УДК 621.74.04:669.112.22

ХРОМОМАРГАНЦЕВОНІКЕЛЕВА ТЕРМІТНА СТАЛЬ Х14Г14Н3Т

Ю. Жигуц

Доцент, докт. техн. наук,
Ужгородський національний університет,
м. Ужгород

Представлено результати дослідження хромомарганцевонікелевої сталі Х14Г14Н3Т, отриманої металотермічним способом. Запропоновано застосування розробленого складу металотермічної шихти, що дозволяє не тільки отримувати завданий хімічний склад сплаву, але і структуру, фізичні, механічні і службові властивості. При цьому одночасно використовуються основні переваги металотермічного синтезу, а саме: можливість отримувати відливки в місцях, віддалених від джерел електроенергії, при відсутності промислового устаткування. Синтезований матеріал може використовуватися при екстреному виготовленні заготовок литвом.

термітна сталь, металотермія, структура, властивість

Вступ. Термітна сталь Х14Г14Н3Т отримує все більше застосування у зв'язку з тим, що для її виготовлення використовується металотермічний спосіб виготовлення, а самій синтезованій сталі притаманний цілий комплекс особливих, відсутніх у інших матеріалах, властивостей. Значні перспективі її використання полягають і у тому, що ця сталь відноситься до сталей з аустенітною структурою і успішно може заміняти сталі Х18Н9, 2Х18Н9.

Поєднання металотермічного методу синтезу і специфічних характеристик синтезованої сталі відкриває нові можливості для отримання деталей литвом і використанням високоперегрітого сплаву для їх ремонту і відновлення. Крім цього, металотермічні методи мають низку преваг – високу продуктивність процесу, зручність та універсальність оснащення, відсутність потреби у джерелах електроенергії та можливість її застосування при терміновому отримуванні сплаву. Істотні переваги термітного способу синтезу і зараз викликають до матеріалів синтезованих цією технологією цілком заслужений інтерес.

Мета статті – встановити можливості виготовлення термітної сталі Х14Г14Н3Т та виявити особливості її структури, фізичні, механічні, технологічні і службові властивості.

Матеріали та методика проведення експериментів. Суть металотермічних реакцій полягає у відновленні металом з більшою хімічною активністю металу з меншою активністю з його оксиду. Екзотермічна взаємодія елементів відбувається у тому випадку, коли в результаті реакції утворюються оксиди з більш високою термодинамічною стійкістю. На алюмінотермічне відновлення оксидів найсуттєвіше впливають властивості матеріалів, що містяться у металотермічній шихті, їхній агрегатний стан, співвідношення компонентів, схеми підпалювання та ін. Механізм алюмінотермічної взаємодії головним чином описаний у працях [1, 2].

Використані матеріали: сажа ацетиленова (технічний вуглець ТУ 14-7-24-80), ферохром ФХ65-7А ГОСТ 47570-79; силікомарганець СМн26 ГОСТ 4756-77; феросиліцій ФС65Ал3,5 ГОСТ 1415-78; феромарганець ФМн70 ГОСТ 4761-80; оксид нікелю, феротитан ФТи30А ГОСТ 4761-80; порошок алюмінієвий ПА-3…ПА-4 ГОСТ 6058-73, просіяне мливо алюмінієвої стружки, залізна окалина (ковальського і прокатного виробництв) з середнім хімічним складом (% за масою): 0,05 *C*; 0,10–0,35 *Si*; 0,10–0,35 *Mn*; 0,01–0,03 *S*; 0,01–0,03 *P*; 40–50 Fe_2O_3; 50–60 *FeO*, решта – інше.

Порошкову шихту просушували, перемішували і розміщували у внутрішній камері металотермічного реактора. Надалі металотермічну шихту підпалювали. Ініціювання процесу горіння виконували спеціальним термітним сірником. Реакція за кілька секунд поширювалася на весь об'єм шихти. Температура реакції сягала 2300 К. Головна умова такого металотермічного процесу – необхідність отримання реальної температури горіння шихти вище температури плавлення шлаку [3 – 5]. Здешевлювали собівартість виготовлення шихти, замінюючи алюмінієвий порошок на мливо алюмінієвої стружки.

Розрахунок металотермічної шихти на першому етапі виконували для стехіометричного співвідношення компонентів реакції. Після цього враховували коефіцієнти засвоєння легуювальних елементів у сталі. В подальшому проводилася корекція хімічного складу шихти, що дозволило отримати заготовки у дослідно-промислових умовах.

Для визначення маси металевого зливка проводили мікроплавлення при масі шихти 250 – 300 г з різним процентним співвідношенням компонентів у суміші.

Кількість випробувань вибрана у межах необхідної точності оцінювання механічних властивостей – достатньо малій імовірності похибки 1-го і 2-го роду [6]. З урахуванням заданого ступеня точності, надійність оцінювання середнього значення характеристики матеріалу 98 – 99%, теоретична розрахункова кількість зразків 11,1. Для встановлення одного показника проводилося 12 термітних плавлень.

