

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім.Г.В.КАРПЕНКА

КИРИЛІВ

Володимир Іванович

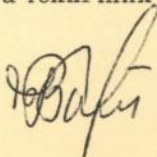
УДК 620.178.162:621.785.53

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПОВЕРХНЕВОГО ЛЕГУВАННЯ
СТАЛЕЙ ПРИ МЕХАНОІМПУЛЬСНІЙ ОБРОБЦІ

Спеціальність 05.02.01 - матеріалознавство

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



Львів - 1997



АВ 38.37а

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Фізико-механічному інституті ім.Г.В.Карпенка НАН України.

Науковий керівник- доктор технічних наук, професор
Бабей Юлій Іванович

Офіційні опоненти: Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки
доктор технічних наук, професор
Голубець Володимир Михайлович,
УкрДЛТУ, зав. кафедрою технології матеріалів

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник
Широков Володимир Володимирович,
ФМІ НАН України

Провідна організація: Інститут металофізики НАН України,
відділ фізики нестационарного
масопереносу, м. Київ.

Захист дисертації відбудеться "12" листопада
1997р. о 15 годині на засіданні спеціалізованої вченої
ради Д 04.01.03. при Фізико-механічному інституті
ім.Г.В.Карпенка НАН України (290601, м.Львів, МСП,
вул.Наукова, 5).

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Фізико-
механічного інституту ім.Г.В.Карпенка НАН України
(290601, м.Львів, МСП, вул.Наукова, 5).

Автореферат розіслано "10" жовтня 1997р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради

Никифорчин Г.М.

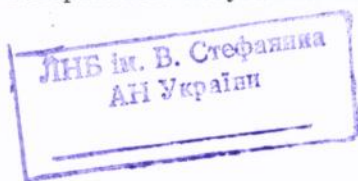
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Одна із основних задач сучасного машинобудування, від вирішення якої залежить рівень технічного прогресу – підвищення надійності та довговічності деталей машин і елементів конструкцій. Ця задача нерозривно пов'язана із розробкою і впровадженням у виробництво прогресивних технологій, високопродуктивного обладнання, які забезпечують суттєвий ріст продуктивності праці і якості продукції, зниження витрат дефіцитних і дороговартісних матеріалів, економію трудових, матеріальних і енергетичних ресурсів. До таких технологій необхідно віднести такий простий та ефективний спосіб, як механоімпульсне зміцнення. Він дозволяє створювати в приповерхневих шарах деталей машин специфічний структурно-напружений стан, який забезпечує покращення експлуатаційних характеристик виробів. Для розширення технологічних можливостей методу необхідно вивчити процеси масопереносу в приповерхневих шарах металу в залежності від структури та стану поверхні, розробити методи подачі легуючих елементів в зону фрикційного контакту (ФК), а також поєднання механоімпульсної обробки (МІО) і поверхневої пластичної деформації (ППД).

МЕТА РОБОТИ - дослідити основні закономірності масопереносу та формування хімічного складу, структури і фізико-механічних властивостей приповерхневих шарів сталей при МІО, розробити методи легування та зміцнення і видати на цій основі практичні рекомендації.

Для досягнення мети поставлені наступні задачі:

1. Дослідити вплив вихідної структури, стану поверхні та температури на процеси масопереносу при МІО.
2. Вивчити вплив матеріалу зміцнюючого інструменту на хімічний склад, структуру і фізико-механічні властивості зміцненого металу.
3. Розробити методи поверхневого легування сталей.



4. Вивчити зміну структури і фізико-механічних властивостей після легування та їх вплив на зносостійкість сталей.

5. Розробити практичні рекомендації по застосуванню легування при механоімпульсному зміцненні для підвищення працездатності деталей машин.

