ЦИТ: ua217-044
DOI: 10.21893/2415-7538.2017-06-2-044
УДК 669.714.1:669.054.8

Нестеренко Т.М., Пилипко М.С.

РАФІНУВАННЯ ФЛЮСАМИ АЛЮМІНІЄВИХ РОЗПЛАВІВ, ОТРИМАНИХ ІЗ ВТОРИННОЇ АЛЮМІНІЄВОЇ СИРОВИНИ З ЛАКОВИМ І ФАРБОВИМ ПОКРИТТЯМ

Запорізька державна інженерна академія,
Запоріжжя, пр.Соборний 226, 69006

Nesterenko T.N., Pylypko M.S.

THE REFINEMENT OF FLUX OF ALUMINIUM MELTS RECEIVED FROM SECONDARY ALUMINIUM RAW MATERIALS WITH LACQUER AND PAINT COVERAGE

Zaporozhye State Engineering Academy,
Zaporozhye, Soborny 226, 69006

Анотація. В роботі досліджено вплив технології приготування сольового флюсу і технологічних умов флюсового рафінування алюмінієвих розплавів, отриманих із вторинної алюмінієвої сировини з лаковим і фарбовим покриттям, на якість одержаного металу. Обгрунтовано вибір композиції сольового флюсу. Запропоновані технологічні умови рафінування алюмінієвих розплавів, отриманих із вторинної алюмінієвої сировини з лаковим і фарбовим покриттям, дозволяють зменшити температуру рафінування і витрату флюсу через його попередню підготовку шляхом грануляції, знизити газонасиченість розплавів і угар металу.

Ключові слова: сольовий флюс, рафінування, алюмінієвий розплав, вторинна алюмінієва сировина з лаковим і фарбовим покриттям.

Abstract. In this paper the influence of preparation technology of salt flux and technological terms refinement by flux of aluminium melts, received from the secondary aluminium raw materials with lacquer and paint coverage, on quality of the got metal is investigated. The choice of salt flux composition is substantiated. The proposed technological terms for refinement of aluminum melts received from secondary aluminum raw materials with lacquer and paint coverage, allow to reduce the refinement temperature and flux consumption due to its preliminary preparation by granulation, as well as to decrease the gas saturation of melts and melting loss.

Key words: salt flux, refinement, aluminiun melt, secondary aluminium raw materials with lacquer and paint coverage.

Вступ

Виробництво сплавів з вторинної алюмінієвої сировини пов’язано зі значними економічними та екологічними перевагами. Існуючи технологічні схеми утилізації та технології переробки вторинної алюмінієвої сировини з лаковим і фарбовим покриттям на поверхні, у тому числі й алюмінієвого пакування, проаналізовано в роботах [1,2]. Встановлено, що спосіб переробки використаних алюмінієвих банок для напоїв залежить від схеми їх збирання. Залучення вказаної вторинної алюмінієвої сировини до металургійної

переробки в даний час стримується забрудненням алюмінієвих розплавів, що утворюються, неметалевими домішками [3-6].

Підвищити якість сплавів, виготовлених із вторинної алюмінієвої сировини, зменшити втрати металу внаслідок його ошлакування дозволяють сучасні технології рафінування алюмінієвого розплаву шляхом використання гранульованих і таблетованих флюсів.

Під час рафінування компоненти флюсів вступають в обмінні реакції з розплавом, утворюючи продукти, що адсорбують і поглинають розчинені в розплаві гази, перш за все водень. Флюси також адсорбують і розчиняють або зв'язують в хімічні сполуки інші домішки, які потім видаляються у вигляді шлаків [5,7]. Флюсове рафінування розплаву може відбуватися шляхом нанесення флюсу на поверхню розплаву, зануренням брикетованого флюсу в розплав під час ретельного перемішування, пропусканням струменя металу через шар рідкого флюсу та ін.

