

На правах рукопису

КОЗИРКІНА Світлана Валентинівна

**ВПЛИВ ТЕРМОЦИКЛІЧНОЇ ОБРОБКИ  
В АТМОСФЕРІ ВОДНЮ НА СТРУКТУРУ  
І ВЛАСТИВОСТІ ЗАЛІЗА ТА ДЕЯКИХ  
КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ**

Спеціальність 05.16.01 —  
«Металознавство та термічна обробка металів»

**А в т о р е ф е р а т**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

89.017



00738119 (Т)

Дисертація є рукописом

Робота виконана у Державній металургійній академії України ( м.Дніпропетровськ ).

Науковий керівник

доктор технічних наук,  
професор Шаповалов В.І.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук  
В.В. Парусов

кандидат технічних наук,  
доцент М.С. Нехай

Провідне підприємство: Державний трубний інститут

Захист відбудеться " 30 " червня 1997р. в 12<sup>30</sup> годин на засіданні спеціальної ради Д03.11.01 при Державній металургійній академії України за адресою : 320635, м.Дніпропетровськ, пр.Гагаріна,4.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Державної металургійної академії України.

Автореферат розісланий " 29 " травня 1997р.

Вчений секретар Ради  
доктор технічних наук, професор

Сафьян М.М.

Актуальність теми. Вимога до суспільних матеріалів вимагає розвитку, створення та використання ефективних технологій обробки металів. Одним з перспективних напрямків останніх років є розробка технологічних процесів обґрунтованих на термічній обробці матеріалів в різних середовищах. Однією з них є водень. Питання взаємодії водню з металами завжди цікавили вчених та технологів, а зараз стають ще актуальнішими в зв'язку з розвитком багатьох галузей кольорової та чорної металургії, воднової та термоядерної енергетики, хімії та нафтахімії, реакторобудування, авіабудування та космонавтики, вакуумної техніки та технології і т.п. Такий інтерес викликаний тим, що водень, знаходячись усередині металу викликає помітне змінення його фізико-хімічних та механічних властивостей. Однак, сучасні технології, пристрої і агрегати все частіше застосовують водень чи такі робітничі середовища, в котрих він є. Сучасні умови експлуатації багатьох матеріалів часто зв'язані з циклічними змінами температури. Температурні зміни матеріалів в присутності водню можуть привести до змін механічних властивостей, котрі зараз недостатньо досліджені. Це перешкоджає прогнозуванню службових властивостей багатьох матеріалів, так як немає даних про вплив водню на метали при термоциклічній обробці. В основі цього впливу є, змінення мікроструктури та механічних властивостей, досліджень хімічного складу, що являє собою задачу експериментального і теоретичного вивчення для фундаментальної науки.

Мета роботи полягає у визначенні впливу водню на мікроструктуру та механічні властивості поліморфних металів і сплавів при термоциклічній обробці. Крім того, була поставлена задача досліджень

змінення механічних властивостей і хімічного складу термоциклірованих в атмосфері водню та аргону матеріалів.

Наукова новина. Удосконалена методика досліджень впливу термоциклічної обробки металів та сплавів в контрольованих середовищах.

Вперше одержані якісні і кількісні дані про вплив тиску водню, температурного інтервалу та швидкості циклювання на структуру і властивості Армко - заліза, деяких вуглецевих та корозійностійких сталей.

Показано, що ТЦО у водні сильно і різноманітно змінює структуру досліджуваних матеріалів, впливаючи не тільки на форму, розміри та розподіл структурних складових, але і змінює фазовий склад.

#### Практична цінність.

Отримані кількісні дані, з'являються технічною базою для розробки нових видів термообробки, застосованих на термоцикліванні в атмосфері водню. Показано, що дякуючи ТЦО у водні, можливо ефективно змінити структуру заліза і сталі, миттєво змінюючи їх механічні та експлуатаційні властивості.

Рекомендовані конкретні дані застосування результатів роботи у практиці термообробки на металургійних та машинобудівних підприємствах.