НАУКОВА НОВИЗНА РОБОТИ. Вперше показано, що при МІО мають місце процеси масопереносу легуючих елементів ззовні в приповерхневі шари зміцнюваного металу. Встановлено основні закономірності формування хімічного складу, структури і фізико-механічних властивостей приповерхневих шарів сталей, легованих у процесі МІО. На основі розрахунків показано, що оптимальним матеріалом інструменту є титанові сплави та нержавіючі сталі. З метою легування синтезовано нові технологічні середовища (ТС), які дозволяють покращити експлуатаційні властивості сталей.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ РОБОТИ. Розроблено спеціальні ТС для легування приповерхневих шарів, методику і пристрій для обробки довгомірних циліндричних деталей, який дозволяє поєднати МІО і ППД. Для реалізації розробленої технології поверхневого легування створено установку на базі токарного верстату. Запропоновані способи і пристрої захищені п'ятьма авторськими свідоцтвами.

Технологія поверхневого легування при МІО впроваджена на Ходорівському цукровому заводі для зміцнення втулок насосів СOT-100, СOT-150 та пальців елеваторів В-450, а також на Львівській орендній фірмі "Колос" для зміцнення деталей технологічного обладнання (ролики, осі, пальці).

На захист виносяться:

- встановлені закономірності масопереносу легуючих елементів в приповерхневі шари зміцнюваного металу;
- проведені розрахунки теплових потоків, вибір оптимального матеріалу зміцнюючого інструменту та його вплив на масоперенос легуючих елементів;

- розроблені методи поверхневого легування сталей та їх вплив на структуру і фізико-механічні властивості зміцненого приповерхневого шару;
- вплив поверхневого легування на зносостійкість сталей;
- запропоновані практичні рекомендації по підвищенню працездатності деталей машин.

ПУБЛІКАЦІЇ ТА АПРОБАЦІЯ РОБОТИ: За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 16 робіт, в тому числі 5 авторських свідоцтв. Найбільш суттєві результати доповідались на XI конференції молодих вчених ФМІ НАН України (Львів, 1984), VI Всесоюзній конференції "Теплофізика технологічних процесів" (Ташкент, 1985); Всесоюзному науково-технічному симпозиумі "Підвищення зносостійкості і втомної міцності деталей машин обробкою концентрованими потоками енергії" (Москва, 1985); Всесоюзній науково-технічній конференції "Підвищення надійності та довговічності матеріалів деталей машин на основі нових методів термічної і хіміко-термічної обробки" (Хмельницький, 1988); Республіканській науково-технічній конференції "Корозія металів під напруженням і методи захисту" (Львів, 1989); Першій науковій сесії наукового товариства ім.Т.Шевченка у Львові "Основні напрямки досліджень в галузі матеріалознавства" (Львів, 1990); міжнародній конференції "Покриття і модифікування поверхонь для захисту від зношування" (Страсбург, Франція, 1997).

СТРУКТУРА ТА ОБ'ЄМ РОБОТИ. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, бібліографічного списку літератури із 174 найменувань, містить 174 сторінки, включаючи 61 рисунок, 10 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У ВСТУПІ обгрунтована актуальність вибраної теми, сформульована мета роботи, викладені наукова новизна і практична цінність, а також положення, що виносяться автором на захист.

В ПЕРШОМУ РОЗДІЛІ приведено літературний огляд існуючих методів хіміко-термічної обробки, нанесення захисних покриттів, а також імпульсних технологій. Проаналізовано зміну фізико-механічних властивостей зміцненого металу, досягнуті результати в розвитку технології механоімпульсного зміцнення і на їх основі сформульовані основні задачі для розширення області її застосування шляхом дослідження та розробки методу поверхневого легування.

В ДРУГОМУ РОЗДІЛІ приведено обґрунтування вибору досліджуваних матеріалів (армко-залізо, сталі 20, 35, 45, 70, 40X, ШХ15 та 90Г28Ю9МВВ_ш), описано методіку фрикційного зміцнення циліндричних і плоскограних поверхонь. Приведені методіки досліджень зносостійкості, а також визначення залишкових напружень першого роду.

Метод МІО заснований на принципах шліфувальних операцій. Замість шліфувального круга встановлюють металевий інструмент. При обробці циліндричних поверхонь використовують токарний верстат, обладнаний спеціальним пристроєм. Зміцнюючий інструмент обертається із швидкістю 50...70м/с, а зміцнювана деталь - 0,03...0,18м/с. Питомий тиск інструменту на оброблювану деталь в зоні контакту досягає 0,56...0,73ГПа, а повздовжня подача - 0,5...2мм/об. В зону обробки подають спеціальні ТС. Температура приповерхневих шарів при МІО досягає 1100...1300К. Час дії максимальних температур (6...10)·10⁻²с. В зоні контакту діють інтенсивні зсувні деформації зі швидкістю 10²...10³с⁻¹. В результаті зміцнення на поверхні металу утворюються структури білих шарів товщиною до 300мкм.

