водит к существенному снижению таких вредных примесей, как сера, фосфор, кислород и азот, а слитки по своему качеству превосходят исходный материал, полученный в вакуумной печи методом равноосной кристаллизации.

Литература

1. Шиллер З. Электронно-лучевая технология / З. Шиллер, У. Гайзиг, З. Панцер ; пер. с нем. – М. : Энергия, 1980. – 528 с.

2. Электронно-лучевая плавка в литейном производстве / под ред. проф. С. В. Ладохина. – Киев : Сталь, 2007. – 626 с.

3. Проблемы специальной электрометаллургии / Ю. Ф. Аникин, Ю. Г. Добкина, В. В. Клочихин и др. // Совмещенная индукционная и электронно-лучевая плавка литейных отходов сплавов ЖС3ДК и ЖС 26-ВИ. – 2002. – № 2. – С. 43–49.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНДЕНСОВАНИХ ІЗ ПАРОВОЇ ФАЗИ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МІДІ І ХРОМУ

Гречанюк М. І., Гречанюк В.Г.,Чорновол В.О.
Киевский национальный университет строительства и архитектур
Воздухофлотский проспект, 31
НПП «Элтехмаш», г. Винница, Ватутина, 25, e-mai: eltechnic777@ukr.net

Використання методу електронно-променевого випаровування-конденсації дає можливість отримувати конденсати з вмістом газоподібних домішок не вище, ніж у вихідному матеріалі, навіть у разі випаровування таких активних металів, як хром.

Матеріали Cu–Cr із вмістом хром 35–50 % мас. застосовують для електричних контактів вакуумних дугогасильних камер [1]. Можливість використання конденсованих КМ в цій системі обумовлена особливостями хімічного складу та морфології вторинної структури, що утворюється на робочій поверхні порошкових контактів уже при тренуванні вакуумних дугогасних камер. В нерівноважних умовах впливу дугового розряду в робочому шарі взаємна розчинність міді та хрому збільшується, і відбувається розпад твердих розчинів з утворенням дисперсної структури. Така ж структура спостерігається в конденсаті на основі міді та хрому.

Враховуючи позитивний вплив хрому для матеріалу електричних контактів, було розглянуто вплив різних концентрацій хрому на фізико-хімічні властивості системи Cu–Cr.

Композиційні матеріали Cu–Cr отримували при випаровуванні хрому і міді з незалежних джерел з подальшим осадженням на нерухому підкладку. Рівномірному осадженню міді та хрому на підкладку сприяло те, що ці компоненти мають близькі температурні залежності тиску пари.

Отриманий конденсат являв собою пластину товщиною до 3 мм з градієнтним вмістом хрому й міді вздовж підкладки. Біля джерела, із якого випаровується мідь, концентрація її максимальна, в міру наближення до джерела з хромом концентрація хрому в конденсаті збільшується і досягає максимуму біля джерела з хромом.

Порівняння особливостей зміни пористості конденсату та хімічного складу показало їх кореляцію в області складів з різним вмістом компонентів (рис. 1). Мінімальна пористість спостерігається в областях невеликих концентрацій міді або хрому, що відповідає утворенню твердих розчинів на основі хрому або міді. Більшому значенню мікротвердості відповідають зразки з більшим вмістом хрому.

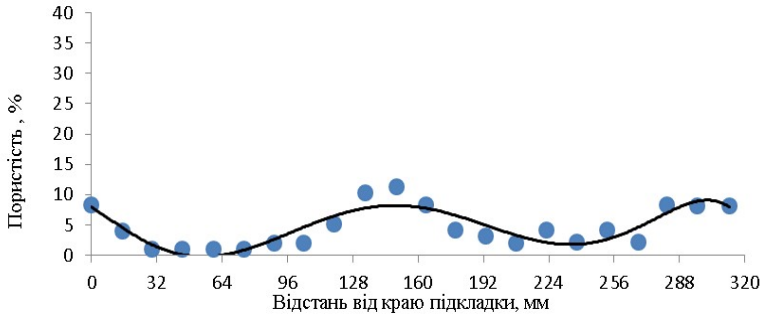


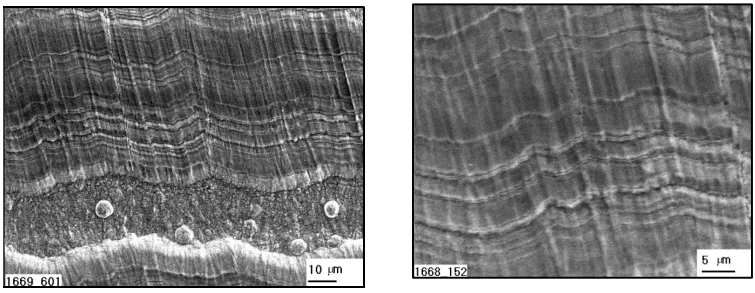
Рис. 1. Зміна пористості конденсату уздовж підкладки

При візуальному огляді отриманого конденсату було виявлено, що поверхня осадження металів на підкладку має опуклості, звернені до ванн з розплавленим металом. Макро- і мікроаналізи поверхні конденсату на основі міді та хрому не виявили ознак впливу шорхості підкладки.

