

О.П.Стецьків, О.В.Манько

ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ЗМІЦНЮЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПОЛІГРАФІЧНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Наявність деталей, довговічність яких порівняно з довговічністю основної маси деталей машин і гарантійним строком їх служби мала, значною мірою визначає надійність поліграфічного обладнання. Основною причиною обмеженого ресурсу таких деталей є їх зношення (спрацювання), що може проявлятися по-різному: у вигляді нормального втомного зношення (фрикційна втома), окислювального зношення, абразивного зношення, контактної втоми (у випадку тертя кочення) та ін. Зношення не лише обмежує строк служби поліграфічного обладнання, але й знижує його працездатність, приводячи до втрати кінематичної точності механізму і збільшення динамічних навантажень, підвищення шуму і вібрацій за рахунок збільшення зазорів в передачах, зниження коефіцієнту корисної дії механізму, збільшення витікання газу чи рідини, зниження міцності внаслідок зменшення перерізів тощо. Основна причина зношення – старіння поверхневих шарів деталей, що беруть участь в терті. Старіння обумовлене складними механічними, молекулярними, хімічними, електричними та іншими процесами.

Стійкість проти зношення (зносоустійкість) можна підвищити за рахунок поверхневого зміцнення деталей шляхом вдосконалення відомих та створення нових зміцнюючих технологій. У цьому аспекті великого значення набуває розробка комбінованих методів, які б, зберігаючи переваги відомих методів зміцнюючої технології, одночасно усували б їх недоліки.

У статті розглянуто результати використання якісно нової технології обробки деталей поліграфічних машин при комбінації відомих методів зміцнення: ХТО (хіміко-термічної обробки), ППД (поверхневого пластичного деформування), ХІП (нанесення

хімічних покриттів). Дослідження виконані на вуглецевих конструкційних сталях 20, 35, 45, які є основним матеріалом деталей поліграфічних машин. Зразки для зміцнення мали форму пустотілого циліндру з внутрішнім діаметром $d = 20$ мм та зовнішнім діаметром $D = 40$ мм.

На першому етапі комбінованої зміцнюючої обробки (КЗО) зразки покривали нікелькобальтфосфорним покриттям [1]. Після цього здійснювали їх дифузійне хромування газовим контактним способом в порошках (склад суміші: 60% $FeCr$, 33% Al_2O_3 , 7% NH_4Cl) протягом 6 год. при $T = 1050^\circ C$. Третім етапом КЗО було розкатування внутрішньої поверхні зразка жорстким роликковим розкатником з різними натягами (від 0,05 до 0,25 мм).

Внаслідок дифузійного хромування на поверхні зразків послідовно сформовані (рис. 1): гетерогенна зона 1 товщиною 60-70 мкм, що складається з карбідів хрому Cr_7C_3 та твердого розчину хрому в α -залізі; гомогенна зона 2 (твердий розчин хрому в α -залізі) товщиною 20-40 мкм (обидві зони леговані нікелем, кобальтом і фосфором); евтектоїдна зона 3 товщиною 5-20 мкм; знеуглецьована зона 4 товщиною 240 мкм для сталі 30 і 160 мкм – для сталі 45; далі йде серцевина. Слід підкреслити, що власне попереднє осаджування нікелькобальтфосфорного покриття і спричинило утворення гетерогенної зони 1 та гомогенної зони 2. Інакше (без попереднього нанесення $Ni-Co-P$) дифузійний шар складав би замість двох верхніх зон 1 і 2 тільки зовнішню карбідну зону товщиною 5-20 мкм.

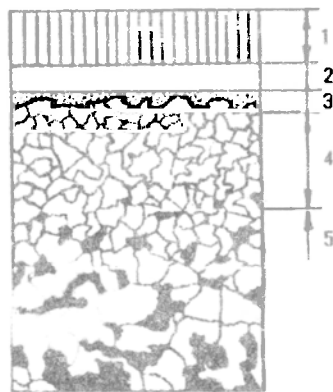


Рис. 1. Будова дифузійного шару.

Великий запас в'язкості зони 1, що визначається наявністю в ній м'якої до карбідів хрому фази твердого розчину в α -залізі, дозволяє сприймати досить широкий спектр навантажень. У першу чергу вони сприймаються більш пластичним компонентом зони 1 – твердим розчином. Релаксація деформаційних напружень вказаною структурною складовою зони 1 і, частково, зоною 2 сприяє збереженню жорстких і практично недеформованих карбідних зерен зони 1, а отже, – і підвищенню зносостійкості покриття. Працездатність покриття поліпшується також завдяки

тому, що в процесі роботи зерна не викрошуються, оскільки міцно зчеплені з твердим розчином.

Мікротвердість зони 1 коливається від 8 до 18 ГПа в залежності від процентної частки карбідів хрому в кожній ділянці; зони 2 – 4,5 ГПа; зони 3 – 4 ГПа; зони 4 – 1,7-2,3 ГПа.

Графік мікротвердості (рис. 2) дає підставу стверджувати, що

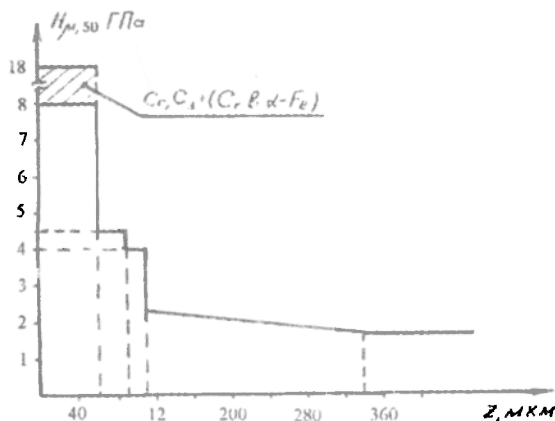


Рис. 2. Мікротвердість дифузійного шару хромованої сталі 45 з попереднім Ni-Co-P покриттям.