Мікроструктуру приповерхневих шарів зразків вивчали з допомогою металографічного мікроскопа МММ-8М, шорсткість поверхні вимірювали профілографом-профілометром моделі 201, мікротвердість вимірювали на приладі ПМТ-3. Фазовий склад зміцнених приповерхневих шарів вивчали з допомогою рентгеноструктурного аналізу на дифрактометрі ДРОН-3 в FeK α -випромінюванні. Рентгенівські зйомки по глибині зразків проводили з допомогою пошарового електролітичного травлення. Розділ

легуючих елементів по глибині зміцненого шару вивчали пошаровим хімічним аналізом, а також на мікрорентгеноспектральному аналізаторі КАМЕБАКС з прискорюючою напругою 20кВ і струмі зонда $\sim 10^{-8}$ А при розмірі аналізованої області ~ 1 мкм. Зносостійкість досліджували при масляно-абразивному терті (масло ТАП-30+0,1% кварцевого піску дисперсністю до 12мкм) на машині тертя МІ-1М.

В ТРЕТЬОМУ РОЗДІЛІ викладено результати досліджень процесів масопереносу. У випадку попереднього гальванічного покриття рядом легуючих елементів (Ni, Cu, Cr) та використання спеціального ТС (з метою легування вуглецем) на зразках із армко-заліза і сталей 20, 35 та 45 пошаровим хімічним аналізом і на рентгенівському мікроаналізаторі КАМЕБАКС виявлено масоперенос елементів на глибину 80...150мкм. При цьому в армко-залізі концентрація Ni, Cu, Cr - досягає 1...3% (рис.1), а вуглецю 0,6...1,1%. Аналіз концентраційних кривих по Фішеру вказує на переважно зернограничний характер розподілу легуючих елементів.

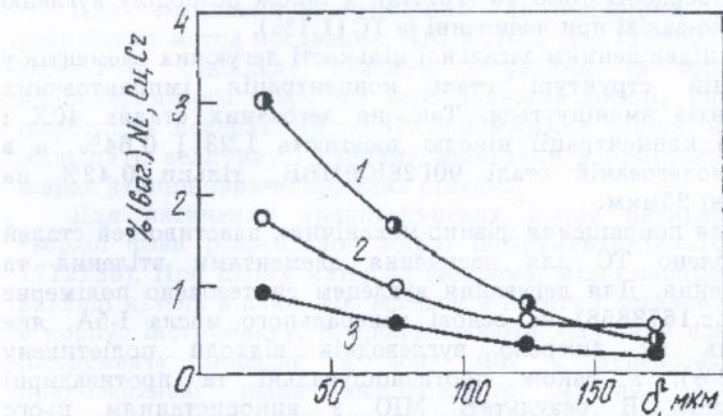


Рис.1. Розподіл концентрації нікелю (1), міді (2) і хрому (3) в зразках із армко-заліза. Обробка на повітрі.

Зі зниженням дефектності структури концентрація легуючих елементів збільшується. Оптимальною для легування є ферито-перлітна структура сталі з полірованою поверхнею. Масоперенос легуючих елементів здійснюється за рахунок генерованих в процесі обробки дислокацій і визначається умовами деформування. Попередня обробка сталі в поверхнево-активних речовинах, перед нанесенням гальванічних покриттів, покращує масоперенос, очевидно за рахунок пластифікування приповерхневого шару матеріалу шляхом розсмоктування дислокацій. Коефіцієнти масопереносу легуючих елементів за даними рис.1 досягають значень $(0,76...1,0) \cdot 10^{-8} \text{см}^2/\text{с}$.