Апробація роботи. Матеріали дисертації доповідалися та обговорювалися на республіканських конференціях та міжнародному семінарі: "Молоді вчені і фахівці-металурги - науково-технічному прогресу у 10-й п'ятиріччі" (м.Дніпропетровськ, 1978р.), "Підвищення ефективності виробництва і якості металургійної продукції" (Тбілісі, 1981р.), "Металознавство і термообробка прокату" (Кривий Ріг, 1981р.), "Молоді вчені і фахівці - науково-технічному прогресу у металургії" (Донецьк, 1981р.), "Структура і властивості металічних матеріалів у широкому діапазоні

температур" (Новокузнецьк, 1982р.), "Взаємодія водню з металами", (Свердловськ, 1989р.), "Проблеми сучасного матеріалознавства", (Дніпропетровськ, 1995р.).

Публікації. По матеріалам дисертації опубліковано 9 друкованих работ.

Структура та обсяг роботи. Робота складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури (97 назв), додатків і містить 168 сторінок друкарського тексту, 56 малюнків, 15 таблиць.

Основний зміст роботи.

Стан питання.

Узагальнення літературних даних по ТЦО металів в атмосфері водню показує, що це питання не достатньо вивчено. Існують дані впливу ТЦО на мікроструктуру та механічні властивості заліза, деяких вуглецевих і корозійностійких сталей. Є декілька досліджень, присвячених визначенню впливу ТЦО в атмосфері водню на структуру і властивості металів. Однак, ці роботи цілком не освічують впливу параметрів ТЦО в водні на метали.

Проведені раніше дослідження показують, що змінення структури при термоциклуванні сталі відбуваються в результаті поліморфного  $\alpha \leftrightarrow \gamma$  перетворення. Основними змінами структури при ТЦО сталей вважається дрібноота зерна. Поліморфні перетворення при ТЦО металів вивчені переважно на залізі.

Термоциклування Fe-C сплавів, отриманих традиційним методом виплавки і прямим відновлюванням, і корозійностійкої сталі благотворно відбивається на механізмі властивостей цих матеріалів. Зміна в структурі веде до одержання, підвищеної ізносоустійкості та пластичності.

Термоциклічна обробка технічно чистого, та Армко-заліза приводить до утворення різнозернистої мікроструктури.

Приведені дані дозволяють зробити висновок, що термоциклічна обробка металів являється перспективною та економічною з позиції підвищення якості, надійності, довговічності.

#### Матеріали та методика досліджень.

Використовували такі матеріали:

- чисте залізо і Fe-C сплави, подучені прямим відновлюванням (вмістом домішок 0,003 - 0,03%);
- Армко-за з загальним вмістом домішок 0,03% і корозійностійка сталь марок 08X18H9T та 40X13.
- водень технічної, марки А з крапкою роси 209К (ГОСТ 3022-80) і спектрально чистий аргон.

Для вивчення впливу термоциклічної обробки в атмосфері водню на структуру та властивості досліджуваного металу використовували спеціальну установку, яка являє собою автоклав високого тиску, всередині котрого знаходиться нагрівач. Термоциклювання відбувалось системою автоматичного управління та регулювання параметрами процесу. Датчиком температури являлась вольфрам-ренієва термопара ВР5/20.

Мікроструктурний аналіз проводився на оптичному мікроскопі "Neophot-21" у світовому полі з різними збільшеннями.

Для визначення складу приповерхістних шарів і дослідження розподілу основних та домішних елементів по глибині зразків корозійностійкої сталі використовували метод Ож-спектроскопії (ОЕС) і рентгенівської спектроскопії (JSXA-733).

Механічні випробування проводили на машині FP 100/1 згідно ГОСТ 1497-84 при кімнатній температурі з записом діаграм розтягу-

вання.

Твердість міряли приладом ТКС-1 при навантаженні на індектор 30 Кгс. Індиктор - стальна кулька (школа В) ГОСТ 12165-66.

Вимірювання мікротвердості проводили твєрдоміром ПМТ-3 при навантаженні індектора 20 г по ГОСТ 9450-76.

