

**Висновки.** В результаті роботи було досліджено вплив температурного режиму та часу перебігу реакції на вихід кінцевих продуктів. Встановлено залежність виходу кінцевого продукту від температури та часу реакції. Розраховано рівняння, яке описує залежність виходу біс-2-феніл-10-[(Е)-2-фенілетеніл]-9Н-оксазол[5,4-*b*][1,5]-бен-зодіазепіну від температурного режиму та часу перебігу реакції. Отримані математичні залежності доцільно використовувати при розрахунку матеріального та теплового балансів синтезу біс-2-феніл-10-[(Е)-2-фенілетеніл]-9Н-оксазол[5,4-*b*][1,5]-бензодіазепіну.

**Список літератури:** 1. Красовицкий Б.М., Болотин Б.М. Органические люминофоры. М.: Химия, 1984. 336 с. 2. Петров С.О., Дістанов В.Б., Белобров А.Г. Синтез та дослідження люмінофорів, похідних 2-феніл-4-циннамоїліденоксазол-5-ону – Харків, Вісник Національного технічного університету «ХПІ», 2011, №31 – с. 44-53. 3. Патент UA 67547 А, дата публікації 15.06.2004. 4. Десенко С.М., Орлов В.Д. Азагетероциклы на основе ароматических непредельных кетонов. Харьков: Фолио. – 148 с.

*Поступила в редколлегию 05.04.2012*

**УДК 669.017.16+669.15-198+658.597**

**О.А. ГЛОТКА**, канд. техн. наук, ст. викл., ЗНТУ, Запоріжжя,  
**А.Д. КОВАЛЬ**, докт. техн. наук, проф., ЗНТУ, Запоріжжя,  
**В.Л. ГРЕШТА**, канд. техн. наук, доц., ЗНТУ, Запоріжжя

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СТАНУ ФЕРОВОЛЬФРАМУ ТА БРУХТУ СИСТЕМИ W-Ni-Fe**

Виконано аналіз структурно-фазового стану феровольфраму марки ФВ 80 та брукту системи W-Ni-Fe. Встановлена подібність в морфології структурних складових сплавів, однак в брукті майже відсутні перехідні області. Висунуто рекомендації по заміні феровольфраму бруктом для деяких спеціальних матеріалів.

**Ключові слова:** структурно-фазовий стан, феровольфрам, брукт системи W-Ni-Fe, спеціальні матеріали.

Сделан анализ структурно-фазового состояния ферровольфрама марки ФВ 80 и лома системы W-Ni-Fe. Установлена схожесть в морфологии структурных составляющих сплавов, однако в ломе почти отсутствуют переходные области. Приведены рекомендации по замене ферровольфрама ломом для некоторых специальных материалов.

**Ключевые слова:** структурно-фазовое состояние, ферровольфрам, лом системы W-Ni-Fe, специальные материалы.

The analysis of a structural and phase fortune ferrotungsten FV 80 brand and a W-Ni-Fe system breakage is made. Similarity in morphology of structural components of alloys is established; however in a breakage almost there are no transitional areas. Recommendations about replacement ferrotungsten by a breakage for some special materials are put out.

**Keywords:** structural-phase condition, ferrotungsten, system breakage W-Ni-Fe, special materials.

**Вступ.** В останні роки потреба в спеціальних матеріалах у світі значно зросла. Україна не є винятком, оскільки виробництво складних наукоємних виробів потребує нових видів сталей і сплавів, з підвищеними властивостям, що досягається використанням складної композиції легувальних елементів.

Одним з таких елементів, що підвищує міцність, твердість, червоностійкість та жароміцність, є вольфрам. Його концентрація в сталях може сягати 20 % (мас.), це призводить до збільшення їх вартості. Виплавляння спеціальних сталей виконують відкритим методом з використанням феровольфраму, оскільки лігатура приводить до покращення розчинності, зменшенню ліквідації та зниженню температури плавлення.

Отже заміна феровольфраму на матеріал меншої вартості є перспективним напрямом вирішення проблеми зниження собівартості спеціальних матеріалів. Одним з таких заміників може слугувати брукт системи W-Ni-Fe, що в своєму складі містить значну частку вольфраму [1]. Таким чином всебічний аналіз структурно-фазового стану вказаних матеріалів є актуальним та перспективним напрямом.

**Матеріал і методика дослідження.** Хімічний склад феровольфраму марки ФВ 80 відповідав ГОСТ 17293-93, а брукт мав наступне співвідношення елементів: W-7Ni-3Fe [1].

Аналіз мікроструктури виконувався на растровому електронному мікроскопі REM-106I, що оснащений системою енергодисперсійного аналізу, при прискорювальній напрузі 20 кВ у вторинних електронах. Кількісний рентгеноспектральний мікроаналіз виконаний порівнянням отриманих спектрограм з еталонними, які записані в базу комп'ютера від еталонних матеріалів. Точність детектування елементів спектрометром знаходилася на рівні 0,1% (мас.).

Зразки перед випробуванням механічно шліфували, полірували та травили в реактивах Марбль ( 100 мл HCl, 20 г CuSO<sub>4</sub>, 100 мл H<sub>2</sub>O ) та Мураками (10 гр NaOH, 10 гр K<sub>3</sub>[Fe(SN)<sub>6</sub>], 100 мл H<sub>2</sub>O) впродовж 5-8 секунд.