Оскільки коефіцієнт масопереносу підвищується з ростом температури, слід також очікувати і підвищення ефективності МІО в цьому випадку. Для цього проведено розрахунок теплових потоків і температури в приповерхневих шарах зміцнюваного металу в залежності від матеріалу зміцнюючого інструменту. Найефективнішими матеріалами інструменту виявились титанові сплави і нержавіючі сталі аустенітного класу. Розрахунки підтверджені експериментально виходячи із досягнутої мікротвердості сталі 45 (10ГПа), а також розподілу вуглецю в армо-залізі при насиченні із ТС (1,1%).

З підвищенням загальної кількості легуючих елементів у вихідній структурі сталі концентрація імплантованих елементів зменшується. Так, на легованих сталях 40Х і ШХ15 концентрації нікелю досягають 1,23 і 0,64%, а в складнолегованій сталі 90Г28Ю9МВВ_ш тільки 0,42% на глибині 25мкм.

Для покращення фізико-механічних властивостей сталей розроблено ТС для насичення елементами втілення та заміщення. Для легування вуглецем синтезовано полімерне ТС (а.с.1678858) на основі мінерального масла І-5А, яке містить як джерело вуглеводнів відходи поліетилену (2...18%), а також протизношувальні та протизадирні присадки. В результаті МІО з використанням цього середовища концентрація вуглецю в приповерхневих шарах армо-заліза на глибині до 150мкм знаходяться в межах 0,1...1,1%. Мікротвердість зміцнених приповерхневих шарів

на сталях досягає 8...15ГПа, шорсткість поверхні $R_a=0,30...1,82\text{мкм}$.

Легування хромом, нікелем, кремнієм, бором та азотом проводили з розроблених ТС на основі поліметилсилоксанової рідини ПМС-100, в яку вводили порошки Cr, Ni, Si, B, N з величиною зерна до 40мкм (табл. 1). Для приготування -ТС -розроблено- змішувач -(а.с. 740509).

Таблиця 1.

ТС для легування хромом, нікелем, кремнієм, бором та азотом.

Основа середовища	Добавки порошків легуючих елементів (% , ваг.)
ПМС-100 ГОСТ13032-77	хром металевий ХО0,15%
-//-	нікель карбонільний ПНК-УТІ, 15%
-//-	гексагональний нітрид бору, 8%

Для зміцнення довгомірних циліндричних деталей розроблено метод поєднання МІО з ППД (а.с.1199601), який забезпечує стабільну глибину легування та зміцнення приповерхневого шару по всій довжині деталі, покращує шорсткість поверхні ($R_a=0,32...0,63\text{мкм}$), а також дозволяє збільшити величину і глибину залягання в приповерхневих шарах залишкових напружень стиску.

Для насичення приповерхневих шарів натиранням з твердої фази розроблено збірні інструменти (а.с.1533842, 1712135). При цьому матеріал (зокрема, мідь) набирається у вигляді кілець в пакет або вставок в касету і встановлюється в корпус інструменту. В процесі роботи легуючий елемент з інструменту попадає в зону ФК і переноситься в приповерхневі шари зміцнюваного металу. Хімічним аналізом встановлено наявність міді в приповерхневих шарах (0,32...0,69%). Деяка кількість міді залишається на зміцнюваній поверхні, що підвищує зносостійкість оброблених МІО сталей.

У ЧЕТВЕРТОМУ РОЗДІЛІ розглянуто хімічний і фазовий склад, структуру, а також фізико-механічні властивості зміцненого шару. Характерною особливістю структур досліджуваних після обробки МІО сталей є їх дисперсність, висока густина дислокацій і підвищена мікротвердість.

Рентгенівським аналізом встановлено насичення легуючими елементами (Cr, Ni, Si) приповерхневих шарів сталі 70 після МІО з використанням ТС на основі поліметилсилоксанової рідини (рис.2). Глибина проникнення становить 60...80мкм. Більш ефективною з точки зору інтенсивності легування виявилась МІО поверхонь із попередньо нанесеним гальванічним покриттям. У цьому випадку концентрація Cr становить 25...32% при тій же глибині насичення. При цьому слід відмітити, що при МІО на повітрі без застосування ТС, зона ФК характеризується більш високими температурами в порівнянні із МІО з ТС, що є сприятливим чинником масопереносу.