При проведенні досліджень застосовували методи математичного планування експериментів.

Вплив умов термоциклювання в атмосфері водню на зміни мікроструктури досліджуваного металу.

В Армко-і чистому Fe збільшенням температурного інтервалу термоциклічної обробки, відбувається збільшення розмірів феритних зерен. В низковуглецевій сталі спостерігається різнозерниста феритна структура. ТЦО цієї сталі при пониженому інтервалі робить зерна фериту рівноосними. В сталі з 0,4% С при термоцилюванні з підвищенням температурного інтервалу ферит дрібнішає та змінюється форма перлиту. В сталях 08X18H9T та 40X13 при збільшенні температурного інтервалу ТЦО відбуваються аналогічні зміни як в Армко-та чистому залізі. В сталі феритно-мартенситного класу при змінах інтервалу ТЦО одержується мікроструктура з різними структурними створеннями (мал.1).

При дослідженні впливу тиску газової фази на змінення мікроструктури встановлено, що в Армко-, чистому залізі, доєвтектоїдної та заєвтектоїдної сталі після ТЦО при тиску водню 0,1 МПа суттєвих змін немає. Розмір зерна майже однаковий. Безвуглецевий шар однаковий як при 0,1 МПа, так і при 1,0 МПа. Смугаста структура зберігається. Вона зникне при збільшенні тиску водня до 4,0 МПа. При цьому, відбувається збільшення безвуглецевого шару та розміру

зерна (мал.2).

Підвищення тиску водню приводить до інтенсивного росту аустенітного зерна та карбідних пластинок.

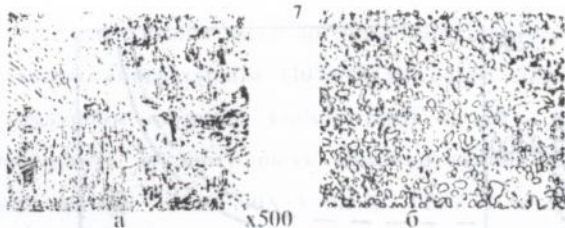
Дослідження впливу швидкості нагріву та охолодження при термоциклічній обробці в атмосфері водню показали, що низьковуглецева сталь (0,24% C) при  $V=2.0$  і  $3.0\text{K/s}$  зберігає смугастість. Зниження швидкості нагрівання та охолодження до  $0.5\text{K/s}$  приводить до зникнення смугастості, росту аустенітного зерна (мал.3), рівномірному розподілу і більш грубим виділенням карбідної фази.

Число циклів при термоциклованні в атмосфері водню істотно впливає на структуру. Смугаста структура сталі з 0,24% C зникає після 50 циклів. Безвуглецевий шар із збільшенням кількості циклів (5, 10, 50, 100) збільшується, розмір зерна зменшується. У сталі з 0,4% C і 1,34% C збільшення числа циклів до 100 веде до рівномірного розподілу глобулярного цементиту. Велика кількість циклів (300) беззастережно виявляється на мікроструктурі сталей 08X18H9T і 40X13, відбувається ріст аустенітного зерна і карбідних вкраплень (мал.4).

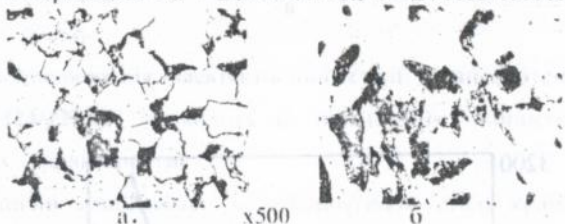
Вплив умов термоцикловання в атмосфері водню на зміни властивостей досліджених матеріалів.

При малих утриманнях вуглецю (до 0,4%) в дослідженнях Fe-C сплавах, мікротвердість ферита після ТЦО підвищується. Після ТЦО у високотемпературному інтервалі (1153-1353K)  $H_d$  ферита вище, ніж після термоцикловання в низькотемпературному (993-1193K). В низькотемпературному інтервалі  $H_d$  вища, ніж в високотемпературному.