Дослідження фазового складу сплавів виконано на дифрактометрі ДРОН-1 у мідному випромінюванні з монохроматизацією дифракційних променів. Природу фаз визначали, порівнюючи експериментальні значення міжплощинних відстаней  $d_{HKL} = \frac{d_{hkl}}{n}$  із табличними даними [2]. Похибка при вимірюванні не перебільшувала  $1,36 \times 10^{-4}$  нм.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Феровольфрам ФВ 80 виготовляють відновленням порошкових оксидів вольфраму, що обумовлює сферичну морфологію структури (рис. 1).

Однак присутні області з яскраво вираженим пластинчастим характером. Всі структурні складові відрізняються за інтенсивністю забарвлення, що може свідчити про зміну хімічного складу фаз. Проведення рентгеноспектральних досліджень виявило, що сферичні краплі, які мають найбільшу яскравість, містять 99-100% (мас.) вольфраму. Прімежові перехідні зони мають поступове підвищення кількості заліза з 20 до 25 % (мас.). Матриця, що має

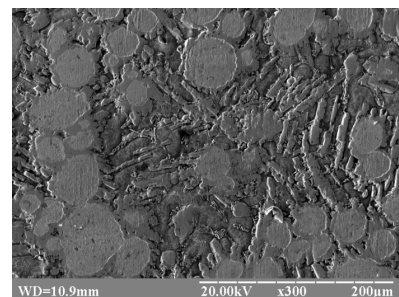


Рис. 1 Мікроструктура феровольфраму ФВ 80

найтемніше забарвлення, містить найбільшу частку заліза (35-40% (мас.)). Таке розподілення хімічних елементів приведе до утворення наступного фазового складу:  $\alpha$ - твердий розчин на основі вольфраму,  $\alpha$ - твердий розчин на основі заліза та інтерметаліди  $\text{Fe}_2\text{W}$  і  $\text{Fe}_7\text{W}_6$ . Такий структурно-фазовий стан є оптимальним для використання при виплавлянні, оскільки зони з найбільшим вмістом заліза будуть плавитися в першу чергу, що приведе до подрібнення матеріалу і збільшенню інтенсивності розчинення.

Мікроструктура брукту системи W-Ni-Fe подібна до структури феровольфраму ФВ 80. Спостерігаються сферичні вкраплення інтенсивного кольору, що обмежуються областями меншої інтенсивності, перехідна зона майже не виявляється (рис.2). Відсутність перехідної зони, від сферичних вкраплень до матриці, обумовлено технологією отримання брукту [3].

Хімічний склад сферичних вкраплень відповідає

100 %(мас.) вольфраму, тобто подібний до феровольфраму. А матриця значно відрізняється від ФВ 80, вона містить 60Ni-27Fe-W. Фазовий склад містить  $\alpha$ - твердий розчин на основі вольфраму,  $\gamma$ - твердий розчин на основі нікелю, ізоструктурні фази (Fe, Ni)W та фазу  $\text{Ni}_4\text{W}$ . Такий розподіл хімічних елементів та фаз по об'єму матеріалу є подібний до феровольфраму та наближається до оптимального для матеріалів, що використовуються для введення легуючих елементів при виплавлянні. Однак великий вміст нікелю є негативним для деяких спеціальних матеріалів, особливо для швидкорізальних сталей. Хоча існує ряд сталей, що працюють при динамічних навантаженнях і в які свідомо вводять нікель. Додаткове легування нікелем, що потрапляє в сталь разом з бруктом, також буде приводити до зниження собівартості виробництва.

**Висновки.** Таким чином, аналіз структурно-фазового стану матеріалів, дає змогу стверджувати про деяку подібність в морфології та розподілу хімічних елементів по перетину. Однак виявлена значна розбіжність в фазовому складі, що викликана присутністю нікелю в брукті та технологією його виробництва.

Рекомендовано до використання брукт системи W-Ni-Fe при виробництві спеціальних матеріалів, що містять у своєму складі нікель, як замітник стандартному сплаву ФВ 80.

**Список літератури:** 1. Глотка О.А. Дослідження важкотопкого брукту, що містить вольфрам / О.А.Глотка, А.Д.Коваль, Л.П.Степанова // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2007.- №1. – С. 17 – 20. 2. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному аналізу. – М. Металлургия, 1978. – 678 с. 3. Глотка О.А. Природа важкотопкого брукту та встановлення закономірностей розподілу хімічних елементів по фазовим складовим / О.А.Глотка, А.Д. Коваль, В.Л. Грештал// Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні.-2011.-№2.-С. 45-51.

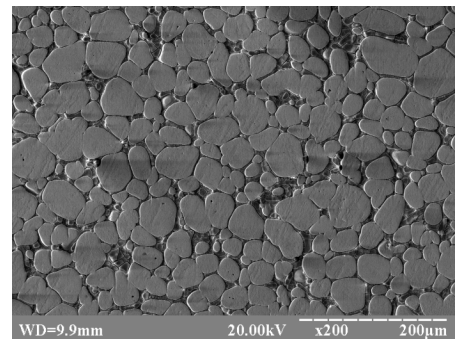


Рис. 2 Мікроструктура брукту системи W-Ni-Fe

Поступила в редколлегию 20.04.2012