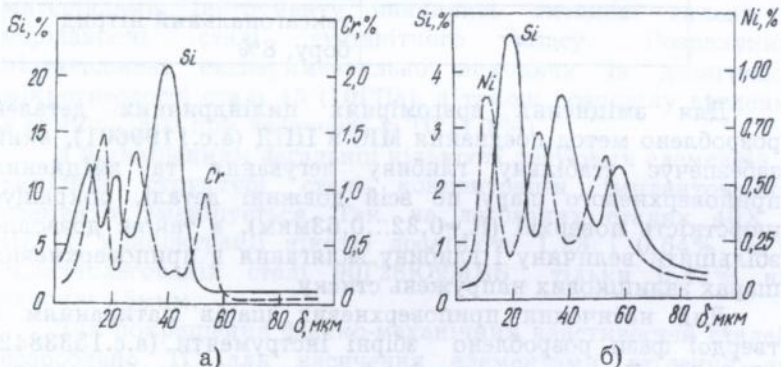


Рис.2. Розподіл кремнію і хрому (а), а також кремнію і нікелю (б) в сталі 70 при обробці з використанням спеціальних ТС (табл.1)

Аналіз розподілу елементів втілення (бор, азот) проводили на ОЖЕ спектрометрі фірми "Balzers", встановлено насичення ними поверхневих шарів зміцненого металу (рис.3).

Досягнена в процесі МІО висока концентрація легуючих елементів обумовлена, очевидно, високою густиною

генерованих дислокацій. В той же час концентрація легуючих елементів підвищується зі зниженням вихідної дефектності структури. При цьому покращуються умови деформування приповерхневого шару металу. Відповідно це збільшує густину генерованих дислокацій і підвищує концентрацію легуючих елементів.

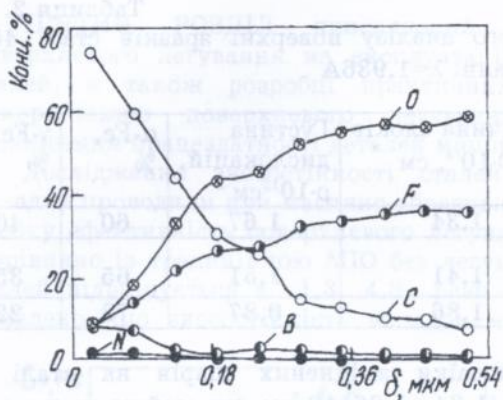


Рис.3. Розподіл C, Fe, O, B, N на армко-залізі

Кількість перенесеної речовини визначається числом генерованих дислокацій, а швидкість переносу залежить від швидкості їх переміщення. Підтвердженням цього є інтенсифікація масопереносу при попередній дії на поверхню металу поверхнево-активної речовини, яка сприяє розсмоктуванню дислокацій, пластифікує приповерхневий шар металу і впливає на його об'ємну деформацію.

Фазовий склад зміцненого легованого шару залежить від технологічних режимів зміцнення, типу ТС, структурного стану вихідного матеріалу. При МІО в ТС для наугличення сталі 20 ферито-перлітної структури отримується зміцнений шар ферито-аустенітної структури (α -Fe - 35%, γ -Fe - 65%). За даними рентгенівського аналізу параметр ґратки γ -Fe $a=3,6\text{Å}$, що відповідає 1,2% вуглецю. При аналогічних умовах обробки сталі 45 утворюється ферито-аустеніто-цементитна структура. Разом з тим фазовий склад залежить від температури в приповерхневих шарах, яку можна регулювати підбором матеріалу зміцнюючого інструменту

(табл.2). З підвищенням температури знижується густина дислокацій і зменшується кількість аустеніту, а величина блоків мозаїки підвищується.

При зміцненні МІО сталі 70 (ферит-перліт) утворюється ферито-цементитна структура. Крім того в приповерхневих шарах утворюються оксиди FeO , Fe_3O_4 .

Таблиця 2.