Металографічні дослідження в поєднанні з даними вимірювання мікротвердості відповідних складів дозволили встановити неоднорідність мікротвердості шарів і хімічного складу.

Частина поверхні конденсату характеризується наявністю частинок сферичної форми, утворених при викиді розплавлених часточок металу з ванни, інша частина поверхні конденсату містить структуровані часточки, що утворюють рельєф і сліди оплавлення.

Для металографічного аналізу структури конденсату використовували іонне травлення перерізів зразків, паралельних паровому потоку в тліючому розряді. Проведені дослідження дозволили встановити, що конденсату Cu–Cr притаманна ієрархія рівнів шаруватої структури: спостерігаються макро-, мікро- і субмікрорівні. Два останні рівня можуть бути об'єднані анізотропією нормального росту кристалів, що сприяє формуванню стовпчастої структури, яка зберігається в межах декількох шарів (рис. 2).



а *б*

Рис. 2. Особливості стовпчастої структури після іонного травлення (*а*, *б*)

Результати аналізу хімічного складу шарів з підвищеною твердістю, у перетині конденсату узгоджуються з металографічно встановленою схильністю мікрошарів, збагачених хромом, до анізотропного (нормального) зростання з дифузійного поля.

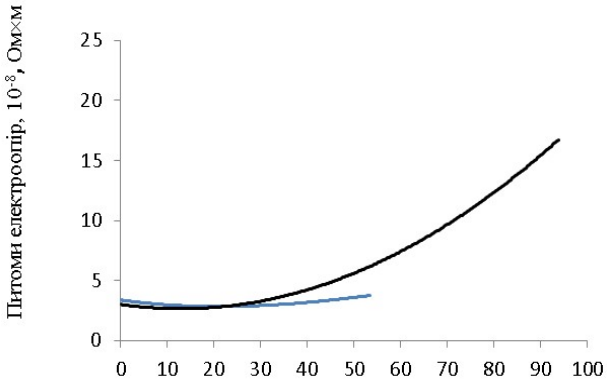


Рис. 3. Питомий електричний опір конденсатів Cu–Cr залежно від вмісту хрому: *1* – після відпалу; *2* – до відпалу

В шарах з вмістом хрому більше 10 % (мас.) переважає стовпчаста структура. За даними мікроструктурного аналізу в перетинах конденсату з вмістом хрому менше 10 %, підданих іонному травленню, переважає сферична, чечевіцеподібна або та і друга одночасно форма часточок, розподілених у полігональній матриці.

Поява таких часточок на підкладці свідчить про конденсацію при перенесенні крапельної пари, що призводить до утворення дефектів конічної і циліндричної форми, так званих «стрижнів», кількість яких в структурі конденсату зростає із збільшенням хрому в ньому. При цьому зростає пористість: дрібна кристалізаційна, замінюється великими локальними скупченнями з появою тріщин.

Зростання числа дефектів у мікроструктурі конденсату призводить до збільшення електричного опору, що є небажаним фактором при використанні наведених матеріалів з великим вмістом хрому (більше 10 %) в електротехнічній промисловості (див. рис. 3).

Література

1. Пат. 32368А України. Контактний матеріал для дугогасних камер та спосіб його отримання / М. І. Гречанюк, М. М. Плащенко, В. О. Осокін, І. Б. Афанасьєв, І. М. Гречанюк. – Опубл. 15.12.2000 р.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ЖЕСТКОСТЬ «СЭНДВИЧ»-ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВНЕШНИХ МЕХАНИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

[1]*Коробко Е. В.,* [2]*Журавский Н. А.,* [3]*Ройзман В. П.*
[1]*Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси*
[2]*Хмельницкий национальный университет, Украина*
E-mail: [1]*evkorobko@gmail.com,* [2]*mikalai.zhur@tut.by,*[3]*royzman@ukr.net*

Целью работы является установление характера влияния электрического поля на жесткость и демпфирующие характеристики конструкционного элемента в виде трехслойной балки-«сэндвича» с двумя внешними металлическими пластинами и внутренним вязкоупругим композиционным электроуправляемым слоем. Применение управляемых слоев позволяет изменять под действием электрического поля динамическую реакцию балки на внешнее механическое воздействие [1, 2]. В нашей работе исследован конструкционный элемент с металлическими пластинами длиной 248 мм, шириной 20 мм и толщиной 1 мм и