Основний текст

Якість очищення алюмінієвих розплавів флюсами залежить не тільки від складу флюсу, а також від інших технологічних чинників рафінування, які створюють ті або інші умови доставляння оксидних включень на межу розділу метал – флюс. Тому параметри технологічного процесу і конструкція плавильного агрегату мають забезпечувати максимальну швидкість доставляння включень з алюмінієвого розплаву до поверхні флюсу.

Завдання дослідження – вивчити вплив технологічних умов флюсового рафінування алюмінієвих розплавів, отриманих із вторинної алюмінієвої сировини з лаковим і фарбовим покриттям, на якість отриманого металу.

Високу рафінуючу здатність мають флюси, що краще змочують оксидне включення, ніж металевий розплав. Властивості флюсових композицій визначаються властивостями солей та їх взаємодією у флюсі. Найчастіше для рафінування застосовують флюси на основі хлоридів калію і натрію з додаванням кріоліту, фториду алюмінію. Під час рафінування флюсами, що містять фториди, утворюються галогени, які сприяють дегазації розплаву.

При взаємодії компонентів алюмінієвого розплаву (алюмінію та його оксиду) з компонентами флюсу (NaCl, KCl, NaF, Na_3AlF_6) імовірно перебіг таких реакцій:

$$Al + 3NaCl = AlCl_3 + 3Na, \quad (1)$$

$$Al + 3KCl = AlCl_3 + 3K, \quad (2)$$

$$Al + 3NaF = AlF_3 + 3Na, \quad (3)$$

$$5Al + Na_3AlF_6 = 6AlF + 3Na, \quad (4)$$

$$Al_2O_3 + 6NaCl = 2AlCl_3 + 3Na_2O, \quad (5)$$

$$Al_2O_3 + 6KCl = 2AlCl_3 + 3K_2O, \quad (6)$$

$$Al_2O_3 + 6NaF = 2AlF_3 + 3Na_2O, \quad (7)$$

$$Al_2O_3 + 2Na_3AlF_6 = 4AlF_3 + 3Na_2O. \quad (8)$$

Розрахунки термодинамічних характеристик реакцій (1) – (8) виконано з використанням електронних таблиць Microsoft Excel та перевірено на програмі HSC (рис.1).

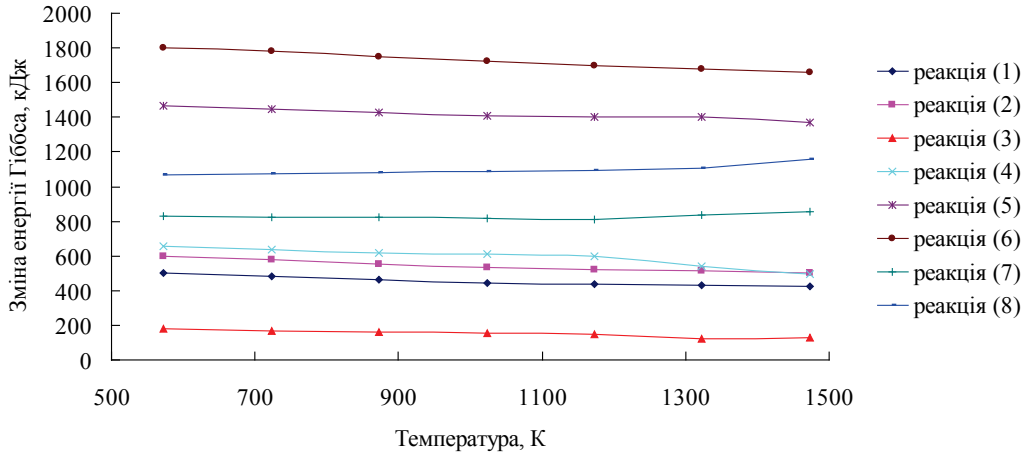

Рис. 1. Залежність зміни енергії Гіббса від температури для реакцій (1) – (8)

З аналізу даних рис.1 випливає, що всі розглянуті солі не вступають у взаємодію з алюмінієм і оксидом алюмінію. Тому всі перелічені солі можна використовувати як флюс для плавлення вторинної алюмінієвої сировини та рафінування алюмінієвих розплавів за температур 573–1473 К.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що краєвий кут змочування оксиду алюмінію флюсами систем NaCl–KCl–NaF і NaCl–KCl–Na_3AlF_6 складає від 20 до 40 градусів залежно від складу флюсів і температури. Отже, оксиди і розплавлений алюміній добре змочуються хлоридно-фторидними флюсами в інтервалі температур від 1023 К до 1173 К.

