

В роботі показано основні шляхи вирішення проблеми отримання кавітаційностійких сталей, розглянуто області використання термітних кавітаційностійких сталей. Синтезовано термітні сталі, проаналізовано результати дослідження їх механічних та службових властивостей

Ключові слова: металотермічний синтез, кавітаційностійка сталь, властивості

В работе показаны основные пути решения проблемы получения кавитационностойких сталей, рассмотрены области использования термитных кавитационностойких сталей. Синтезированы термитные стали, проанализированы результаты исследования их механических и служебных свойств

Ключевые слова: металотермический синтез, кавитационностойкая сталь, свойства

СИНТЕЗ ТЕРМІТНИХ КАВІТАЦІЙНО-СТІЙКИХ СТАЛЕЙ

Ю. Ю. Жигуц

Доктор технічних наук, професор
Кафедра технології машинобудування
Ужгородський національний університет
вул. Підгірна, 46, м. Ужгород, Україна, 88000
Контактний тел.: (0312) 67-17-00
E-mail: yuzhiguts@gmail.com

1. Вступ

Відомо, що в промисловості для виготовлення лопаток турбін й інших деталей, що працюють у рідинах при високих частотах обертання ротора розроблено окремий клас кавітаційностійких сталей. Найчастіше з цього класу використовують сталь 30X10Г10, яка відрізняється високими характеристиками в умовах кавітаційної ерозії та інших варіантів мікроударного зношування [1]. Використання ж металотермічних методів синтезу матеріалів для отримання кавітаційностійкої сталі, дозволяє не тільки виготовляти виливки, але і використовувати синтезований матеріал для термітного зварювання, ремонту і відновлення розмірів зношених поверхонь [2, 3]. Крім цього металотермічні методи мають цілий ряд переваг, а саме високу продуктивність процесу, зручність й універсальність оснащення, відсутність потреби у потужних джерелах електроенергії та можливість їх застосування при терміновому отриманні сплаву (час синтезу триває всього 30...60 секунд). Поєднання металотермічного способу отримання сталі і відомі вже властивості кавітаційностійкої сталі 30X10Г10 поставило завдання – дослідити можливість отримання кавітаційностійкої сталі металотермічним способом із застосуванням зручного дешевого обладнання, розроблення відповідного складу шихти, а також встановлення фізико-механічних і службових властивостей та особливостей синтезованого сплаву.

2. Матеріали і методика проведення експерименту

При взаємодії алюмінію з оксидами металів виділяється багато тепла, внаслідок цього температура суміші-реагента сягає 2400°C. Найпоширеніший залізоалюмінієвий терміт, який містить залізну окалину або збагачену залізну руду та порошок алюмінію

використовують для зварювання та при відливанні сталевих і чавунних деталей. Інколи до складу терміту вводять легуючі присадки і флюси [2-4]. Механізм алюмінотермічної взаємодії головним чином описаний у роботах [2, 3].

Для визначення маси металевого зливка на першому етапі дослідження провели мікроплавлення при масі шихти 250...300 г різним процентним співвідношенням компонентів у суміші. Ініціювання процесу горіння проводили 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 просували, перемішували і розміщували у внутрішній камері металотермічного реактора. Здешевлювали собівартість виготовлення шихти, замінивши алюмінієвий порошок на мливо алюмінієвої стружки. Корекція хімічного складу шихти виконувалася за результатами аналізу синтезованого сплаву.

Кількість випробувань з урахуванням заданого ступеня точності та надійності оцінки середнього значення показника матеріалу 98-99 % складала 12 термітних плавень.

3. Теоретична частина

Після встановлення складу металотермічної шихти за стехіометричними коефіцієнтами хімічної реакції та корекції її коефіцієнтами засвоєння, виконували розрахунок адиабатичної температури горіння (T_a) [4]. Головні умови розрахунку – T_a повинна бути вище температури плавлення ($T_{пл}$) продуктів реакції і все тепло витрачається на нагрівання шихти, тобто ентальпії вихідних і кінцевих продуктів однакові.

