УДК 669.268

ТЕХНОЛОГІЯ ПАЙКИ ХРОМОВАНОЇ КОНСЕРВНОЇ ЖЕРСТІ

О.Б. Гірін
Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*
E-mail: girin@ua.fm

І.Д. Захаров
Старший науковий співробітник*

В.І. Овчаренко
Кандидат технічних наук, асистент*
Кафедра матеріалознавства
ДВНЗ "Український державний хіміко-технологічний університет"
пр. Гагаріна, 8, м. Дніпропетровськ, Україна, 49005
Контактний тел.: (0562) 68-21-66

Розроблена технологія пайки електролітично хромованої жерсті олов'яним припоєм. Основу технології складає розроблений флюс з домішкою "UP-Fs-2", застосування якого для пайки хромованої жерсті дозволило підвищити коефіцієнт розтікання припою до 2,6-3,0 (при нормі стандарту не менше 1,0)

1. Вступ

Технологічні труднощі, які пов'язані із пайкою хромованої жерсті, унеможливлюють широке її застосування замість дефіцитної та коштовної лудженої жерсті для виготовлення консервної тари. Використання для хромування жерсті речовин, небезпечних для навколишнього середовища (зокрема, хромового ангідриду концентрацією 220-280 г/л), та дуже низькі показники пайки хромованої жерсті – це два вузьких місця, усунення котрих призведе до значного її розповсюдження в якості пакувального матеріалу.

В роботі [1] розроблено склад електроліту з концентрацією хромового ангідриду 80-120 г/л для хромування консервної жерсті. Застосування цього електроліту для хромування жерсті вітчизняного виробництва дозволило одержати тонкі хромові покриття завтовшки 0,01-0,03 мкм з певною текстурою [2] та нанокристалічною структурою [3], що призвело до суттєвого поліпшення їх властивостей. Так, формування текстури з аксіальним компонентом [111] в тонких хромових покриттях забезпечило їх механічну стійкість [4], а утворення наноструктури – їх суцільність при виготовленні консервних банок із хромованої жерсті, що забезпечило високу їх захисну здатність [5]. При цьому зменшення концентрації хромового ангідриду в електроліті хромування з 220-280 г/л до 80-120 г/л значно поліпшило екологічну небезпеку виробництва.

Враховуючи, що консервна банка із паяним корпусом займає приблизно 70% у загальному виробництві консервної тари [6], забезпечення підвищених показників пайки хромованої жерсті значно розширить її застосування. Крім того, підвищення показників пайки хромованої жерсті може у перспективі привести до повної відмови від використання лудженої жерсті для пакування сухих та сипучих харчових продуктів, що на сьогодення є нерентабельним.

У цьому зв'язку метою даної роботи була розробка технології пайки електролітично хромованої жерсті олов'яним припоєм.

2. Матеріал та методика розробки

Дослідження проводили на зразках хромованої жерсті, одержаної в динамічних умовах, що наближуються до промислових. Для нанесення хромового покриття застосовували електрохімічну установку із коміркою, електрод якої імітує рух стрічки консервної жерсті з лінійною швидкістю до 8 м/с [7]. Тонкі хромові покриття завтовшки 0,01; 0,02 і 0,03 мкм осаджували на чорну консервну жерсть марки 08кп в низькоконцентрованому електроліті при оптимальному режимі хромування: температура електроліту 55°С і густина струму 50 А/дм^2.

Суть розробки технології пайки хромованої жерсті містилась у розробці складу флюсу, який забезпечив би добре змочування припоєм поверхні хромового покриття. В якості метода оцінки паяємості прийняли стандартний метод (ГОСТ 9.302-79), який заснований на здатності припою при завданій температурі та визначеному складі флюсу змочувати поверхню хромового покриття.

Дослідження впливу флюсу на паяємость хромованої жерсті проводили із застосуванням олов'яного припою ПОС90. Цей припой обраний як основний для пайки хромованої жерсті тому, що він застосовується для пайки харчових ємностей і медичної апаратури.

Вплив флюсу на паяємость хромованої консервної жерсті визначали методом розтікання дози припою по поверхні покриття при температурі (280-290°С). Коефіцієнт розтікання припою (Кр) розраховували за формулою:

$$K_p = S_p / S_o,$$

де S_p – площина, яка зайнята припоєм після розплавлення та розтікання дози припою, мм^2; S_o – площина, яка зайнята дозою припою у вихідному стані, мм^2.

Паяємость є задовільною, якщо коефіцієнт розтікання дорівнює чи більший за одиницю.

3. Результати розробки

Технологічний процес пайки хромованої жерсті олов'яним припоєм реалізується за рахунок використання флюсу для вилучення окислів з поверхні жерсті і забезпечення її доброго змочування розплавленим припоєм. У цьому зв'язку проведені всебічні іспити сорока восьми варіантів флюсів для пайки хромованої жерсті олов'яним припоєм ПОС90 при температурі пайки 280-290°С.