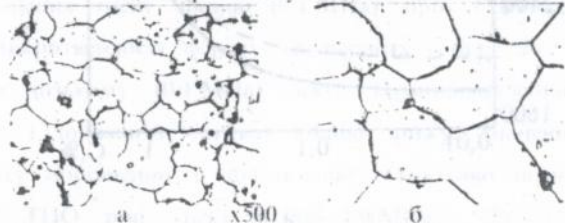
Вимірювання твердості і мікротвердості сталей 08X18H9T і 40X13 показали, що для аустенітної сталі низькотемпературний інтервал



Мал.1. Мікроструктура заевтектоїдної сталі (1,34% С) після термоцикування з різними температурними інтервалами: а -  $\Delta T$ 993-1193К; б -  $\Delta T$ 1153-1353К.



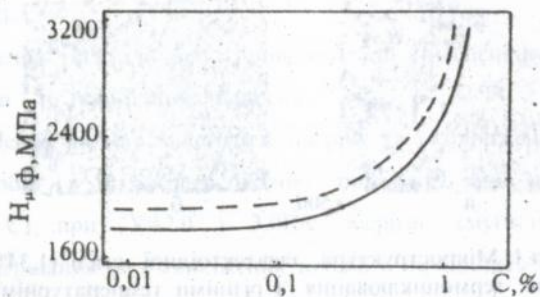
Мал.2. Мікроструктура доевтектоїдної сталі (0,24%) після ТЦО при тиску водно: а-0,1МПа, б-4,0МПа.



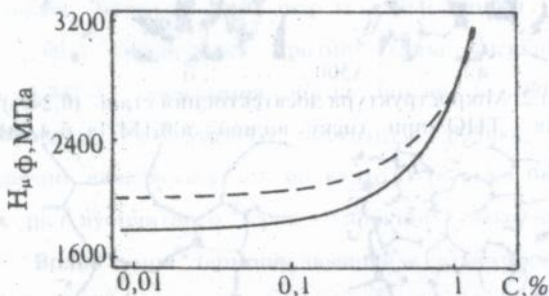
Мал.3. Мікроструктура сталі 08X18H9T після ТЦО у водні з різноманітними швидкостями нагрівання та охолодження: а-3,0К/с; б-0,5К/с.



Мал.4. Мікроструктура сталі 08X18H9T (а) та 40X13 (б) після ТЦО у водні з 300 циклами.



а



б

Мал.5. Вплив кількості термоциклів при ТЦО у водні Армко-, чистого заліза та Fe-C сплавів на мікротвердість ферита  
 --- верхні криві - n=10 циклів, - нижні криві - n=100 циклів;  
 а-ΔT993-1193К, б-ΔT1153-1353К, P=1,0 МПа, Vн/охол=1,5К/с

(973-1173) термоцикловання веде до підвищення твердості по зрівнянню з ТЦО в високотемпературному (1073-1373К). Для сталі 40X13 ТЦО в низькотемпературному інтервалі знижує HRB на 20%.

Мікротвердість аустеніту після термоциклування в обох інтервалах майже однакова. Н<sub>ц</sub> сталі 40X13 після ТЦО в інтервалі 973-1173К у 1,5 рази нижче, ніж після термоциклічної обробки при 1073-1373К. У початковому становищі Н<sub>ц</sub> сталі 40X13 на 50% нижче, ніж після ТЦО в низькотемпературному інтервалі і на 12% вище після ТЦО в низькотемпературному.

Термоцикловання аустенітної сталі в високотемпературному інтервалі (1123-1273К) приводить до підвищення міцністних і зниження пластичних характеристик.

Механічні властивості корозійностійкої сталі краще після ТЦО в низькотемпературному інтервалі (973-1173К).

Збільшення тиску водню (0,1 МПа) при ТЦО приводить до підвищення мікротвердості фериту та перлиту сталі 20, порівнянно з ТЦО при низькому (0,1 МПа) тиску. Термоцикловання сталі при підвищеному і зниженому тисках водню знижує значення мікротвердості перлиту порівнянно з початковою. Особливо помітно це зниження після ТЦО при тиску водню 1,0 МПа - 25%.