Експериментальні дослідження. Встановлено хімічний склад термітної сталі Х14Г14Н3Т (у % за масою): C – 0,12, Si – 0,9; Mn – 13,5…14,7, Cr – 13,5…14,5, Ni – 3,1…3,5, Ti – 0,4…0,6, S – 0,02, P – 0,035, який відповідав промисловій сталі.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що як і для сталей, отриманих традиційними технологіями, марганець і нікель розширяють для термітної сталі аустенітну область, знижуючи температуру утворення аустеніту. Для стабілізації термітних сталей і утвореного у структурі аустеніту використовували нікель, а для усунення старіння термітної сталі і зменшення карбідів – 0,4…0,6% титану.

На початку експериментальних досліджень встановлювали вплив основних легувальних елементів на положення фазових областей термітної сталі. На рис. 1 показано ізотермічний розріз діаграми хромомарганцевонікелевих термітних сталей при 3% Ni.

Результати дослідження фізичних і механічних властивостей хромомарганцевонікелевої термітної сталі Х14Г14Н3Т показано в табл. 1 і табл. 2. При порівнянні механічних властивостей термітної і промислової сталей помічено збільшення її міцності, пластичності й ударної в'язкості. Очевидно, що це пов'язано з дорозкислення сплаву алюмінієм, що входить у склад металотермічної шихти і роздрібненням структури сталі. Виявлено у центральній частини термітного зливка 5 – 6, а на відстані 3 – 5 мм від поверхні 6 – 7 бал зерна. У структурі сталі виявлено незначний вміст карбідів 2 – 3% за об'ємом, тип карбідів – комплексний.

Продовження досліджень було спрямовано на встановлення впливу температури на механічні властивості

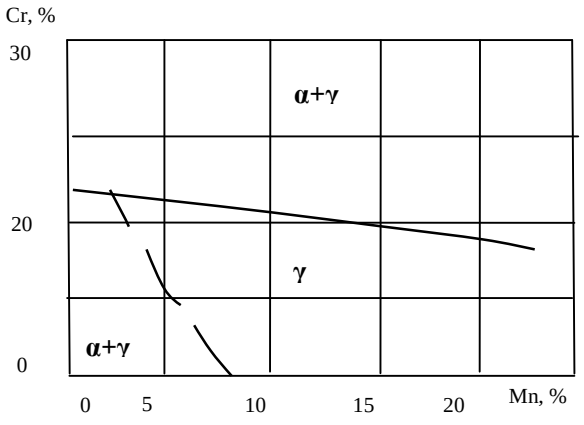

Рис. 1. Вплив хрому і марганцю на фазові перетворення хромомарганцевонікілевої термітної сталі; гартування з 1200°С, охолодження у воді

термітної сталі. Результати проведених дослідження показано на рис. 3. Температурний інтервал встановленого впливу знаходився у межах від -196 до 1100 ^{0}C. При цьому вдалося виявити зростання $\sigma_в$ і $\sigma_{0,2}$ при низьких температурах, що може бути пояснено руйнуванням матеріалу за відомою схемою А. Ф. Йоффе [7]. При збільшенні температури випробування зі 100 до 1100 ^{0}C спостерігалося плавне зменшення міцності дослідженої термітної сталі. Одночасно виявлено, що ударна в'язкість сталі істотно зменшується в інтервалі температур 100 – 1100 ^{0}C (майже в 2 рази) і складає 0,2 МДж/м^2, а в інтервалі температур від -196 до 20 ^{0}C – 0,1 МДж/м^2 (випробування виконували за KCU).

Аналіз встановлених величин відносної пластичності (δ) і відносного зменшення перерізу (ψ) зразків з термітної сталі дозволяє виявити такі залежності. При зміні температури від -60 до 1000 ^{0}C значення ψ змінюється від 62 до 74%, в той же час в інтервалі температур 1000 – 1100 ^{0}C ця зміна ψ складає від 74 до 85%. Значення ж δ спочатку послідовно збільшується до 50% при -60 ^{0}C, надалі зменшується до свого мінімального значення 41% при 550 ^{0}C і у подальшому росте до 53% при 850 ^{0}C. При збільшенні температури і надалі δ послідовно зменшується.

