

УДК 666.266.4:631.3

## *Структуроутворення і зносокорозійність карбідосталі конструкційного призначення*

Р. В. Яковенко, кандидат технічних наук

В. А. Маслюк, доктор технічних наук

М. І. Денисенко\*, кандидат технічних наук

А. С. Опальчук\*, доктор технічних наук, професор

А. А. Мамонова, кандидат технічних наук

Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України, Київ

\*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

*Досліджено структуру, фазовий склад карбідосталі  $X17H2-Cr_3C_2$ , отриманої рідкофазним спіканням і гарячим штампуванням та встановлено механізм розчинення карбіду хрому в сталевій матриці.*

Карбідосталі за своїми властивостям є проміжними між твердими сплавами та інструментальними сталями. Високі твердість, зносостійкість і можливість зберігати ці властивості при підвищених температурах визначають можливості їх широкого застосування [1, 2]. Відомі карбідосталі отримують переважно рідкофазним спіканням. Їх основою найчастіше є леговані сталі, у тому числі нержавіючі, а в якості твердої складової в них використовується карбід або карбонітрид титану. До недоліків відомих карбідосталей належить ріст зерен карбіду та схильність до окиснення в процесі спікання, а також недостатня корозійна стійкість. Відомі роботи із створення карбідосталей на основі системи залізо – карбід хрому [3], основним їх недоліком є недостатня стійкість до корозії. Розроблені раніше композити нержавіюча сталь аустенітного класу – карбід хрому триботехнічного призначення та мають крупнозернисту структуру, що погіршує фізико-механічні характеристики [4, 5].

Для забезпечення необхідної корозійної стійкості найбільш доцільно в якості основи карбідосталі використати хромисті сталі феритного і ферито-мартенситного класів. Метою цієї роботи було дослідження процесів структуроутворення хромистих карбідосталей з (7,5 – 30 % об) вищого карбіду хрому  $Cr_3C_2$ , отриманих рідкофазним спіканням та гарячим штампуванням. Процес спікання проводили при температурах 1150, 1200, 1250 і 1300 °С та ізотермічній витримці 60 хв, а гаряче штампування при 1150, 1200 °С (ізотермічна витримка 10 хв).

Для розмелювання і отримання гомогенної суміші порошків сталей і карбіду використовували метод розмелу-змішування в кульовому млині.

## Фазові перетворення

Досліджено структуру, фазовий та хімічний склад отриманих сплавів (рис. 1, 2). Виявлено ефект подрібнення мікроструктури при збільшенні кількості карбиду хрому від 7,5 до 30 % об, що дозволяє керувати структуроутворенням карбідосталі для досягнення необхідних властивостей.

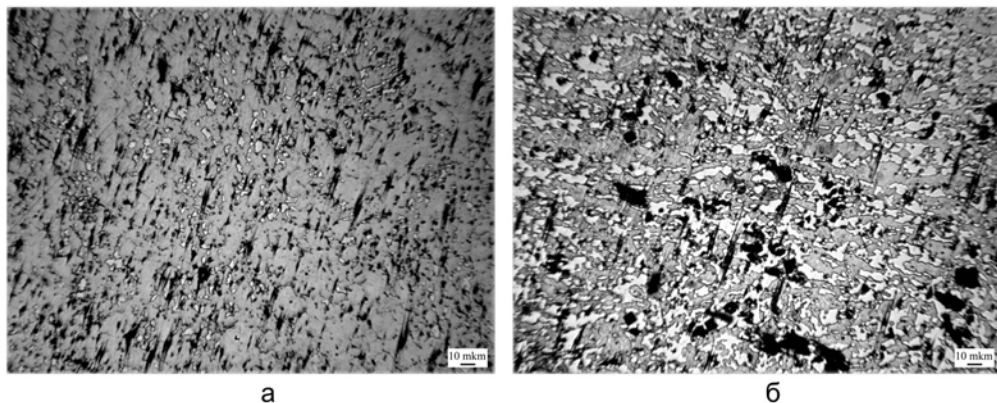


Рис. 1. Мікроструктура спечених при 1200 °С карбідосталей Х17Н2 – 7,5 % об  $Cr_3C_2$  (а) та 30 % об  $Cr_3C_2$  (б).