Дані рентгенівського аналізу поверхні зразків сталі 45 у $\text{FeK}\alpha$ - випромінюванні $\lambda=1,936\text{Å}$

Матеріал інструменту	Величина блоків $D \cdot 10^{-6}$, см	Густина дислокацій, $\rho \cdot 10^{12} \text{см}^{-2}$	α -Fe, %	γ -Fe, %
Сталь 40X	1,34	1,67	60	40
Сталь 12X18H9T	1,41	1,51	65	35
Сплав ВТ6	1,86	0,87	78	22

Розміри блоків мозаїки зміцнених шарів на сталі 45 досягають величин $(1,34 \dots 1,86) \cdot 10^{-6}$ см, що майже на порядок нижче, ніж у вихідному металі $(10 \dots 17) \cdot 10^{-6}$ см. Величина зерна залежить від вихідної структури і досягає $0,4 \dots 0,8$ мкм. Мікротвердість легованих МІО сталей досягає $8 \dots 15$ ГПа при глибині зміцнення $100 \dots 600$ мкм, що супроводжується досягненням дрібнокристалічної структури, високої густини дислокацій, (рис.4) а також дисперсних карбідів.

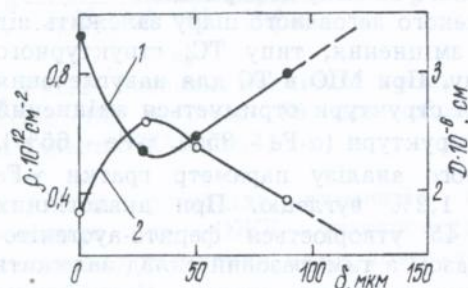


Рис.4. Зміна густини дислокацій (1) і величини блоків мозаїки (2) по глибині шару сталі 45 обробленої в ТС для наугльчення.

Крім того, на прикладі МІО сталі 45 експериментально встановлено, що в приповерхневих шарах виникають залишкові напруження стиску першого роду величиною до 200МПа. Обробка МІО з ППД додатково підвищує величину цих напружень до 330МПа, а глибину їх залягання - майже в три рази.

П'ЯТИЙ РОЗДІЛ присвячений вивченню впливу поверхневого легування на експлуатаційні характеристики сталей, а також розробці практичних рекомендацій по використанню поверхневого легування при МІО для підвищення працездатності деталей машин.

Дослідження зносостійкості сталей по схемі кільце-вкладка проводили при масляно-абразивному терті і виявили високу ефективність поверхневого легування в процесі МІО. Порівняно із традиційною МІО без легування зносостійкість сталей підвищується в 1,3...4,8 рази (рис.5) При цьому виявлено, що зносостійкість вкладок, які були контртілом,

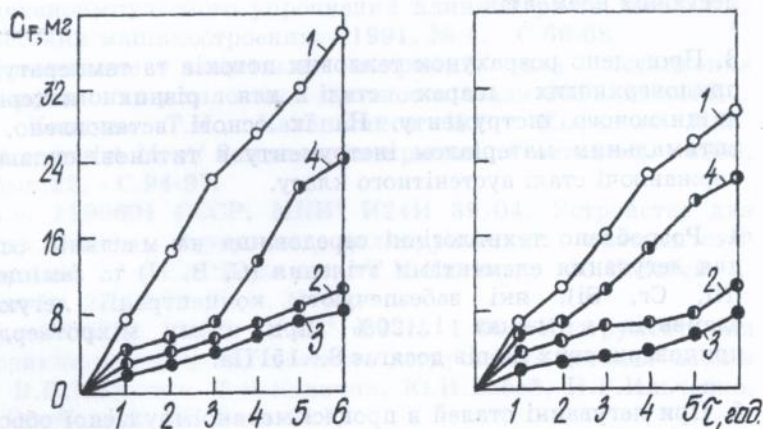


Рис.5. Кінетика зношування пари сталь 45 - сталь ШХ15 при терті в масляно-абразивному середовищі кільця (а) і вкладки (б) при використанні різних ТС: 1 - мінеральне масло І-12А; 2 - ПМС-100А+15% мас. нікелю; 3 - ПМС-100А+15% мас. хрому; 4 - ПМС-100А+8% боразону ($v=0.9$ м/с, $P=1$ МПа, масло ТАП-30 +0,1% абразиву).

