

ТЕХНОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ХРОМОМАНГАНЦЕВОНІКЕЛЕВОЇ ТЕРМІТНОЇ СТАЛІ Х14Г14Н3Т

В роботі представлено результати дослідження хромоманганцевонікелевої сталі Х14Г14Н3Т, отриманої металотермічним способом. Запропоновано застосування розробленого складу металотермічної шихти, що дозволяє не тільки отримувати заданий хімічний склад сплаву, але і структуру, фізичні, механічні і службові властивості сталі. 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 екстремому виготовленні заготовок литвом.
Ключові слова: термітна сталь, металотермія, структура, фізичні, механічні та службові властивості.

Вступ. Промислова сталь Х14Г14Н3Т отримує все більше застосування у зв'язку з тим, що їй притаманний цілий комплекс особливих, відсутніх у інших матеріалах, властивостей. Значні перспективи її використання полягають і у тому, що вказана сталь відноситься до сталей з аустенітною структурою і успішно може замінити сталі Х18Н9, 2Х18Н9 та ін.

Поєднання металотермічного методу синтезу і специфічних характеристик синтезованої сталі відкриває нові можливості для отримання виливків та для використання високопегрітого розплаву для ремонту і відновлення деталей. Крім цього металотермічні методи мають цілий комплекс переваг — високу продуктивність процесу, зручність й універсальність оснащення, відсутність потреби у джерелах електроенергії та можливість термінового отримування сплаву, короткий період переходу від експериментальних досліджень до промислового впровадження. Суттєві переваги термітного способу синтезу і зараз викликають до матеріалів синтезованих цією технологією цілком заслужений інтерес.

Мета роботи. Встановити можливості виготовлення термітної сталі Х14Г14Н3Т та виявити особливості її структури, фізичні, механічні, технологічні та службові властивості.

Матеріали та методика проведення експерименту. 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 алюмініотермічне відновлення оксидів найсуттєвіше впливають властивості матеріалів, що містяться у металотермічній шихті, їх агрегатний стан, співвідношення компонентів, схеми підпалювання та ін. Механізм алюмініотермічної взаємодії головним чином описаний у роботах [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 мливно алюмінієвої стружки, залізна окалина (ковальського і прокатного виробництв) з середнім хімічним складом (% за масою): 0,05 С; 0,10–0,35 Si; 0,10–0,35 Mn; 0,01–0,03 S; 0,01–0,03 P; 40–49 Fe₂O₃; 50–59 FeO, решта — ін.

Порошкову шихту просували, 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 2100 °С. Головна умова

такого металотермічного процесу — необхідність отримання реальної температури горіння шихти вище температури плавлення шлаку [2–5]. Здешевлювали собівартість виготовлення шихти, замінюючи алюмінієвий порошок на мливу алюмінієвої стружки.

Розрахунок металотермічної шихти на першому етапі виконували для стехіометричного співвідношення компонентів реакції. Після цього враховували коефіцієнти засвоєння легуючих елементів у сталі [6]. В подальшому проводилася корекція хімічного складу шихти, що дозволило отримати заготовки у дослідно-промислових умовах відповідного хімічного складу та з наперед визначеною структурою.

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

Кількість випробувань вибрана у межах необхідної точності оцінки механічних властивостей — достатньо малій імовірності похибки 1-го та 2-го роду [7]. З урахуванням заданого ступеня точності (надійність оцінки 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 X14Г14НЗТ (у % за масою): С – 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.

В результаті експериментальних досліджень виявлено, що як і для сталей отриманих традиційними технологіями марганець і нікель розширяють для термітної сталі аустенітну область, зменшуючи температуру утворення аустеніту. Для стабілізації утвореного у структурі термітної сталі аустеніту використовували нікель, а для усунення старіння і зменшення величини карбідів — 0,4...0,6 % титану.