На твердість сталі 08X18H9T і 40X13 тиск водню чинить незначний вплив. Для сталі 08X18H9T вона підвищилась, для сталі 40X13 - спостерігається зниження. Знижується і мікротвердість сталі 08X18H9T і 40X13 після ТЦО при тиску водню 3,0 МПа. Межа текучесті високовуглецевої сталі після ТЦО при тиску 1,0 МПа підвищується, при 0,1 МПа знижується.

Підвищення тиску водню до 3.0 МПа при ТЦО сталі 08X18H9T до істотних змін механічних властивостей не приводить. У сталі 40X13 - веде до помітного зниження властивостей.

Швидкість нагрівання та охолодження - головні параметри термоциклічної обробки. Мікротвердість фериту зі зниженням швидкості нагрівання та охолодження (0,5K/c) знижується, порівнено з швидкостями нагрівання та охолодження з 2,0K/c.  $H_{\text{ц}}$  перліту при низьких швидкостях нагрівання та охолодження після ТЦО збільшується. Однак, порівнення з початковою мікротвердістю.  $H_{\text{ц}}$  фериту і перліту Fe-C сплавів, при обох швидкостях нагрівання та охолодження (низької та високої) нижче.

Твердість та мікротвердість сталі 08X18H9T після ТЦО з  $V=0,5K/c$  і  $V=3,0K/c$  суттєво не змінюється. У сталі 40X13 ТЦО при цих швидкостях помітно знижує HRB (на 15%) і  $H_{\text{ц}}$  (на 12%) відносно до початкових.

Механічні властивості сталі 08X18H9T і 40X13 після термоциклічної обробки з швидкістю нагрівання та охолодження 0,5K/c і 3,0K/c практично не відрізняються.

Мікротвердість ферита у Fe-C сплавах суттєво не залежить від кількості термоциклів (мал.5). Мікротвердість перліту після 10 термоциклів на 10% вище, ніж після 100 циклів і на 30% більше початкової.

У сталі 20 і сталі 40 при підвищенні кількості циклів до 100 спостерігається зниження  $H_{\text{ц}}$  перліту.

Мікротвердість фериту і перліту низьковуглецевої сталі після ТЦО в атмосфері воденю вище, ніж після термоциклоування в аргоні.

Незалежно від кількості циклів, при термоциклоуванні в атмосфері водню чистого заліза, спостерігається різке підвищення пластичності

(більш чим у 2 рази). Термоцикловання зразків в атмосфері водню має пластичність вище, ніж у зразків після ізотермічної витримки.

Мікротвердість сталі 40X13 після ТЦО при 2000 циклах збільшується втричі.

### Вплив ТЦО в атмосферах на хімічний склад корозійностійких сталей.

Дослідження з допомогою Ож-спектроскопії показали, що після ТЦО у атмосфері водню і аргону, ізотермічної витримки у водні та аргоні хімічний склад дослідженої корозійностійкої сталі залишається без змін. Результати досліджень з допомогою рентгенівського мікрондавидимих неоднорідностей розподілу елементів у сталі не показали.

### Висновки.

1. Вперше експериментально встановлено і теоретично обґрунтовано основні залежності від параметрів процесу ТЦО, які дозволяють керувати ним та використовувати його для рішення технологічних задач.

2. Термоцикловання у водні у заданому інтервалі температур приводить до утворення необхідної мікроструктури. У Армко- і чистому залізі з підвищенням інтервалу від 993-1193К до 1153-1353К при ТЦО відбувається значний ріст зерна, у сталі 20 зникає смугастість, у до-евтектоїдній сталі формується зернистий перліт. Для сталі 40 тільки термоцикловання у низькотемпературному інтервалі приведе до утворення зернистого перліту. Зміна температурного інтервалу при ТЦО корозійностійких сталей приводить до росту зерна (сталь 08X18N9T) та збільшення карбідів, отриманню ферито-перлітної або мартенситної мікроструктури (сталь 40X13).

