

УДК 549.234:546.6

Ю.Ю. Жигуц, д-р техн. наук, проф.,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна
Тел.: +38 (0312) 671700; E-mail: yuzhiguts@gmail.com

ТЕХНОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ТЕРМІТНИХ КРЕМЕНИСТИХ ЧАВУНІВ

В роботі проаналізовано технологію отримання кременистих термітних чавунів. Запропоновано використання розробленого складу шихти, що дозволяє не тільки отримувати завданий хімічний склад сплаву, але і прогнозувати його структуру, механічні і службові властивості. При цьому одночасно використовуються переваги металотермічного синтезу, а саме можливість отримувати відливки в місцях, віддалених від джерел електроенергії, промислового устаткування. Розроблена технологія може використовуватися при терміновому зварюванні заготовок, ремонті деталей і нанесенні покриттів.

Ключеві слова: чавун, металотермія, кременисті чавуни, терміт, фізико-механічні і службові властивості.

Вступ

Кременистий термітний чавун останнім часом знаходить все більше застосування у промисловій практиці у зв'язку з його безпечнішими перевагами. Насамперед, це мала собівартість, високі ливарні властивості, легкість керування структуроутворенням та ін. Але, недослідженість значної частки фізичних, механічних, службових властивостей обмежують його використання у промисловій практиці. З цієї точки зору особливу увагу викликає проблема впливу легуючих елементів на структуроутворення термітних кременистих чавунів, а як наслідок і на їх властивості.

Кременисті термітні чавуни використовують для виготовлення різноманітних деталей, що працюють в умовах дії високих температур. При цьому чавун з пластинчастим графітом застосовують для роботи при температурах $\sim 800^{\circ}\text{C}$, а з кульковим – до 900°C . Кременистий термітний чавун для виготовлення частин деталей голчастих рекуператорів, рамок дверцят печей, дистанційних гребінок, кронштейнів, підвісок, кінцевиків, відбивачів та інших деталей, в тому числі складної форми, навіть таких, як деталі змішувача газової турбіни.

Використання металотермічних методів синтезу матеріалів для отримання чавунів, дозволяє не тільки виготовляти деталі литвом, але і прогнозувати структуру синтезованих чавунів та використовувати їх для термітного зварювання, ремонту і відновлення розмірів зношених поверхонь [1,2]. Крім цього металотермічні методи мають цілий ряд і інших переваг, а саме високу продуктивність процесу, зручність й універсальність оснащення, відсутність потреби у джерелах електроенергії та можливість їх застосування при терміновому отриманні сплаву – час синтезу усього 30-60 секунд. Суттєві переваги термітного способу синтезу і зараз викликають до нього цілком заслужений інтерес.

Поставлена проблема

Аналіз способів термітного синтезу виявив проблему, яка полягає у вдосконаленні організації способу отримання, ремонту і відновлення розмірів деталей при виготовленні виливків з залізуглецевих матеріалів. Ця технологія повинна легко, економічно й швидко дозволяти отримувати кременистий термітний чавун.

Мета роботи

Встановлення можливості отримувати якісний кременистий термітний чавун металотермічним способом із застосуванням зручного дешевого обладнання,

розроблення відповідного складу шихти, а також встановлення фізико-механічних і службових властивостей та особливостей синтезованого сплаву.

Матеріали і методика проведення експерименту

Суть металотермічних реакцій полягає у відновленні металом з більшою хімічною активністю металу з меншою активністю із 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 шихті, їх агрегатний стан, співвідношення компонентів, схеми підпалювання та ін. Механізм алюмінотермічної взаємодії головним чином описаний у роботах [1,3].

Для визначення маси металевого зливка на першому етапі дослідження проводили мікроплавлення при масі шихти 250–300 г з різним процентним співвідношенням компонентів у суміші. Ініціювання процесу горіння виконували спеціальним термітним сірником. Використані матеріали: сажа ацетиленова (технічний вуглець ТУ 14-7-24-80), порошок алюмінієвий ПА-3–ПА-4 ГОСТ 6058-73, просіяне мливо алюмінієвої стружки та ін. Порошкову шихту просушували, перемішували і розміщували у внутрішній камері металотермічного реактора. Надалі металотермічну шихту підпалювали. Реакція за кілька секунд поширювалася на весь об'єм шихти. Температура реакції сягала 2500°C. Головна умова такого металотермічного процесу – необхідно, щоб реальна температура горіння шихти була вища від температури плавлення шлаку [4-6]. Здешевлювали собівартість виготовлення шихти, замінивши алюмінієвий порошок на мливо алюмінієвої стружки. Корекція хімічного складу шихти дозволила отримувати заготовки у дослідно-промислових умовах.