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

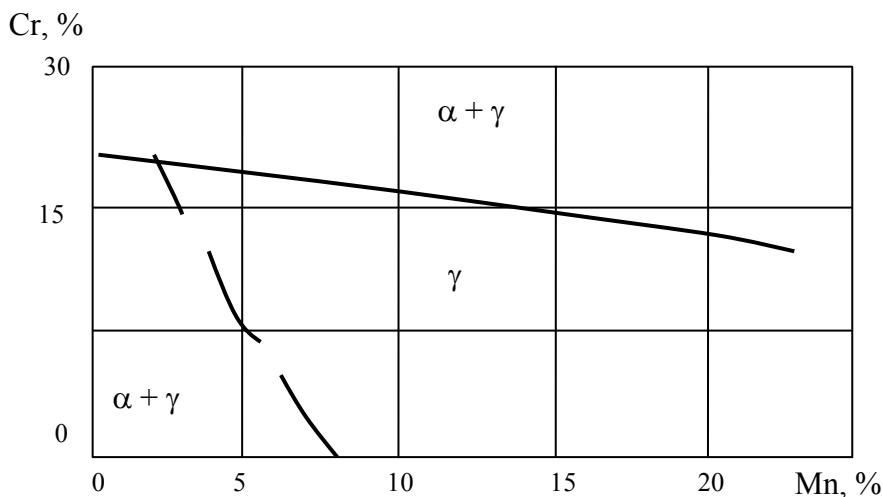


Рис. 1. Вплив хрому і марганцю на фазові перетворення хромомарганцевонікелевої термітної сталі; гартування з 1200 °С, охолодження у воді

Результати дослідження фізичних і механічних властивостей хромомарганцевонікелевої термітної сталі X14Г14НЗТ показано в табл. 1 і 2. При порівнянні механічних властивостей термітної і промислової сталей помічено збільшення її міцності (8–10 %), пластичності (3–5 %) і ударної в'язкості (7–9 %). Очевидно, що це пов'язано із до розкислення сплаву алюмінієм, що входить у склад металотермічної шихти і роздрібненням структури сталі. Виявлено у центральній частині 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.

Таблиця 1. Фізичні властивості термітної сталі X14Г14НЗТ

Густина, γ , кг/м ³ , $\times 10^3$	Коефіцієнт теплового розширення, $\alpha \times 10^{-6}$, К ⁻¹					Коефіцієнт тепло- провідності (k), Вт/м К	Питомий опір (ρ), $\times 10^{-7}$, Ом·м	Модуль пружності (E), ГПа	Магнітна проникність (μ), Гс/Е	Окалиностійкість, °С
	20–100	100–200	200–300	300–400	400–500					
7,9	16,2	16,9	17,6	20,8	20,9	38	0,78	199	1,05	710

Таблиця 2. Механічні властивості термітної сталі X14Г14НЗТ

Границя міцності (σ_b)	Умовна границя текучості при допуску на пластичну деформацію 0,2 % ($\sigma_{0,2}$)	Відносне видовження, (δ_5)	Відносне звуження (ψ)	Твердість за Брінелем (НВ)	Ударна в'язкість (a_n), МПа
МПа		%			
660	240	410	50	230	0,12

Продовження досліджень було направлено на встановлення впливу температури на механічні властивості термітної сталі. Результати проведених дослідження показано на рис. 2. Температурний інтервал встановленого впливу знаходився у межах від -196 до 1100 °С. При цьому вдалося виявити зростання σ_b і $\sigma_{0,2}$ при низьких температурах, що може бути пояснено руйнуванням матеріалу за відомою схемою А.Ф. Йоффе [8].