3. ТЦО при тисках водню 0.1МПа і 1.0 МПа не приводять до суттєвих змін структури Армко-, чистого заліза і Fe-C сплавів. Під-

вищення тиску до 4,0 МПа веде до росту зерна, зникненню смугастості, до інтенсивного росту аустенітного зерна та карбідних пластин.

4. Зниження швидкості нагрівання та охолодження до 0,5K/c веде до зниження смугастості, росту аустенітного зерна, рівномірному розподілу і більш грубому виділенню карбідної фази.

5. Збільшення кількості циклів приводить до збільшення обезвуглецевого шару, структура стає більш рівномірною, розмір зерна зменшується, утримується глобулярний цементит. У сталі 08X18H9T і 40X13 при збільшенні кількості циклів до 300 веде до росту аустенітного зерна та карбідних вкраплень.

6. Після термоциклічної обробки у воді (до 1,0 МПа) при різних температурах інтервал ( $\Delta T=993-1193\text{K}$  і  $\Delta T=1153-1353\text{K}$ ) кількості циклів ( $n=10$  і  $n=100$ ) у Армко-чистому залізі твердість та мікротвердість не змінюються. У других Fe-C сплавах ці характеристики значно змінюються.

Термоциклічна обробка сталі 20 і сталі 40 в 993-1193K і 1153-1353K інтервалах підвищує мікротвердість фериту. Нд фериту у високотемпературному інтервалі вище, ніж у низькотемпературному. Мікротвердість перлиту вище в низькотемпературному.

Аустенітна сталь після ТЦО в інтервалі 973-1173K має підвищену твердість порівнено до інтервалу 1073-1373K. Для сталі мартенситного класу, навпаки ТЦО в інтервалі 973-1173K робить твердість на 20% нижче ніж в інтервалі 1073-1373K.

Мікротвердість сталі 08X18H9T після ТЦО в обох інтервалах майже однакова.

На сталі 40X13 після ТЦО в інтервалі 973-1173К у 1,5 рази нижче, ніж після термоцикловання при 1073-1373К. Порівняно з початковою мікротвердістю сталі 40X13 на 50% нижче, ніж після ТЦО в низькотемпературному інтервалі, і на 12% вище, ніж після ТЦО у високотемпературному.

Термоцикловання застосованої сталі в інтервалі 1123-1273К підвищує міцнісні та знижує пластичні властивості.

Механічні властивості корозійностійкої сталі вище після ТЦО в інтервалі 973-1173К.

7. Мікротвердість фериту Fe-C сплавів після ТЦО при тиску водню 1,0 МПа вище, ніж після ТЦО при тиску 0,1 МПа. Збільшення тиску водню від 0,1 до 1,0 МПа при термоциклованні підвищує мікротвердість перлиту сталі 20.

Термоциклічна обробка сталі 40 при тиску водню 1,0 МПа знижує значення мікротвердості перлиту порівняно з початковою на 25%.

Вплив тиску водню при ТЦО на твердість сталі 08X18H9T і 40X13 незначний. Мікротвердість обох сталей при тиску водню 3,0 МПа знижується порівняно з початковою.

Збільшення тиску водню до 3,0 МПа при ТЦО сталі 08X18H9T до суттєвих змін механічних властивостей не приводить. У сталі 40X13 спостерігається помітне погіршення властивостей. Твердість та крихкість підвищується, межа міцності знижується в 3-5 рази. Таким чином, їх експлуатація у воднеутримуваних середовищах, особливо при циклічно змінюючихся високих температурах, неможлива. Сталі аустенітного класу незначно змінюють свої механічні властивості.

8. Встановлено вплив швидкості нагрівання та охолодження при ТЦО на

механічні властивості досліджених матеріалів. При ТЦО з швидкістю 0,5К/с мікротвердість фериту у Fe-C сплавах нижча, ніж після ТЦО з швидкістю 2,0К/с Нд перлиту, навпаки, при низьких швидкостях нагрівання та охолодження збільшується. Нд ферита і Нд перлита у початкових зразках завжди нижча.

