

Сердюк В.М.¹, Сташук В.В.¹, Шахнін Д.Б.¹, Малишев В.В.^{1,2}
 (¹Університет «Україна»; ²Інститут загальної та неорганічної хімії, м. Київ)

ІМПУЛЬСНЕ ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ ПОКРИВІВ ТИТАНУ НА ВУГЛЕЦЕВІЙ СТАЛІ

E-mail: viktor.malyshev.igic@gmail.com

Уніполярне імпульсне покриття полягає у періодичному застосуванні катодної густини струму i_k протягом часу τ та вимкнення електричного живлення протягом часу τ_0 . В основному використовували два методи: зміни i_k за сталих значень τ і струмової характеристики i_m , яка дорівнює $\frac{\tau \cdot i_k}{\tau + \tau_0}$ та зміни i_k за сталого значення добутку струмової

характеристики i_m та суми часу застосування струму τ та часу його вимкнення τ_0 .

За першим методом зростання густини імпульсного струму i_k веде до збільшення τ_0 . Так як і i_k , і τ_0 впливають на кристалізацію осаду, то незрозуміло, розмір зерен є результатом зміни i_k чи τ_0 . Ми надали перевагу другому методу, де τ_0 не дуже змінюється. Було використано уніполярне імпульснострумове електроосадження у 2,5% (мас.) розчинах Ti(III) протягом 3,5 год, із застосуванням електролітичних параметрів, які давали найкращі результати за постійнострумового покриття: температура 1073 К і середня густина катодного струму $i_m = 50 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$. Електроосадження здійснювали на сталевих пластинах. Значення густини імпульсного заряду та густини імпульсного струму становили 20...120 мК·см⁻² і 75...200 мА·см⁻² відповідно.

Для низького імпульсного заряду (20 мК·см⁻²) покриття складаються з дуже тонкого щільного титанового шару, вкритого численними дендритами. Значні коливання ефективності струму, спостерігаються завдяки втраті дендритів протягом електролізу та відмивання. Для вищих імпульсних зарядів (70...120 мК·см⁻²) покриття товщиною від 50 до 150 мкм є гладкими і добре прилягають до основи, дендрити інколи зустрічаються, проте в основному зосереджені на краях катодів. Ефективність катодного струму за 120 мК·см⁻² є вищою ніж за 75 мК·см⁻² і не дуже залежить від імпульсної густини струму i_k для тих самих імпульсних зарядів. Ефективності струму, виміряні для імпульснострумових покриттів, є вищими, ніж значення, одержані для постійнострумових покриттів.

Відомо, що протягом імпульснострумового покриття постійний заряд-розряд (перезарядка) подвійного шару може впливати на осаження металу, особливо коли τ і τ_0 є нижчими або такого ж порядку, як час заряду τ_c і розряду τ_d . За таких умов катодний струм сильно коливається, та переваги імпульснострумового покриття можна втратити. Таке наближення імпульснострумового покриття до постійно-струмового можна оцінити за ступенем згладження піку фарадеєвського струму i_F :

$$\Delta = \frac{i_k \cdot \tau - \int_0^{\tau} i_F dt}{i_F \cdot \tau_0} \quad (1)$$

Значення Δ зростає від 0,1 до 0,9, коли τ змінюється від $10 \tau_c$ до $0,1 \tau_c$.

Оцінку τ_c як функції i_k можна отримати з відношення:

$$\tau_c = \frac{4R \cdot T \cdot C}{\alpha \cdot n \cdot F \cdot i_k} \quad (2)$$

де R – універсальна газова стала;

T – температура, К;

C – ємність подвійного шару, мФ·см⁻²;
 α – коефіцієнт перенесення заряду;
 n – кількість перенесених електронів;
 F – стала Фарадея.

Використовуючи $T = 1073$ К, $n = 3$ та значення α і C 0,5 і 50 мФ·см⁻² відповідно, розраховали наближені значення τ_c для області i_k від 100 до 200 мА·см⁻². Значення ступеню згладження було апроксимовано з кривої $\Delta = f(\tau/\tau_c)$. Для експериментів, проведених за зарядом імпульсу 20 мК·см⁻² та τ/τ_c менше 1, розрахований ступінь згладження є високим (0,45...0,67). Тому осаджуються дендрити, подібно до покривів, одержаних постійнострумовим нанесенням. З іншого боку, для імпульсних зарядів 70 і 120 мК·см⁻², коли ступінь Δ є низьким (близько 0,1) очікували, що заряд подвійного шару матиме менший вплив. Підтвердженням цього є одержання кращих покривів титану імпульснострумовим методом.

Сиропоршнєв Л.М.

(КПІ ім. Ігоря Сикорського, м. Київ)

ВПЛИВ ГРАФІТУ НА КІНЕТИКУ ТВЕРДНЕННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ СТРИЖНЕВОЇ СУМІШІ НА ОСНОВІ СПУЧЕНОГО ПЕРЛІТУ ТА ПОЛІСТИРОЛОВОГО ЗВ'ЯЗУВАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА

При виробництві виливків методом лиття за моделями, що газифікуються, іноді не вдається отримати бездефектну складну внутрішню порожнину із-за складності ущільнення сухого наповнювача. Для рішення цієї проблеми рекомендовано застосовувати комбіновані пінополістиролові моделі з ливарними стрижнями [1].

Враховуючи малу конструкційну міцність пінополістиролу, запропоновано в якості вогнетривкового наповнювача стрижневих сумішей застосовувати спучений перліт, який має низьку щільність. Але, спучений перліт має низьку теплопровідність, що зменшує швидкість твердіння зв'язувального компонента при виготовленні стрижнів у гарячому оснащенні.

Прискорити процес твердіння можливо добавкою у суміш матеріалів, які мають високу теплопровідність. Таким матеріалом може бути сріблястий графіт, який має високу теплопровідність (355 Вт/(м×К), відносно невисоку об'ємну масу (1500...1650 кг/м³), високу вогнетривкість (температура плавлення 3890 °С) та гідрофобність.

Дослідження впливу графіту на характеристики твердіння проводили на зразках «вісімках» висотою 25 мм. Зразки виготовляли із стрижневої суміші на основі спученого перліту марки ПВМ ГОСТ 10832-2009 з розміром фракції 0,16...1,25 мм. В якості зв'язувального компонента використовували 30% розчин пінополістиролу у живичному скипидарі, який додавали в кількості 20% об. Дослідження проводили з сумішами, які містили сріблястого графіту в кількості 5% об. і 10% об.

Для отримання зразків використовували гаряче стрижневе оснащення. Готова суміш засипалась у оснащення та ущільнювалась трьома ударами копра моделі 030М. Зразки спікали у лабораторній печі при температурі 200, 250, 300 °С протягом 4...45 хв. Швидкість твердіння визначалась за глибиною проникнення в зразок голки Віка відразу після термічного оброблення.

Міцність зразків визначалась за стандартно методикою на розривній машині моделі РП-100.

Результати дослідження впливу графіту на характеристики тверднення суміші наведені на рис. 1.