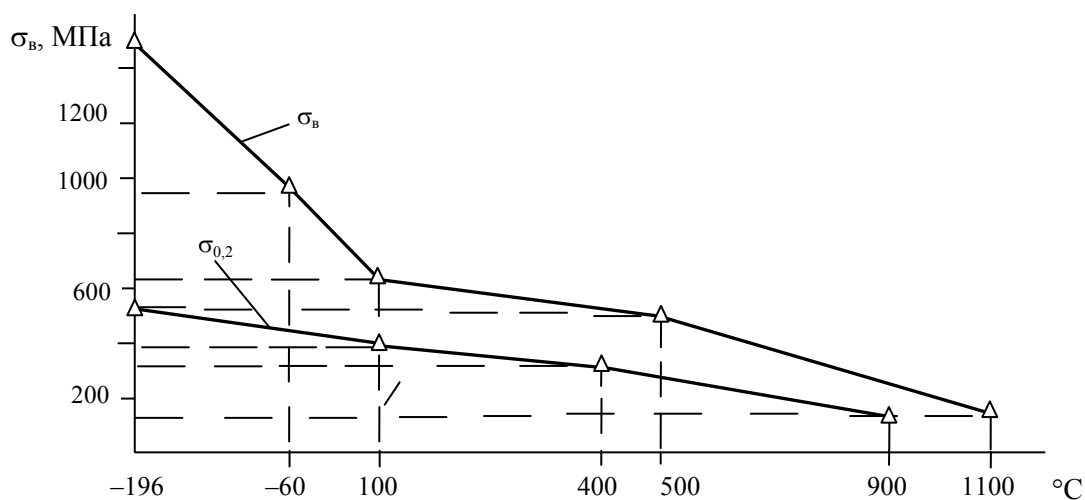


Рис. 2. Залежність механічних властивостей термітної сталі X14Г14НЗТ

При збільшенні температури випробування з 100 до 1100 °С спостерігалось плавне зменшення міцності досліджуваної термітної сталі. Одночасно виявлено, що ударна в'язкість сталі суттєво зменшується в інтервалі температур 100 – 1100 °С (майже в 2 рази) і складає $0,2$ МДж/м², а в інтервалі температур від -196 до 20 °С — $0,1$ МДж/м² (випробування виконували за КСУ).

Аналіз встановлених величин відносної пластичності і відносного зменшення перерізу зразків з термітної сталі дозволяє виявити, що при зміні температури від -60 до 1000 °С значення ψ змінюється від 62 до 74 %, в той же час в інтервалі температур 1000 ... 1100 °С ця зміна складає від 74 до 85 %. Значення δ спочатку послідовно збільшується до 50 % при -60 °С, надалі зменшується до свого мінімального значення 41 % при 550 °С і у подальшому зростає до 53 % при 850 °С. При збільшенні температури δ послідовно зменшується.

Таким чином особливістю термітної сталі Х14Г14Н3Т є стабільна аустенітна структура з незначним вмістом карбідів до 2–3 % за об'ємом та комплексом задовільних механічних властивостей, які міняються за встановленими у роботі залежностями.

Висновки: 1. Встановлено, що металотермічні методи синтезу матеріалу цілком придатні для синтезу хромомарганцевонікелевої 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 σ_b , $\sigma_{0,2}$, a_n , ψ , δ від температури.

Література

1. Лякишев, Н.П. *Алюминотермия [Текст] / Н.П. Лякишев. – М.: Металлургия, 1987. – 422 с.*
2. Жигуц, Ю.Ю. *Сплавы, синтезованные металотермией и СВС-процессами [Текст]: моногр. / Ю.Ю. Жигуц. – Ужгород: Гражда, 2008. – 276 с.*
3. Жигуц, Ю.Ю. *Синтез термитных кавитационностойких сталей [Текст] / Ю.Ю. Жигуц // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 1/5 (61). – С. 4–6.*
4. Жигуц, Ю.Ю. *Технология отримання термитних суднобудівних сталей [Текст] / Ю.Ю. Жигуц // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: зб. наук. пр. – 2012. – № 3 (28). – С. 283–286.*
5. Жигуц, Ю. *Ресурсозберігаюча технологія термитного зварювання сталевих деталей [Текст] / Ю. Жигуц, В. Лазар // Вісник ТДТУ. – 2009. – Т. 14, № 4. – С. 94–98.*
6. Жигуц, Ю.Ю. *Методика розрахунку складу екзотермічних шихт на основі термохімічного аналізу [Текст] / Ю. Жигуц, В. Широков // Машинознавство. – 2005. – № 4. – С. 48–50.*
7. Горский, В.Г. *Планирование промышленных экспериментов [Текст] / В.Г. Горский, Ю.П. Адлер. – М.: Металлургия, 1974. – 264 с.*
8. Золоторевский, В.С. *Механические свойства металлов [Текст] / В.С. Золоторевский. – М.: Металлургия, 1983. – 352 с.*

© Ю.Ю. Жигуц

Ю.Ю. Жигуц, д.т.н., проф.