Твердість і мікротвердість сталі 08X18H9T після ТЦО при  $V_{\text{н/охол}} = 0,5$  і 3,0 К/с суттєво не змінюється, а у сталі 40X13 незначно знижується.

Механічні властивості сталі 08X18H9T і 40X13 після ТЦО при 0,5 і 3,0К/с в атмосфері водню практично не відрізняється. Однак, у сталі аустенітного класу при ТЦО  $V_{\text{н/охол}} = 3,0\text{К/с}$  міцність зменшується, але пластичність зростає.

9. Визначено вплив кількості циклів при ТЦО в атмосфері водню на механічні властивості досліджених матеріалів.

Мікротвердість фериту у Fe-C сплавах суттєво не залежить від кількості термоциклів. Нд перлиту при ТЦО з 10 циклами на 10% вища, ніж при ТЦО з 100 циклами і на 30% більше початкової. У сталі 20 і 40 збільшення кількості циклів до 100 веде до зниження Нд перлита. Однак вона вища порівняно з початковою.

Мікротвердість фериту і перлиту сталі 20 після ТЦО в водні вища, ніж при термоциклюванні в аргоні.

Мікротвердість корозійностійкої сталі 40X13 після ТЦО при 2000 циклів збільшується втричі.

Випробування на разрив чистого заліза показали різке підвищення пластичності у 2 рази, незалежно від кількості циклів. Пластич-

ність зразків із чистого заліза після ТЦО у водні та аргоні вища, ніж після ізотермічної витримки у водні.

10. Установлено, що корозійностійкі сталі 08X18H9T і 40X13 після ТЦО у атмосфері водню і аргону, ізотермічної, витримки у водні і аргоні практично не змінюються по хімічному складу. Термоцикування та ізотермічна витримка не виводить і до інтенсивного перерозподілу її легованих елементів.

11. На базі результатів роботи даються наступні практичні рекомендації:

- для виготовлення інструментів використовувати вуглецеві сталі, одержані прямим відновлюванням, замість сталей виплавлених традиційним методом;

- замінити корозійностійкі сталі (наприклад 40X13) вуглецевими (наприклад У13А) після термоциклічної обробки у водні;

- використовувати термоциклічну обробку в атмосфері водню сталі 08X18H9T замість світлої закалки.

Використовування результатів дисертаційних досліджень при виробництві інструментів в умовах ДМПО (Дніпропетровське металургійно-промислове об'єднання) дозволило скоректувати технологію термічної обробки і запропонувати замінити її термоциклічною, що дає можливість скоротити час ТО у 4 рази.

Однак ефективність цього прогресивного виду термічної обробки здержується із-за відсутності на підприємствах спеціального обладнання.

Основний зміст дисертації опубліковано:

І. Губенко С.И., Терещенко В.С., Козьиркина С.В., Савченко В.К. и др. Состав, структура и свойства сплавов Fe-C, полученных прямым восстановлением // Материали конференції: "Молодые ученые и специали-

ты - металлурги - научно-техническому прогрессу в 10-й пятилетке". - Днепропетровск : ДМетИ.- 1978 . - С. 8-10 .

2.Губенко С.И., Козыркина С.В. Возможности применения стали прямого восстановления // Материалы научно - технической конференции молодых ученых и специалистов Закавказья и Украинской ССР: "Повышение эффективности производства и качества металлургической продукции". -Тбилиси .- 1981.- С.12-13 .

3.Бельченко Г.И., Губенко С.И., Козыркина С.В. Изменение структуры и свойств сталей прямого восстановления при горячей и холодной деформации // Материалы к 10 совещанию по тепловой микроскопии: " Структура и свойства металлических материалов в широком диапазоне температур ".- Новокузнецк . - 1982 .- С. 68.

4.Карпов В.Ю., Козыркина С.В. Влияние водорода на механические свойства Fe-C и коррозионноустойчивых сплавов / Информационные материалы . Взаимодействие водорода с металлами .-Свердловск : УрО АН СССР .-1989 .- С. 77-78 .