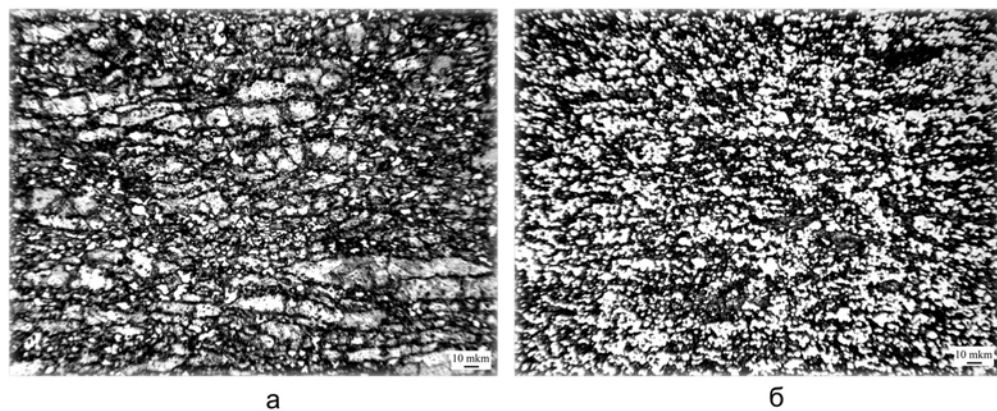


Рис. 2. Мікроструктура гарячештампованих при 1200 °С карбідосталей Х17Н2 – 7,5 % об  $Cr_3C_2$  (а) та 30 % об  $Cr_3C_2$  (б), відпалених при 1150 °С.

Встановлено, що спікання матеріалу складу Х17Н2 – 30 % об.  $Cr_3C_2$  при температурі 1200 °С не забезпечує отримання щільних зразків – пористість складає від 6 до 14 % (в залежності від вмісту карбідної складової). Використання гарячого штампування дозволило отримати високощільні зразки з пористістю 1 – 2 %. Виявлено також, що використання гарячого штампування призводить до деформаційної структури зерен металу основи в напрямку, перпендикулярному зусиллю штампування. Особливістю структури гаряче штампованої карбідосталі є також відсутність перехідної зони в місці контакту карбідного зерна з металом основи. Це в ряді випадків може сприяти підвищенню фізико-механічних властивостей карбідосталі.

Досліджено закономірності процесів структуроутворення методом локального рентгенівського мікроаналізу. Встановлено механізм розчинення

## Фазові перетворення

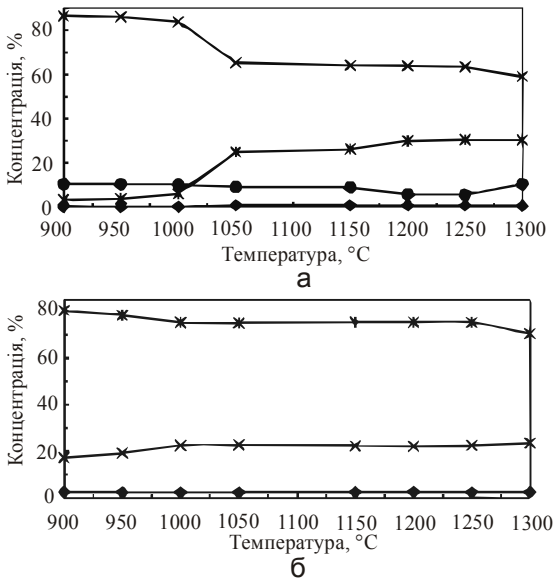


Рис. 3. Середній склад карбідів (а) і зерен матриці (б) в спеченому при різних температурах зразка карбідосталі X17H2 – 15 % об  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ . \* – Fe, × – Cr, ◆ – Ni, ● – C.

