор, д.т.н., ХНАДУ.