5.Карпов В.Ю., Козыркина С.В., Толстенко А.В., Черезов С.Г. Водородопроницаемость Fe-C сплавов при полиморфном превращении // Информационные материалы. Взаимодействие водорода с металлами.-Свердловск: УрО АН СССР.- 1989 .- С. 79-80 .

6.Козыркина С.В., Шаповалов В.И., Карпов В.Ю. Влияние термодинамической обработки в атмосфере водорода на микроструктуру Fe-C сплавов: Сборник трудов международного семинара " Проблемы современного материаловедения ".- Днепропетровск .- 1995 .- С. 106-107 .

7.Бельченко Г.И., Канарская Л.А., Шенцов А.М., Козыркина С.В. Разработка и освоение технологии производства травленной горячекатанной листовой стали для холодной штамповки деталей сложной формы

Опытная штамповка горячекатаной стали // Реферативная информация/ Выпуск 10. Киев : "Вища школа". - 1977. - С. 43.

8. Есаулов В.П., Губенко С.И., Коланшикова Л.С., Козыркина С.В. Об образовании наплыва на поверхности катания колес при эксплуатации. // Известия Вузов. ЧМ. - 1985. - №10. - С. 82-85.

9. Бельченко Г.И., Есаулов В.П., Губенко С.И., Демидова О.А., Козыркина С.В. Изменение химического состава стали в тонком поверхностном слое ободов железнодорожных колес при эксплуатации // "Металловедение и коксохимия". - 1987. - Выпуск 92. - С. 86-89.

#### Аннотация

Козыркина С.В. Влияние термоциклической обработки в атмосфере водорода на структуру и свойства железа и некоторых конструкционных сталей.

- Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 "Металловедение и термическая обработка металлов". - Государственная металлургическая академия Украины, Днепропетровск, 1997 г.

Защищается 9 научных работ, что составляют часть результатов теоретических и экспериментальных исследований влияния параметров термоциклической обработки в атмосферах - температурного интервала, скорости нагрева и охлаждения, давления водорода и аргона, и количества циклов - на структурообразование, механические свойства Армко, чистого железа, доэвтектоидной, заэвтектоидной, а также химического состава коррозионностойкой стали 08X18H9T и 40X13. Обнаружены особенности влияния ТЦО в атмосферах и определено, что термоциклическая обработка даст возможность получать необходимые свойства и сокращает время технологического процесса до 75%.

Ключевые слова: термомикроструктура, лит, аустенит, микротвердость, твердость, интервал, давление, водород.

### ABSTRACT

Kozurkiha S.V. "Influence thermocycling in atmosphere hydrogen on structure and properties of iron and some constructional steels".

Thesis for a technical science candidate's degree on speciality 05.16.01 - Physical metallurgy and heat treatment of metals. - State Metallurgical Academy of Ukraine. - Dnipropetrovsk, 1997.

Nine scientific works embracing a part of the results of theoretical and experimental investigations influence parameters thermocyclization in atmospheres - temperature interval, speed heat and cooling, pressure hydrogen and argon, and quantity cycles - on structure formation, mechanical properties Armeo-, iron, hypoeutectoid, hypereutectoid, also chemistry steel 08X18H9T and 40X13. Some general regulation influence thermocycling in atmospheres discovered. Definition, what thermocycling let receive necessary properties and perhaps shorten time technique process to 75%.

Key words: thermocyclization, grain, ferrite, pearlite, austenite, microhardness, hardness, temperature interval, pressure, hydrogen.



### АВТОРЕФЕРАТ

Відповідальний за випуск М. М. Саф'ян

Підписано до друку 28.05.97. Формат 60x84/16. Папір друкарський. Офсетний друк. Умови друк. арк. 0,93. Умовн. фарб.-відб. 0,93. Тираж 100. Замовлення N 713. Замовлене. ЗАТ Видавництво «Поліграфіст», 320070, м. Дніпропетровськ, вул. Сєрова, 7.