Теоретичні і експериментальні дослідження

Як відомо кремній відноситься до числа найбільш активних елементів, що впливають на процес графітизації у чавуні. Із збільшенням вмісту *Si* зменшується кількість перліту у чавуні і зростає вміст фериту, а починаючи з вмісту понад 5% металічна матриця термітного чавуну стає повністю феритною. Крім цього кремній сприяє утворенню щільних оксидних плівок, які складаються з оксидів заліза і кремнію, що приводять до підвищення жаростійкості чавуну. Невелика твердість термітних кременистих чавунів забезпечує добру оброблюваність виливків різанням.

За аналогією до стандарту промисловості при синтезі термітних чавунів отримували дві марки кременистих чавунів з пластинчастою і кульковою формами графіту. Термітний чавун з пластичним графітом має феритну структуру, але його легування призводить до появи перлітної структури. Наприклад, легування 0,4-0,9% *Cr* дозволяє отримати 9-13% перліту (за об'ємом). При легуванні 1,5% *Cr* ферит з структури зникає взагалі. Наступне збільшення вмісту *Cr* починаючи з 1,5% призводить не тільки до утворення перлітної матриці, але і до появи цементиту. У цілому це погіршує властивості термітного чавуну у порівнянні з властивостями звичайного сірого промислового чавуну (табл. 1). Значний вміст кремнію (понад 6,5%) призводить до суттєвого зменшення міцності синтезованого чавуну.

Одночасно, при проведенні експериментальної частини роботи встановлювалися фізичні властивості термітних кременистих чавунів з пластинчастим графітом (табл. 2).

Навіть незначні присадки хрому і марганцю покращують окалиностійкість чавуну, а при збільшенні ступеню евтектичності, тобто при однаковому вмісті кремнію окалиностійкість менша у чавуна з більшим вмістом вуглецю. Окалиностійкість термітного чавуна визначається збільшенням маси взірців, випробуваних при 900°C.

Окалиностійкість термітного чавуна визначається збільшенням маси взірців, випробуваних при 900°C і зведена у табл. 3.

Таблиця 1. Хімічний склад і механічні властивості кременистого термітного чавуну

№ з/п	Хімічний склад, %						a _b , МПа при 20°C	НВ	σ _b , МПа при 800°C	δ, %	ψ, %
	C	Si	Mn	P	S	Cr					
з пластинчастим графітом											
1	2,62	5,5	0,75	0,16	0,061	-	11,7	160-165	1,7	-	-
2	2,81	5,60	0,75	0,21	-	1,26	8,8	190-205	1,51	-	-
з кульковим графітом											
3	2,61	5,87	0,82	0,21	0,03	-	22,7	280-320	4,7	31,4	61,5
4	2,58	5,03	0,79	0,18	0,02	0,83	21,0	280-330	5,5	32,1	54,4

Таблиця 2. Фізичні властивості термітного кременистого чавуну з пластинчастим графітом

Температура, °C	λ, Дж/мм сек. °C	R, ом·мм·10 ⁻⁵	Температура, °C	λ, Дж/мм сек. °C	R, ом·мм·10 ⁻⁵
100	0,02712	111	400	0,03013	184,12
200	0,031172	123	500	0,02117	197,3
300	0,02900	127	600	0,02101	209,6

Таблиця 3. Окалиностійкість термітного кременистого чавуна випробуваного при 900°C

№ з/п	Вид чавуна	Збільшення маси при окислюванні, г/м ³ ·10 ³	Час випробування, год.
1	Сірий чавун	0,71	60
		2,17	90
		2,84	120
2	Термітний чавун з вмістом 5,5 % Si	0,43	60
		1,14	90
		1,32	120
3	Термітний чавун з вмістом 5,5 % Si	0,31	60
		0,68	90
		0,82	120

Збільшення маси кременистого термітного чавуну з пластинчастим графітом при 900°C і у залежності від вмісту кремнію знаходиться у межах 0,31...0,85%, що майже в 3,5 рази менше збільшення маси сірого чавуну.