ність кристалічної ґратки, що в подальшому впливає на структуроутворення і на механічні властивості карбідосталей. Проведене дослідження дозволило встановити фазовий склад карбідосталей, спечених при температурах 1150, 1200, 1250, 1300 °C.

При температурі спікання 1150 °C зразки мають у своєму складі карбіди  $\text{Cr}_7\text{C}_3$  і  $\text{Me}_7\text{C}_3$ , з підвищенням температури спікання до 1200 °C та до 1250 °C в структурі наявні залишки карбіду  $\text{M}_7\text{C}_3$  і з'являється складний карбід  $\text{M}_{23}\text{C}_6$ . При температурі спікання 1300 °C утворюється  $\text{M}_2\text{C}$  в карбідосталі X17H2 –  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ .

**Висновки** За допомогою мікроструктурного, мікрорентгено-спектрального і рентгенофазового аналізів досліджено матеріали системи хромиста сталь X17H2 –  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ . Встановлено механізм розчинення карбіду хрому в сталевій матриці, який полягає в односторонній дифузії хрому і вуглецю в сталеву матрицю і заліза в карбід.

## Література

1. Кюбарсепп Я. Твердые сплавы со стальной связкой. – Таллин: Валгус, ТТУ, 1991. – 164 с.
2. Косторнов А. Г. Материаловедение дисперсных и пористых металлов и сплавов. Том 1, 2. Киев: Наук. думка, 2002. – 571 с.
3. Маслоук В.А. Стойкие к износу и коррозии материалы типа карбидосталей с различными матрицами // Порошковая металлургия. – 1999. – № 9/10. – С. 108 – 114.
4. Механические, триботехнические и коррозионные свойства спеченной нержавеющей стали аустенитного класса марки X23H18 с присадками карбида хрома // Порошковая металлургия. – 1998. – № 9/10. – С. 93 – 97.

## Фазові перетворення

5. Напара-Волгина С.Г., Орлова Л.Н., Скуратовский А.К. // Порошковая металлургия. – 1999. – № 1/2. – С. 62 – 68.
6. Яковенко Р.В. Растворение карбида  $Cr_3C_2$  в стальной матрице при спекании // Порошковая металлургия. – 2011. – № 3/4. – С. 75 – 83.

Одержано 26.11.13

**Р. В. Яковенко, В. А. Маслюк, М. И. Денисенко,  
А. С. Опальчук, А. А. Мамонова**

### **Структурообразование и износостойкость карбидостали конструкционного назначения**

#### **Резюме**

Исследована структура, фазовый состав карбидостали X17H2 –  $Cr_3C_2$ , полученной жидкофазным спеканием и горячей штамповкой, установлен механизм растворения карбида хрома в стальной матрице.

**R. V. Yakovenko, V. A. Maslyk, N. I. Denysenko, A. S. Opalchuk, A. A. Mamonova**

### **Phase and structure formation of wear and corrosion resistant material chromium steel – $Cr_3C_2$**

#### **Summary**

The structure, phases of X17H2 –  $Cr_3C_2$  steel obtained by liquid phase sintering and hot-forming are studied. The mechanism of chromium carbide dissolution in steel matrix is investigated.

### **Шановні колеги!**

**Триває передплата на науково-технічний журнал  
«Металознавство та обробка металів» на 2014 р.**

Для регулярного одержання журналу потрібно перерахувати вартість заказаних номерів на розрахунковий рахунок Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України. Вартість одного номера журналу – 30 грн., передплата на рік – 120 грн.

Ціна архівних номерів 1995 – 2013 рр. – 10 грн.

### **Розрахунковий рахунок для передплатників, спонсорів і рекламодавців:**

*банк ГУДКСУ в м. Києві, р/р 31257201112215, код банку 820019.*

*Отримувач – ФТІМС НАН України, ЗКПО 05417153,*

*з посиланням на журнал “МОМ”.*

Копію документа передплати та відомості про передплатника  
**просимо надсилати до редакції,**  
вказавши номер і дату платіжного документа.