також підвищується, очевидно, за рахунок зниження коефіцієнту тертя пари. Поверхнєве легування при МІО ефективне для підвищення зносостійкості мало- та середньовуглецевих сталей.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. При механоімпульсній обробці має місце масоперенос легуючих елементів (Ni, Cr, Cu, C) ззовні (з покритть, технологічних середовищ, інструменту) в приповерхневі шари зміцнюваного металу. Аналіз концентраційних кривих по Фішеру вказує на переважно зернограничний характер розподілу легуючих елементів. Коефіцієнт масопереносу досягає $10^{-3}\text{см}^2/\text{с}$.

2. Попередня обробка сталей, яка забезпечує стабілізовані структури з низькою дефектністю, а також активування в поверхнево-активних речовинах, інтенсифікують масоперенос легуючих елементів.

3. Проведено розрахунок теплових потоків та температури в приповерхневих шарах сталі для різних матеріалів зміцнюючого інструменту. На їх основі встановлено, що оптимальним матеріалом інструменту є титанові сплави та нержавіючі сталі аустенітного класу.

4. Розроблено технологічні середовища на масляній основі для легування елементами втілення (C, B, N) та заміщення (Ni, Cr, Si), які забезпечують концентрації легуючих елементів в межах 1...20%, при цьому мікротвердість приповерхневих шарів досягає 8...15ГПа.

5. При легуванні сталей в процесі механоімпульсної обробки в ферито-перлітному стані зміцнені приповерхневі шари мають ферито-аустенітну, ферито-аустенітно-цементитну або ферито-цементитну структуру, величина блоків мозаїки досягає $1,34...1,86\cdot 10^{-6}\text{см}$, густина дислокацій — $0,87...1,67\cdot 10^{12}\text{см}^{-2}$.

6. Розроблено метод механоімпульсної обробки з легуванням та наступним поверхнево-пластичним деформуванням, який забезпечує стабільну глибину зміцнення по всій довжині довгомірних циліндричних деталей, низьку шорсткість поверхні, а також покращує епюру залишкових напружень першого роду.

7. Поверхнєве зміцнення з легуванням підвищує зносостійкість сталей в 1,3...4,8 рази в порівнянні з існуючим методом механоімпульсної обробки без легування.

Список основних опублікованих праць

1. Каличак Т.Н., Кырылив В.И., Фенчин С.В. Механоимпульсное упрочнение длинномерных деталей типа штоков гидроцилиндров // Физ.- хим. механика материалов. - 1989. - № 1. - С.106-108.
2. Кырылив В.И., Каличак Т.Н., Червоный М.В. Технология механоимпульсного упрочнения длинномерных деталей // Вестник машиностроения. - 1991, № 4, - С.66-68.
3. Применение защитных покрытий для повышения коррозионно-усталостной прочности стали 90Г28Ю9МВВ_ш. / Каличак Т.Н., Калашников И.С., Кырылив В.И., Мокрова А.М. // Защитные покрытия на металлах. - 1988. Вып.22. - С.94-97.
4. А.с. 1199601 СССР, МКИ⁴ И24И 39/04. Устройство для упрочнения наружных цилиндрических поверхностей деталей / В.И.Кырылив, Т.Н.Каличак, Ю.И.Бабей, - Оpubл. 23.12.85, Бюл. № 47.
5. А.с.1533842 СССР, МКИ⁴ В23Н 1/00. Инструмент для фрикционного поверхностного легирования деталей машин / В.И.Кырылив, Т.Н.Каличак, Ю.И.Бабей, И.В.Ильченко, - Оpubл. 7.01.90, Бюл. № 1
6. А.с.1678858 СССР, МКИ⁵ С21Д 5/00, С23 С 8/00. Способ упрочнения поверхности изделий / Т.Н.Каличак, В.И.Кырылив, А.И.Сошко, Е.Д.Лининская, С.В.Фенчин, И.М.Шаповал, - Оpubл. 23.09.91, Бюл. № 23.