Процес окислення кременистого термітного чавуну з кульковим графітом відрізняється від окислення чавуну з пластинчастою формою графіту тим, що оксидна плівка утворена на поверхні виробів першого, виявилася дуже щільною, без жодних ознак зовнішніх порушень щільності. Повна ізоляція в металічній основі графітових включення кулькової форми повністю припиняє вільний доступ окислювальної атмосфери. Отже, після утворення оксидної плівки процеси подальшого окислення стають дифузійними, тоді як у чавуні з пластинчастим графітом, поруч з дифузійними процесами окислення за рахунок проникнення у глибину метала атомів метала і кисню (за включеннями пластинчастого графіту) проходять процеси безпосередньої хімічної взаємодії металу з окислювальним середовищем. Окалиностійкість чавуна з пластинчастим графітом при однакових умовах експлуатації значно менша, ніж у чавуна з кульковим графітом.

Висновки та практичні рекомендації

1. В результаті проведення металотермічної реакції вдалося отримати термітний кременистий чавун, використовуваний при високих температурах. 2. Розроблено склад шихти для синтезу вищезазначеного термітного чавуну. 3. Досліджено фізико-механічні і службові (окалиностійкість) властивостей синтезованого сплаву. 4. Збільшення маси кременистого термітного чавуну при 900°C і 3,5 рази менше ніж у сірого чавуну. 5. Встановлено вплив основних легуючих елементів, в тому числі і карбідоутворюючих, на зменшення окалиностійкості.

Список літератури:

1. Жигуц Ю. Ю. Сплави, синтезовані металотермією і СВС-процесами: монографія / Жигуц Ю. Ю. — Ужгород: Гражда, 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. — 2009. — № 3. — С. 26–29.
4. Жигуц Ю.Ю. Відбілені спеціальні термітні чавуни / Жигуц Ю.Ю. // Металл и литье Украины. — 2008. — №11–12. — С. 9–11.
5. Жигуц Ю.Ю. Синтез термітних суднобудівних сталей / Жигуц Ю.Ю., Чернега Д.Ф., Левдар Е.Е. Materiály VII mezinárodní vědecko-praktická konf. “Vědecky pokrok na prelomu tysyachalety”. — Díl 15. Technické vědy. — Praha: Publishing House “Education and Science” s.r.o., 2011. — С. 43-45.
6. Жигуц Ю.Ю. Термітний антифрикційний чавун / Жигуц Ю.Ю., Кундрик Т.Т., Косюк Л.І. // Материали за 7 межд. науч. практ. конф. [«Образование и наука на XXI век»]. — София: Бял ГРАД-БГ ООД, 2011. - Т. 17: Технологии. – 2011. – С. 3–6.
7. Жигуц Ю. Ю. Технология производства термитного высокопрочного чугуна / Ю. Ю. Жигуц // Прогресивні технології і системи машинобудування: міжн. збірн. наук. праць. - 1,2 (43). — 2012. — С. 142–147.

Надійшла до редакції 07.12.2012.

Ю.Ю. Жигуц

ТЕХНОЛОГИЯ СИНТЕЗА ТЕРМИТНЫХ КРЕМНИСТЫХ ЧУГУНОВ

В работе проанализировано технологию получения кремнистых термитных чугунов. Предложено использование разработанного состава шихты, который позволяет не только получать заданный химический состав сплава, но и прогнозировать структуру, механические и служебные свойства. При этом одновременно используются преимущества металлургического синтеза, а именно возможность получать отливки в местах, отдаленных от источников электроэнергии, промышленного оборудования. Разработанная технология может использоваться при срочном сваривании заготовок, ремонте деталей и нанесении покрытий.

Ключевые слова: чугун, металлотермия, кремнистые чугуны, термит, физико-механические и служебные свойства.

Yu.Yu. Zhiguts

THE TECHNOLOGY OF SYNTHESIS OF THERMITE SILICEOUS CAST-IRONS

The paper analyzes the technology of obtaining siliceous thermite cast-irons. The use of the developed composition allows using the given chemical and also predicting the forecast structure, mechanical and official properties. Thus we should take into account the advantage of metallothermic synthesis when it is possible to get foundings in places, remote from the sources of electric power and industrial equipment. This technology can be used for the urgent welding of purveyances, component overhaul and causing coverage of surface.

Key words: cast-irons, metallothermic, siliceous cast-irons, thermit, physical, mechanical and official properties.