

Наявність високого вмісту алюмінію пояснюється неповним розділенням металу та шлаку при проходженні екзотермічної реакції. Зосередження алюмінію переважає по краях матеріалу та позитивно впливає на корозійну стійкість та триботехнічні властивості. Ідентифікований ванадій імовірно утворюється з оксидів заліза так як він геохімічно наближений до Fe, Mn, Cr, Al, Ti. Присутність ванадію у кількості 0,2 % та більше підвищує стійкість сталі відпуску. Ванадієві сталі характеризуються підвищеною міцністю в нагрітому стані.

Список посилань

1. Копач П.І. Аналіз процесів відходоутворення на виробництвах гірничо-металургійного регіону / П.І. Копач, Д.В. Чілий // Екологія і природокористування. – № 15. – 2012. – с. 118-132.
2. Рудь В.Д. Аналіз кількості утворених відходів машинобудування та металургії на території України / В.Д. Рудь, І.В. Савюк, Л.М. Самчук, Ю.С. Повстяна // Вісник ТНТУ.– Вип. 3(79). – 2015. – С.130–136.

УДК 669.01:621.762:621.89:621.9.048

Роїк Т. А., докт. техн. наук, професор
Віцюк Ю. Ю., канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», iuvitsiuk@gmail.com

Триботехнічні властивості деталей тертя для середньоважких умов експлуатації

Метою роботи є встановлення закономірностей впливу технологічних режимів синтезу на структуру і властивості деталей тертя на основі шліфувальних відходів кулькопідшипникової сталі ШХ15СГ з додаванням твердого мастила CaF₂ для середньоважких режимів експлуатації.

Деталі тертя на основі відходів сталі ШХ15С одержували методом порошкової металургії шляхом пресування та спікання, завдяки якому отримали металографічну структуру, що забезпечила високий комплекс триботехнічних властивостей [1, 2].

Легуючі елементи Si, Mn та Cr, що входять до складу матеріалу, здійснюють позитивний вплив на властивості металевої матриці і всього порошкового композиту з CaF₂ у цілому, що видно з табл. Триботехнічні властивості визначали на повітрі при швидкості ковзання 1 м/с при різних навантаженнях (2–8 МПа) та температурах до 400°C у парі з контртілом із сталі Р18 з твердістю 50–52 HRCe. Випробування проводились на високотемпературній машині тертя ВМТ–1 за схемою торцевого тертя ковзання.

Таблиця 1 – Властивості матеріалів на основі відходів сталі ШХ15СГ+CaF₂

Склад, мас. %	Твердість, НВ, МПа	Ударна в'язкість, Дж/м ²	Міцність при згині, МПа	Гранич. наванта- ження, МПа	Інтенсивність зношування, мкм/км, при t, °C			Коефіцієнт тертя, при t, °C		
					200	300	400	200	300	400
ШХ15СГ+(4–7)CaF ₂	660– 720	540–600	420–460	8,0	28– 31	27– 29	43– 46	0,14– 0,16	0,12– 0,14	0,14– 0,17
ЖГрЗМ15 [2, 6]	700	80–94	290–410	3,0	84	212	470	0,22	0,26	0,29

Дані таблиці 1 показують, що використання шліфувальних відходів сталі ШХ15СГ забезпечує надання матеріалу більш високих фізико-механічних властивостей. Це відбувається внаслідок позитивної дії додатково присутніх у твердому розчині легуючих елементів кремнію та марганцю. Кремній збільшує міцність фериту, сприяючи зростанню твердості, та значно підвищує жаростійкість матеріалу внаслідок зростання опору інтенсивному окисленню у атмосфері повітря при підвищених температурах, що

позитивно впливає на значення коефіцієнту тертя та інтенсивності зношування при зовнішньому нагріві пари тертя [2].

Після охолодження від температур спікання, що відповідають температурам гомогенізуючого відпалу, при яких забезпечується більш повне розчинення карбідів і зменшення карбідної смугастості на мікрорівні, кремній, утруднюючи самодифузію, сприяє збереженню дрібного зерна, тим самим підвищуючи фізико-механічні характеристики.

Марганець зміцнює ферит та підвищує стабільність карбідів типу Me_3C внаслідок його розчинення (як і хрому) в цементиті. Марганець заміщає залізо необмежено – від $(Fe,Mn)_3C$ до Mn_3C , а також полегшує розчинення та коагуляцію карбиду [3]. Це призводить до зростання міцності та в'язкості матеріалу (див. табл.1).

Крім зростання фізико-механічних властивостей, присутність легуючих елементів кремнію та марганцю, як видно з табл.1, спричинює значне зниження коефіцієнту тертя та інтенсивності зношування при температурі $400^\circ C$ на повітрі та підвищує гранично-допустимі навантаження у порівнянні з відомим антифрикційним матеріалом [2].

Вплив легуючих елементів на характеристики матеріалів пов'язаний зі способом їх введення у матеріал. Так, хром проявляє себе по-різному залежно від способу введення: при додаванні у вигляді чистого порошку при виготовленні спечених композитів Cr призводить до формування надто гетерогенної грубої структури, що обумовлено уповільнюванням процесів розчинення хрому у залізній основі внаслідок його високої здатності до окислення та карбідоутворення. Проте, одержання матеріалу з легованих порошоків забезпечує формування більш однорідної структури. За даними [3] механічні властивості хромистих сталей з легованих порошоків вище, ніж у сталей, одержаних механічним змішуванням компонентів: пластичність сталей з легованих порошоків у 3–4 рази вище, ніж у сталей із суміші порошоків, що мають підвищену гетерогенність.

Крім цього чистий порошок Cr (особливо його підвищена кількість) призводить до „росту” зразків у процесі спікання внаслідок окислення через його високу спорідненість до кисню [2, 3].

Ці обставини значно ускладнюють технологію виготовлення матеріалів з порошками хрому - потрібні додаткові заходи для спеціального захисту матеріалів від окислення та карбідизації (йдеться про неможливість використання ендогазу при спіканні), застосування додаткових операцій механічної обробки деталей, що піддалися збільшенню розмірів тощо.

Одержані результати відкривають можливості керування структурою матеріалів і їх властивостями у потрібному напрямку шляхом вибору вихідних легованих порошоків-відходів для створення необхідної матричної основи матеріалів та кількісними варіаціями CaF_2 для конкретних умов експлуатації.

Дослідження показали доцільність та розширення подальших робіт у даному напрямку, що обіцяє значні економічні ефекти. Особливу значимість тематика отримує у зв'язку з нестачею високолегованих сталей і сплавів, необхідністю підвищення ресурсу роботи вузлів тертя в широкому діапазоні навантажуючих факторів, а також вирішенням завдань захисту довкілля від забруднень.

Список посилань

1. Новітні композиційні матеріали деталей тертя поліграфічних машин: Монографія / [Киричок П. О., Роїк Т. А., Гавриш А. П., Шевчук А. В., Віцюк Ю. Ю.] – К.: НТУУ КПІ, 2015.– 428 с.
2. Патент України № 122870, МПК C22C 21/02 (2006.01) Композиційний зносостійкий матеріал / Т. А. Роїк, О. А. Гавриш, Ю. Ю. Віцюк.– Заявка № u 201708942 від 08.09.2017.– опубл. 25.01.2018, Бюл.№ 2. – 4 с.
3. Косторнов А. Г. Триботехническое материаловедение: Монография. / А. Г. Косторнов. – Луганск: «Ноулидж», 2012. – 701 с.