

ТЕРМІТНІ ЛИВАРНІ НЕРЖАВІЮЧІ СТАЛІ АУСТЕНІТНО-ФЕРИТНОГО КЛАСУ

Ю. Ю. Жигуц, *д-р техн. наук, професор;*
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,
вул. Підгірна, 46, Ужгород, 88000, Україна;
E-mail: yuzhiguts@gmail.com

В роботі проаналізовано технологію металотермічного отримання термітних нержавіючих сталей аустенітно-феритного класу. Запропоновано використання розробленого складу екзотермічної шихти для синтезу сталей вказаного класу, що дозволяє не тільки отримувати завданий хімічний склад сталі, але і потрібну структуру, механічні та службові властивості. При цьому одночасно використовують основні переваги металотермічного синтезу, а саме можливість отримувати відливки в місцях, віддалених від джерел електроенергії, при відсутності промислового устаткування. Розроблена технологія може застосовуватися при зварюванні заготовок, ремонті деталей і нанесенні покриттів.

Ключові слова: термітні сталі, металотермія, механічні і службові властивості.

ВСТУП

Хромонікелеві сталі з малим вмістом нікелю використовують для виготовлення виробів стійких проти дії корозії. Прикладом таких сталей можуть служити дедалі більш використовувані промислові марки X22H5T, X21H5T, X21H6M2T, X18H2Г8T та ін. Сталі даного класу мають занижений вміст нікелю і збільшений вміст хрому, що надає їм аустенітно-феритної структури.

Відомо, що співвідношення фаз у сталях подвійного аустенітно-феритного класу залежить від хімічного складу сталі, від режимів термічної обробки, від температури заливки у форму і може коливатися у значних межах.

У багатьох працях [1,2,3] розробляють металотермічні методи синтезу матеріалів, які відрізняються від промислових методів перевагами при застосуванні їх у відповідних умовах. Це насамперед, можливість синтезувати матеріали завданого хімічного складу при відсутності потужних джерел електроенергії, складного ливарного обладнання (печей і розливних ковшів) та апаратів для хімічного синтезу (автоклавів), висока швидкість і продуктивність процесу, простота технологічного впровадження у виробництво.

Організація технологічних процесів на основі комбінованих реакцій при використанні високотемпературного горіння металотермічної суміші дозволяє синтезувати широкий спектр ливарних сплавів.

МЕТА РОБОТИ

Встановити можливість синтезування металотермічними методами двофазних нержавіючих сталей аустенітно-феритного класу та виявити особливості їх властивостей для найоптимальнішого використання сплаву при отриманні виливків.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Суть металотермічних реакцій полягає у відновленні з оксиду металом з більшою хімічною активністю металу з меншою активністю. Зрозуміло, що екзотермічна взаємодія елементів відбувається у тому випадку, коли в результаті реакції утворюються оксиди з більш високою

термодинамічною стійкістю. На алюмінотермічне відновлення металів і сплавів найсуттєвіше впливають властивості компонентів, що містяться у металотермічній шихті, їх агрегатний стан, співвідношення між компонентами, схеми підпалювання та ін. Механізм алюмінотермічної 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 мливо 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; 40–50 Fe₂O₃; 50–60 FeO, решта – ін.

Порошкову шихту просушували, перемішували і розміщували у внутрішній камері металотермічного реактора [1]. У подальшому металотермічну шихту підпалювали. Ініціювання процесу горіння виконували спеціальним термітним сірником. Реакція за кілька секунд поширювалася на весь об'єм шихти. Температура реакції сягала 2100°C. 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 легуючих елементів у сталі, а далі проводили корекцію хімічного складу шихти, що дозволило отримати литі заготовки у дослідно-промислових умовах.

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

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

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Особливістю термітних сталей подвійного аустенітно-феритного класу, що відмічалось на протязі всього комплексу проведених досліджень, є високе значення границі текучості і міцності при збереженні пластичності і опору дії ударним навантаженням на задовільному рівні.

Термітні сталі вказаного класу, як і їх промислові аналоги мають високу корозійну стійкість у більшості агресивних середовищ. Крім цього означені термітні сталі можуть успішно замінювати промислові нержавіючі високолеговані сталі Х18Н9Т, Х18Н10Т, Х17Н13М2Т.

Порівняльні дані корозійної стійкості термітних і промислових корозійних сталей показано на рис. 1.

Цілком зрозуміло, що стабільність механічних властивостей термітних двофазних сталей можна досягти тільки при чіткому дотриманні хімічного складу, тому що в них навіть невідчутні для сталей інших класів відхилення призводять до суттєвої зміни фазового складу. Особливо цей вплив відчутних при зміні у сталі вмісту таких легуючих елементів як Ni і Ti.

Результати дослідження зміни механічних властивостей термітної сталі Х21Т від вмісту Ni показано на рис. 2 і 3.

При проведенні експериментальних робіт з дослідження термітних двофазних нержавіючих сталей аустенітно-феритного класу виявлена їх схильність до окрихчування при нагріві від 350 до 700°C.