Основні дев'ять варіантів флюсів для пайки хромованої жерсті олов'яним припоєм, які показали попередні адекватні результати і були прийняті за основу для подальшого удосконалення, наведені нижче:

1) $(NH_4)_3PO_4$, NH_4F, каніфоль;
2) $ZnCl_2$, NH_4Cl, $SnCl_2$, HCl, $CrCl_3$, H_2O;
3) H_3PO_4, C_2H_5OH, каніфоль;
4) $(NH_4)_2HPO_4$, $C_3H_8O_3$, H_2O;
5) $C_6H_5NH_2$, HCl, $C_3H_8O_3$, H_2O;
6) $SnCl_2$, $CdCl_2$, HCl, $C_3H_8O_3$, H_2O;
7) $C_6H_5NH_2$, HCl, C_2H_5OH, $C_3H_8O_3$;
8) $SnCl_2$, $CuCl_2$, $C_3H_8O_3$, H_2O;
9) $ZnCl_2$, NH_4Cl, HCl, H_2O;

В результаті виконаної роботи та проведених випробувань розроблено флюс з домішкою "UP-Fs-2", застосування якого для пайки хромованої жерсті дозволило підвищити коефіцієнт розтікання припою до 2,6-3,0 (при нормі стандарту не менше 1,0). Домішка "UP-Fs-2" до флюсу є недорогою, недефіцитною та малотоксичною речовиною. Її синтез може бути виконаний на будь-якому хімічному підприємстві.

Цей флюс дозволяє значно підвищити коефіцієнт розтікання припою незалежно від товщини шару хрому на консервній жерсті (в межах від 0,01 мкм до 5 мкм) і складу електроліту хромування. Розроблена технологічна інструкція на процес пайки електролітично хромованої жерсті олов'яним припоєм. Для паяної хромованої консервної жерсті особливе значення мають міцність зчеплення і пластичність як покриття, так і припою у зоні пайки. Міцність зчеплення і пластичність паяного хрому на зразках консервної жерсті оцінювали по ГОСТ 9.302-79. Згідно цього стандарту, зразок із паяним покриттям згинають під кутом 90° в обидві сторони до зламу основного металу. У місці зламу не повинно бути відшарування ні припою, ні покриття.

Зразки паяного хромового покриття на консервній жерсті готували по ГОСТ 9.302-79 методом пайки зануренням. Для цього зразки консервної жерсті розміром 25×25 мм з покриттями хрому завтовшки 0,01; 0,02 і 0,03 мкм, нанесеними в низькоконцентрованому та універсальному електролітах, знежирювали і занурювали у розчин флюсу з домішкою "UP-Fs-2". Потім давали можливість стекти залишкам флюсу протягом однієї хвилини і занурювали зразки в розплавлений припой ПОС90 при температурі 290°С на 3 с. Потім паяні зразки промивали водою і сушили гарячим повітрям при температурі 50-60°С.

Якість змочування припоєм поверхні хромованої жерсті проводили методом оптичної мікроскопії. У всіх проведених експериментах виявили повне змочування поверхні хромованої жерсті безперервним шаром припою. Охолоджені до кімнатної температури зразки згинали на 90° в обидві сторони до зламу жерсті. Експериментально установили, що незалежно від товщини хромового покриття (в межах від 0,01 до 0,03 мкм) чи складу електроліту хромування відшарування хромових покриттів від жерсті або припою від хромових покриттів не відбувалося. Продавлювання паяних зразків хромованої жерсті на пресі Еріксена до розриву жерсті також не виявило випадків відшарування як хромового покриття, так і припою.

Таким чином, результати проведених іспитів властивостей хромованої жерсті після пайки за розробленою технологією свідчать про те, що ця технологія забезпечує високі показники пайки хромованої жерсті при одночасному зменшенні її коштовності та екологічної небезпеки виробництва.

4. Висновки

1. Розроблена технологія пайки електролітично хромованої жерсті олов'яним припоєм.

2. Основу технології складає розроблений флюс з домішкою "UP-Fs-2", застосування якого для пайки хромованої жерсті дозволило підвищити коефіцієнт розтікання припою до 2,6-3,0 (при нормі стандарту не менше 1,0).

3. Домішка "UP-Fs-2" до флюсу є недорогою, недефіцитною та малотоксичною речовиною. Її синтез може бути виконаний на будь-якому хімічному підприємстві.

Література

1. Girin O.B., Zakharov I.D., Ovcharenko V.I. A Substructurally Composite Chromium Electrochemical Coating Formed on a Canned-Food Steel Sheet from a Low-Concentration Solution of Hexavalent Chromium-Based Compounds // Journal of Metals (USA). – 2003. – V. 55. – № 11. – P.112.
2. Гірін О.Б., Овчаренко В.І. Текстура та субструктура електрохімічних хромових покриттів на стрічках жерсті із сталі 08кп // Фізика і хімія твердого тіла. – 2006. – Т. 7. – № 4 – С.803-808.
3. Гірін О.Б., Овчаренко В.І. Наноструктура і фізико-механічні властивості хромових покриттів на консервній жерсті // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2006. – Вып. 36. – Ч. 2. – С.3-9.
4. Гирин О.Б., Овчаренко В.И., Дудка А.Н. Зависимость механической стойкости тонких электрохимических хромовых покрытий консервной жести от их текстуры // Металознавство та термічна обробка металів. – 2007. – № 2. – С. 48-51.
5. Гірін О.Б., Овчаренко В.І. Структура і властивості тонких хромових електропокриттів на консервній жерсті // Вопросы химии и химической технологии. – 2009. – № 2. – С.186-194.
6. Виткин А.И., Парамонов В.А., Клементьев А.И. Производство электролитически хромированной жести. – М.: Металлургия, 1987. – 184 с.
7. Гірін О.Б., Овчаренко В.І., Захаров І.Д. Методичні аспекти дослідження тонких хромових покриттів на консервній жерсті // Вопросы химии и химической технологии. – 2006. – № 4. – С.199-200.