гетерогенна зона 1 з досить високою мікротвердістю її карбідної фази і пластичністю фази твердого розчину, а також, частково, зона 2 є основними робочими зонами даного дифузійного шару. В той же час знеуглецьована зона 4 являє собою своєрідний демпфер, що сприяє дисипації зайвої деформаційної енергії в момент зміни вектора чи знаку навантажень.

ППД – остання операція КЗО, що здійснювалась з двох причин. По-перше, після дифузійного хромування шорсткість поверхні зросла до $R_d = 5$ мкм, а це у період приробок вузла тертя спричиняє активне абразивне зношення спряжених поверхонь і, відповідно, збільшення зазору в парі тертя. В результаті погіршується кінематична точність виконавчих механізмів. По-друге, незважаючи на велику сумарну товщину двох зовнішніх зон дифузійного шару (80-110 мкм), існує потенційна небезпека його продавлювання при високих питомих тисках і температурах, коли вузол працює в режимі реверсивного тертя, – через значну пластичність знеуглецьованої зони 4. Тому бажано здійснити її текстуровання.

Розкатування проводили з натягом $i = 0,05-0,25$ мм (крок $\delta = 0,05$ мм). Оптимальна шорсткість поверхні ($R_d = 0,25-0,30$ мкм) досягається в діапазоні натягів $i = 0,10-0,20$ мм. Подальше

збільшення натягу створювало ефект хвилястості поверхні. При натягах $i < 0,10$ мм зона 4 текстурувалась досить слабо. Зазначимо, що навіть при натягах $i \geq 0,25$ мм зони 1 і 2 не руйнувались, що свідчить, з одного боку, про високу пластичність твердого розчину, а з другого, – про можливість змін в орієнтації і просторовому розміщенні зерен карбідів в момент пластичного деформування локальної ділянки дифузійного шару.

Розкатані зразки випробовувались на зносостійкість на багатопозиційному стенді реверсивного руху [2] при частоті обертів $n = 165$ цикл./хв., куті реверсу $\gamma = 65^\circ$, навантаженні $P = 200$ кгс. Номінальний діаметр пар тертя "вал-втулка" складав 20 мм, діаметральний зазор – 0,05-0,07 мм, база випробувань – $0.5 \cdot 10^{-4}$ циклів. Промивання зразків, зважування і подача мастила ЦИАТИМ-201 (ГОСТ 6267-74) проводили через кожні $5 \cdot 10^4$ циклів протягом перших 10^5 циклів і через кожні 10^5 циклів у наступному періоді. Як контртіло використовували валики зі сталі 45 після борування.

Критерієм зносостійкості була вибрана інтенсивність зношення елементів пари тертя

$$I_G = \frac{\Delta G}{\gamma A_T L_{TP}}$$

де ΔG і γ – відповідно маса та густина зношеного матеріалу; A_T – площа поверхні тертя; L_{TP} – шлях тертя.

Аналіз графіка інтенсивності зношення (рис. 3) показує, що після періоду приробки (100-200 тисяч циклів) наступав період усталеного зношення як для втулки, так і для валика. Його числові значення характерні для процесу втомного зношення (2 клас зносостійкості, за класифікацією Харача і Крагельського). Зносостійкість втулки вища від зносостійкості борованого валика за-

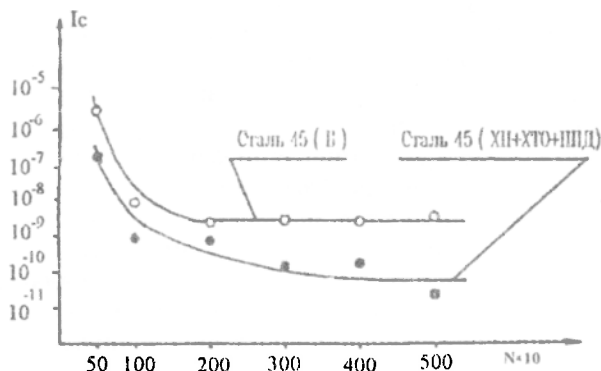


Рис. 3. Залежність інтенсивності зношення від кількості циклів пари тертя.

вдяки характерній будові зовнішніх зон та зміцненню зневуглецьованої зони.

Виробничі випробування деталей, зміцнених даним методом КЗО, здійснювали на Київському видавництві "Преса України". Досліджувались зміцнені деталі "кільце підшипника внутрішнє", "втулка ролика друкарського циліндра" машин "Рондосет" та П46. Випробування показали збільшення довговічності – основного критерію експлуатаційних характеристик – у 2,1-2,3 рази (порівняно з заводськими деталями).

1. Стецьків О., Ющик В., Савчук С., Гусев А., Курбакова Т. Метод упрочнення лінотипних матриць // Полиграфия. '981. № 2. С. 21-23. 2. Ющик В.И., Ключас О. С., Стецьків О. П. Многопозиционные стенды для исследования износа // Трение и износ. 1982. № 4. Т. 3 – С. 753-757.

Стаття надійшла до редакції 08.06.92.