Рисунок 1 – Залежність корозії термітних сталей від дії азотної кислоти нагрітої до 60°C при випробуваннях на протязі 100 год.: 1 – термітний аналог X18H9T; 2 – X22H5T, 3 – X21H5T

Рисунок 2 – Залежність a_n , σ , $\sigma_{0,2}$ (а) та (б) для термітної сталі X21T від вмісту нікелю

Вказані термітні нержавіючі сталі покращували свої технологічні властивості прямопропорційно температурі нагріву сталі при пластичному деформуванні, що пов'язано із збільшенням вмісту фериту у структурі аж до 90 % (за об'ємом) при 800°C (наприклад для термітної сталі X18Г8Н2Т). Саме тому це покращення технологічних властивостей обмежується можливістю структурних змін у сталі. Крім цього високі температури призводять до збільшення балу зерна і, як наслідок, до зменшення пластичності в інтервалі 350-700°C.

Додаткові дослідження виявили залежність ударної в'язкості термітної сталі X22H5T від вмісту нікелю і температури відпуску при витримці 10 год. після гартування з 1280°C.

Аналіз отриманих даних дозволяє стверджувати, що збільшення вмісту нікелю призводить до підвищення ударної в'язкості сплаву, що скоріш за все пов'язано не тільки із збільшенням вмісту легованого фериту і аустеніту, але також із збільшенням об'єму фази легованого аустеніту (рис. 3).

Рисунок 3 – Залежність ударної в'язкості сталі X22H5T від вмісту нікелю і температури витримки: 1 – при 5,0% Ni; 2 – при 5,5% Ni; 3 – при 6,0% Ni; 4 – при 6,5% Ni

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що металотермічні способи успішно можна використовувати для отримання термітних двофазних нержавіючих сталей аустенітно-феритного класу.

2. Виявлені механічні властивості термітних сталей, аналогів промислових марок X18H9T, X22H5T, X21H5T, а саме a_n , σ , $\sigma_{0,2}$, та досліджена зміна їх у залежності від вмісту нікелю у сплаві.

3. Встановлена залежність корозії термітних сталей при дії азотної кислоти.

4. Досліджена залежність ударної в'язкості термітної сталі від вмісту нікелю.

THE FOUNDRY THERMITE STAINLESS STEEL OF THE AUSTENITE-FERRITE CLASS

Yu.Yu. Zhiguts
Uzhgorod National University,
46 Pidgirna Str., 88000 Uzhgorod, Ukraine;

E-mail: yuzhiguts@gmail.com

This paper analyses the technology of metallothermic synthesis of a thermite stainless steels austenitic-ferritic class. The use of the developed exothermic charge that can not only get the set chemical composition of steel, but also the structure, mechanical and service properties. At the same time used the main advantages metallothermic synthesis, namely the ability to receive castings at locations distant from the sources of power in the absence of industrial equipment. The technology can be used for welding workpieces, repair parts and coating.

Key words: thermite steel, metallothermic, mechanical and service properties.

ТЕРМИТНЫЕ ЛИТЫЕ НЕРЖАВЕЮЩИЕ СТАЛИ АУСТЕНИТО-ФЕРРИТНОГО КЛАССА

Ю. Ю. Жигуц,
ГВУЗ «Ужгородский национальный университет»,
ул. Подгорная, 46, Ужгород, 88000, Украина;
E-mail: yuzhiguts@gmail.com

В работе проанализирована технология металлотермического получения термитных нержавеющей сталей аустенитно-ферритного класса. Предложено использование разработанного состава экзотермической шихты для синтеза сталей названного класса, что позволяет не только получать требуемый химический состав стали, но и необходимую структуру, механические и служебные свойства. При этом одновременно используют основные преимущества металлотермического синтеза, а именно возможность получать отливки в местах, удаленных от источников электроэнергии, при отсутствии промышленного оборудования. Разработанная технология может использоваться при сварке заготовок, ремонте деталей и нанесении покрытий.

Ключевые слова: термические стали, металлотермия, механические и служебные свойства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Жигуц Ю. Ю. Сплавы, синтезовані металотермією і СВС-процесами (монографія) / Ю. Ю. Жигуц. – Ужгород : Гражда, 2008. – 276 с.
2. Жигуц Ю. Ресурсозберігаюча технологія термітного зварювання сталевих деталей / Ю. Жигуц, В. Лазар // Вісник ТДТУ. – 2009. – Т. 14, № 4. – С. 94-98.
3. Жигуц Ю. Ю. Синтез и свойства литых карбидных сплавов / Ю. Ю. Жигуц // Металловедение и термическая обработка металлов. – М.: МИТОМ, 2009. – № 3. – С. 26-29.
4. Жигуц Ю. Ю. Materiály VII mez národní vědecko-praktická konf. “V deky pokrok na prelomu tysyachalety” / Жигуц Ю. Ю., Чернега Д. Ф., Левдар Е.Е // Dil 15. Technickév dy. – 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 / Ю. Ю. Жигуц, Д. Ф. Чернега, В. Ф. Лазар // Науковий вісник Мукачівського державного університету. Журнал наукових праць. – 2012. – № 12 (7). – С. 5-12.
6. Планирование промышленных экспериментов / В. Г. Горский, Ю. П. Адлер. – М.: Металлургия, 1974. – 264 с.

Надійшла до редакції 25 грудня 2012 р.