ГВУЗ «Ужгородский национальный университет»

ТЕХНОЛОГИЯ СИНТЕЗА ХРОМОМАРГАНЦЕВОНИКЕЛЕВОЙ ТЕРМИТНОЙ СТАЛИ Х14Г14Н3Т

В работе представлены результаты исследования хромомарганцевоникелевой стали Х14Г14Н3Т, полученной металлотермическим способом. Предложено применение разработанного состава металлотермической шихты, который позволяет не только получать определенный химический состав сплава, но и структуру, физические, механические и служебные свойства стали. При этом одновременно используются основные преимущества металлотермического синтеза, а именно возможность получать отливки в местах, удаленных от источников электроэнергии, при отсутствии промышленного оборудования. Синтезированный материал может использоваться при экстренном изготовлении заготовок литьем.

Ключевые слова: термитная сталь, металлотермия, структура, физические, механические и служебные свойства.

Yu.Yu. Zhiguts, Doctor of Technical Sciences, Professor

Uzhgorod National University

THE TECHNOLOGY OF SYNTHESIS CHROME-MANGANESE-NICKEL THERMITE STEELS MARKS «X14Г14Н3Т»

In this papers was analyzed the results of research of the chrome-manganese-nickel thermite steels marks «X14Г14Н3Т», where produced by metallothermic method using. The compo-

sition 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 of steels. 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.

Keywords: *thermite steel, metallothermy, structure, physical, mechanical and service properties.*

УДК 621.9.048

С.Н. Ясуник, к.т.н., доц., И.М. Левинская, асп., А.С. Зуев, асп.

Восточноукраинский национальный университет им. Владимира Даля

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ АБРАЗИВА

В статье представлены результаты исследования производительности обработки сложнопровольных деталей псевдоожигенным слоем абразива при введении в установку дополнительных трубопроводов.

Ключевые слова: *обработка, абразив, дополнительный трубопровод.*

Введение. Вопросы финишной обработки сложнопровольных деталей в настоящее время являются актуальными. Применение для них классических методов финишной обработки практически невозможно, поэтому большое распространение получили методы обработки деталей свободными абразивами. Одним из таких методов является метод обработки деталей псевдоожигенным слоем абразива (ПСА), который заключается в создании кипящего (псевдоожигенного) абразивного слоя, в который погружают обрабатываемую заготовку, вращающуюся либо имеющую какое-либо другое сложное движение [1–4]. Использование кипящего слоя абразивных зерен как своеобразного режущего инструмента, обладающего высокой степенью текучести, может обеспечить обработку сложнопровольных поверхностей за счет контакта инструмента с поверхностью сложной формы [3, 4].

Одним из способов интенсификации процесса обработки ПСА таких деталей является введение в установку дополнительных трубопроводов, позволяющих создавать направленные потоки газоабразивной взвеси в область затененных участков обрабатываемых поверхностей [5].

Целью данной работы являлось изучение возможности повышения производительности обработки сложнопровольных деталей ПСА за счет введения в установку дополнительных трубопроводов.

Методика эксперимента. Для проведения данных исследований в НИЛ «ОСА» Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля был изготовлен экспериментальный стенд ТУ-9, который представляет собой рабочую камеру в виде прямоугольного параллелепипеда. В нижней части рабочей камеры устанавливаются газораспределительные решетки. В верхней части камеры располагается фильтр. В качестве псевдоожигающей среды используется воздух, подача которого в камеру осуществляется промышленным роторным компрессором. В качестве рабочей среды в экспериментальных исследованиях использовался карбид кремния черный марки 14А зернистостью F36.