При спрощеній схемі розрахунку T_a визначали без врахування точних значень теплоємностей, а тепло-

вий ефект встановлювали при середній температурі (наприклад, 2400 К). Зміною ж теплового ефекту, коли продукти реакції знаходяться у рідкому стані, можна знехтувати.

При встановлених значеннях ентальпій продукту горіння T_a розраховували за формулою:

$$T_a = T_{пл} + \frac{Q - L - \Delta H(T_{пл})}{C_{рідк}}, \quad (1)$$

де Q – теплота утворення продукту, L – теплота проєкту реакції.

Помилку, пов'язану із екстраполяцією, оцінювали у сто градусів.

Фази, що утворюються в результаті металотермічного синтезу прогнозувалися за допомогою одного з методів геометричної термодинаміки – Жукова-Жигуца [5].

3. Експериментальна частина

Термітна сталь 30X10Г10 (аналог за хімічним складом промислової) вістила 0,26...0,44% С; 9,5...12% Сг; 7...11% Мп; 0,04% Si і 0,03% Р. При синтезі термітної легованої сталі замість ферохрому для підвищення температури металотермічної реакції та для покращення шлаковідділення використовували оксиди хрому (Cr_2O_3 та CrO_6).

Після синтезу термітної сталі вдалося дослідити механічні властивості та мікроструктуру термітної сталі 30X10Г10 після аустенізації, які вказані в табл. 1 та 2.

Таблиця 1

Механічні властивості термітної сталі 30X10Г10

№ з/п	Охолодження після аустенізації при 1100°C	σ_b	σ_t	δ	ψ	a_n , МПа
		МПа		%		
1	У воді	700-1000	370-490	11-16	14-18	130-250
2	На повітрі	610-670	360-420	7-12	11-17	60-90

Таблиця 2

Вплив швидкості охолодження після аустенізації на ударну в'язкість, твердість та мікроструктуру термітної сталі 30X10Г10

№ з/п	Охолодження з 1100°C	a_n , МПа	НВ	Структура
1	У воді	15,7	230	Легований аустеніт
2	У оливі	11,2	200	
3	На повітрі	10,3	164	Легований аустеніт+легований ферит+карбіди
4	Разом з піччю	8,8	210	

В умовах мікроударних, кавітаційних навантажень термітна сталь 30X10Г10 наклепується значно більше аустенітної сталі X18Н10 і тому відрізняється значно більшою зносостійкістю. Додаткове легування цієї сталі нікелем призводить до стабілізації аустеніту, зменшує її

схильність до наклепування і зносостійкості в умовах мікроударного впливу.

Перші ж дослідження показали, що термітна сталь 30X10Г10 має задовільну зварюваність. У зв'язку з підвищенням її схильності до наклепування її механічна обробка ускладнюється і вимагає використання твердосплавного різального інструменту. Встановлено також, що ця сталь має високу рідкотекучість, значно більшу ніж у литій вуглецевої сталі (приблизно в два рази), що вказано у табл. 3.

Таблиця 3

Рідкотекучість термітної сталі 30X10Г10

№ з/п	Температура рідкої сталі, °C	Показник рідкотекучості, мм	
		30X10Г10	У8
1	1430	435	-
2	1450	520	-
3	1500	680	300
4	1550	760	570

Одночасно виявлено для неї підвищену лінійну усадку (2-3%) та схильність до утворення гарячих тріщин. Останнє особливо суттєво починає проявлятися при збільшеному вмісті вуглецю, сірки або фосфору.

Для підвищення стійкості футерівки і формувальних матеріалів при плавленні термітної сталі 30X10Г10 потрібно використовувати лужне середовище футерівки, що одночасно дозволяє запобігти зневугльцюванню, зменшенню вмісту марганцю і призводить до збільшення вмісту кремнію.

4. Висновки

1. Встановлено мікроструктуру та механічні властивості термітної сталі 30X10Г10.
2. Розроблено технологію синтезу термітної сталі 30X10Г10 та визначено хімічних склад шихти для синтезу вказаної сталі.
3. Виявлені технологічні властивості сталі та її особливості, а саме ливарні властивості та вплив на структуру окремих легуючих елементів.