Отже, особливістю термітної сталі Х14Г14Н3Т є стабільна аустенітна структура з незначним вмістом

Таблиця 1

Фізичні властивості термітної сталі Х14Г14Н3Т

Густина, γ, кг/м^3, x10^3	Окалиностійкість, ^{0}C	Коефіцієнт теплового розширення, α·10^{-6}, ^{0}C					λ, кал/см·с·^{0}C	ρ, Ом·мм^2/м	E, кг/мм^2	μ, Гс/Е
		20-100	100-200	200-300	300-400	400-500				
7,9	710	16,2	16,9	17,6	20,8	20,9	0,038	0,78	19900	1,05

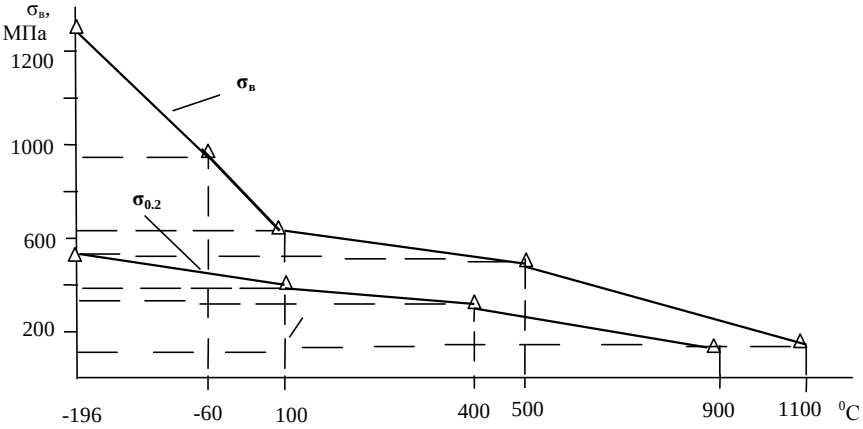

Рис. 3. Залежність механічних властивостей термітної сталі Х14Г14Н3Т

Таблиця 2

Механічні властивості термітної сталі Х14Г14Н3Т

$\sigma_в$	$\sigma_{0,2}$	δ_5	ψ	НВ	$a_н$, МПа
МПа		%			
660	240	410	50	230	0,12

карбідів до 2 – 3% за об'ємом та комплексом задовільних механічних властивостей, які міняються за встановленими у статті залежностями.

Висновки. 1. Встановлено, що металотермічні методи синтезу матеріалу цілком придатні для синтезу хомомарганцевонікелевої сталі Х14Г14Н3Т.

2. Розроблено склади екзотермічних шихт для синтезу вказаної сталі.

3. Встановлено хімічний склад синтезованої сталі, її структура, фізичні, механічні та службові властивості, а саме: границя міцності, відносна пластичність, відносне зменшення перерізу, ударна в'язкість та ін.

4. Виявлені залежності $\sigma_в$, $\sigma_{0,2}$, $a_н$, ψ, δ від температури.

Література

1. *Жигуц Ю.Ю.* Сплави, синтезовані металотермією і СВС-процесами (монографія)/ *Жигуц Ю.Ю.* – Ужгород: Ґражда. – 2008. –276 с.

2. *Жигуц Ю.* Ресурсозберігаюча технологія термітного зварювання сталевих деталей / *Жигуц Ю., Лазар В.* Вісник ТДТУ. – 2009. – Том 14. – № 4. – С. 94-98.

3. *Жигуц Ю.Ю.* Синтез и свойства литых карбидных сплавов / *Жигуц Ю.Ю.* Металловедение и термическая обработка металлов. – М.: МИТОМ, № 3, – 2009. – С. 26-29.

4. *Жигуц Ю.Ю.* Синтез термітних суднобудівних сталей / *Жигуц Ю.Ю., Чернега Д.Ф., Левдар Е.Е.* Materiбly VII mezinбrodni vйdecko-praktickб konf. "Vdecky pokrok na prelomu tysyachalety". – Dil 15. Technickй vdy. – Praha: Publishing House "Education and Science" s.r.o. 2011. – С. 43-45.

5. *Жигуц Ю.Ю.* Технологія отримання термітних жароміцних сплавів на нікелевій основі / *Жигуц Ю.Ю., Чернега Д.Ф., Лазар В.Ф.* //Науковий вісник Мукачівського державного університету. Журнал наукових праць. – № 12 (7). – Мукачево. – 2012. – С. 5–12.

6. *Горский В.Г.* Планирование промышленных экспериментов / *Горский В.Г., Адлер Ю.П.* – М.: Металлургия, 1974. – 264 с.

7. *Золоторевский В.С.* Механические свойства металлов / *Золоторевский В.С.* – М.: Металлургия, 1983. – 352 с.

Отримана 25.09.12

Yu. Zhiguts

Chrome-manganese-nickel thermite steels marks «Х14Г14Н3Т

Uzhgorod National University, Uzhgorod

In this papers was analyzed the results of research the chrome-manganese-nickel thermite steels marks "Х14Г14Н3Т", where produced metallothermic method. The composition of reactions is used of exothermic charge and allows not only to get the chemical composition of alloy is offered but also structure, physical, mechanical and official properties. Thus taken advantage metallothermic synthesis, namely to get founding's in places, remote from the sources of electric power, industrial equipment. This material can be used for the urgent welding of purveyances casting.