7. А.с. 1712135 СССР, МКИ⁵ В24В 39/04. Инструмент для фрикционного поверхностного упрочнения / В.И.Кырылив, Т.Н.Каличак, - Опубл. 15.02.92, Бюл. № 6.
8. Каличак Т.Н., Кырылив В.И. Влияние импульсного нагрева на процессы диффузии в железе // VI Всесоюзная конференция "Теплофизика технологических процессов" - Тезисы докладов. - Ташкент. - 1984. - Ч. 3. - С.102.
9. Кырылив В.И. Влияние технологических параметров механоимпульсной обработки на свойства упрочняемой стали. В кн.: Повышение надежности и долговечности материалов и деталей машин на основе новых методов термической и химико-термической обработки: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. - М., 1988, С.66.
10. Каличак Т.Н., Кырылив В.И. Микролегирование поверхности в процессе механоимпульсной обработки. - В кн.: Новые материалы и ресурсосберегающие технологии термической и химико-термической обработки деталей машин и инструмента: Тез. докл. Всесоюз. научн. техн. конф. - М., 1989, С.117.
11. Калічак Т.М., Кирилів В.І. Технологія механоімпульсного поверхневого легування сталевих і чавунних деталей. - В кн.: Основні напрями досліджень в галузі матеріалознавства: Тези доп. першої сесії наукового товариства ім.Т.Шевченка Львів, 1990, С.37.

АНОТАЦІЯ

Кирилів В.І. Розробка методу поверхневого легування сталей при механоімпульсній обробці.- Рукопис.

Дисертація на здобуття ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01.- матеріалознавство.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України Львів, 1997.

В дисертації показано, що при механоімпульсній обробці має місце масоперенос легуючих елементів ззовні в приповерхневі шари зміцнюваного металу. Встановлено, що титанові сплави та нержавіючі сталі аустенітного класу

найбільш ефективні матеріали для зміцнюючого інструменту. Розроблено інструменти та способи насичення приповерхневих шарів легуючими елементами із технологічних середовищ і твердої фази, а також метод комбінованого зміцнення з поверхневим пластичним деформуванням.

Встановлено, що розроблений метод поверхневого легування підвищує зносостійкість сталей. Запропоновано рекомендації по використанню розробленого методу для зміцнення деталей машин.

Ключові слова: механоімпульсне зміцнення, фрикційний контакт, поверхнєве легування, масоперенос, білий шар.

АННОТАЦІЯ

Кырылив В.И. Разработка метода поверхностного легирования сталей при механоимпульсной обработке. Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01 - материаловедение.

Физико-механический институт им. Г.В. Карпенко НАН Украины. Львов, 1997.

В диссертации показано, что при механоимпульсной обработке имеет место массоперенос легирующих элементов извне в приповерхностные слои упрочняемого металла. Установлено, что титановые сплавы и нержавеющие стали аустенитного класса наиболее эффективные материалы для упрочняющего инструмента. Разработаны инструменты и способы насыщения приповерхностных слоев легирующими элементами из технологических сред и твердой фазы, а также метод совмещенного упрочнения с поверхностным пластическим деформированием.

Установлено, что разработанный метод поверхностного легирования повышает износостойкость сталей. Предложены рекомендации по применению разработанного метода для упрочнения деталей машин.

Ключевые слова: механоимпульсное упрочнение, фрикционный контакт, поверхностное легирование, массоперенос, белый слой.

ABSTRACT

Kyryliv V.I. Development of the method for surface alloying of steels under mechanical-pulse treatment.

Dissertation for a degree of Candidate of Sciences (Engineering) in speciality 05.02.01.- materials science.

Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, 1997.

It has been shown that mass transfer of the alloying elements from outside into the near-surface layers of the hardened metal takes place due to mechanical-pulse treatment. It has been also established that titanium alloys and stainless steels are the most effective materials to be used for near-surface layers saturation with the alloying elements from the technological environment and solid phase. A method for a complex strengthening and surface plastic deforming has been also proposed.

It has been found that the developed method of surface hardening improve the wear-resistance of steels. The recommendation on application of the method for machine parts hardening have been proposed.

Key words: mechanical-pulse hardening, friction contact, surface alloying, mass transfer, white layer.

434307

AB 38.572
AB 38.572

Віддруковано з готових оригіналів.
Спосіб друку-різографія. Формат 60x80/16.
Обсяг 1 друк. лист. Тираж 100. Зам
Львів. **ВКП "ВМС"**, вул.Липова Алея, 9
тел.: 42-10-41, 42-10-46