Література

1. Богачев, И. Н. Кавитационное разрушение и кавитационностойкие сплавы [Текст] : научное издание [Текст] / И.Н. Богачев. – М.: Металлургия, 1972. – 189 с.
2. Жигуц, Ю.Ю. Сплавы, синтезовани металотермією і СВС-процесами (монографія) [Текст] / Жигуц Ю.Ю. – Ужгород: Гражда, 2008. – 276 с.
3. Жигуц, Ю. Ю. Синтез термітних суднобудівних сталей [Текст] / Жигуц Ю. Ю., Чернега Д. Ф., Левдар Е. Е. // Materiály VII mezinárodní vědecko-praktická konf. “Vědecký pokrok na prelomu tysyačolyty”. Dil 15. Technické vědy: – Praha. Publishing House “Education and Science” s.r.o. – 2011. – С. 43-45.

4. Методика розрахунку складу екзотермічних шихт на основі термохімічного аналізу [Текст] / Жигуц Ю., Широков В. // Машинознавство. – Львів. – 2005. – №4. – С. 48-50.
5. Жигуц, Ю. Ю. Обчислення характеру фазових діаграм із використанням методів геометричної термодинаміки [Текст] / Жигуц Ю. Ю. // Тези доп. міжн. наук. конф. „Фізика конденсованих систем та прикладне матеріалознавство”. Львів: НУ „Львівська політехніка”. 2007. – С. 16.

Abstract

The present paper the basic solutions to the problem of obtaining cavitation-resistant steels examined the use of thermite steels, the benefits of combining thermite steels with metallothermic methods of getting is showed. The advantages of metallothermic synthesis methods include: autonomy of processes, independence of energy sources, simplicity of equipment, high-performance process and easy transition from experimental research to industrial production. The need to developed the technology of synthesis thermite cavitation-resistant steels, as a result of aluminothermic reactions and establishment of technological features' of synthesis it all led. At the first phase of the study of chemical composition of the synthesized cavitation-resistant steels is determined. In continuation of studies microstructure, mechanical and technological tests were performed. Technological features of the synthesis process and the impact of components exothermic reaction were revealed. The result of comprehensive research was the development of fusion technology thermite cavitation-resistant steel "30X10Г10", setting of the charge for the synthesis of the specified steel, revealing the microstructure and mechanical properties of thermite steel "30X10Г10", the research of technological properties of steel, namely the casting of properties and effects on the structure of individual alloying elements.

Keywords: metallothermic synthesis, cavitation-resistant steels, properties

Аналізується ефективний підхід до вибору адекватної фізичної моделі капілярно-пористого середовища на основі орієнтованих волокнистих наповнювачів, що надалі використовується для прогнозування технологічних параметрів одержання виробів з композицій епоксиполімерів, зокрема, в процесах просочування

Ключові слова: структура, модель, капіляр, пори, волокнистий наповнювач

Анализируется эффективный подход к выбору адекватной физической модели капиллярно-пористой среды на основе ориентированных волокнистых наполнителей, которая далее используется для прогнозирования технологических параметров получения изделий из композиций эпоксидных полимеров, в частности, в процессах пропитки

Ключевые слова: структура, модель, капилляр, поры, волокнистый наполнитель

УДК 535.024: 620.168: 678.02: 678.5.059

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ СТРУКТУРИ КАПІЛЯРНО- ПОРИСТОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОСНОВІ ОРІЄНТОВАНИХ ВОЛОКНИСТИХ НАПОВНЮВАЧІВ

О. Є. Колосов

Доктор технічних наук, професор*

Контактний тел.: 067- 446-41-12, (044) 236-95-48

E-mail: a-kolosov@ukr.net; a-kolosov@i.ua

В. І. Сівецький

Кандидат технічних наук, професор*

Контактний тел.: (044) 454-92-77, 050-440-98-95

Л. А. Кричківська*

Контактний тел.: (044) 236-95-48

О. П. Колосова

Науковий співробітник**

Контактний тел.: (044) 236-95-48

*Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

**Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”

пр. Перемоги 37, корпус 19, м. Київ, Україна, 03056