На підставі вивчення фізико-хімічних властивостей флюсів для дослідження технологічних умов рафінування алюмінієвих розплавів вибрано чотирикомпонентний флюс (56 % NaCl, 22 % NaF, 15 % KCl, 7 % Na_3AlF_6) у вигляді сипкого флюсу, отриманого механічним змішуванням сольових компонентів, та гранульованого флюсу (рис.2).

Для дослідження як сировину застосовано металеву стрічку використаних алюмінієвих банок для напоїв, покриту з обох боків анодною плівкою і шаром харчового лаку, а з зовнішнього боку додатково покриту шаром декоративного лаку, блістерні кришки для пакування молочної продукції та кришки для пакування прохолоджуючих напоїв, на поверхні яких нанесено лакове і фарбове покриття (рис.3). Алюмінієві розплави отримано плавленням сировини в шахтній лабораторній електропечі типу СШОЛ у графітових тиглях.

а *б*

Рис. 2. Сипкий (*а*) та гранульований (*б*) флюси, що досліджуються

Рис. 3. Зовнішній вигляд використаних блістерних кришок (1), стрічки алюмінієвих банок для напоїв (2) та кришок для пакування прохолоджуючих напоїв (3)

Для вибору технологічних умов рафінування розплаву, отриманого із вторинної алюмініївої сировини з лаковим і фарбовим покриттям, досліджено вплив підготовки, кількості введеного у розплав флюсу і температури рафінування в інтервалі 943–1023 К на металургійний вихід, забрудненість шлаковими включеннями і газонасиченість розплаву.

Залежності металургійного виходу та балу пористості металу від температури рафінування сипким флюсом при витраті його 1,5 %, 2,0 % і 2,5 % приведено на рис.4 і рис.5 відповідно. У дослідженому інтервалі температур при її підвищенні металургійний вихід зростає при використанні сипкого флюсу з 69,7 % до 76,5 %, а бал пористості знижується незалежно від кількості флюсу, що вводиться. Так, при витраті 2,5 % флюсу газонасиченість металу знижується до третього балу, що відповідає середній пористості, тобто рафінувальна здатність флюсу недостатня.

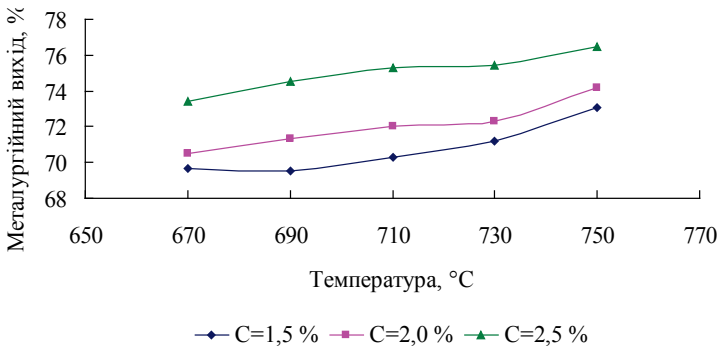

Рис. 4. Залежність металургійного виходу від температури рафінування для різної витрати сипкого флюсу

При використанні гранульованого флюсу металургійний вихід має достатньо великі значення у дослідженому інтервалі температур (рис.6). Методом найменших квадратів в ППП Microsoft Office Excel визначено параметри регресійної моделі залежності металургійного виходу (у) від температури (х). Найбільше значення його досягається при температурі 983 К незалежно від кількості флюсу, що вводиться. На металургійний вихід металу температура рафінування істотно не впливає.

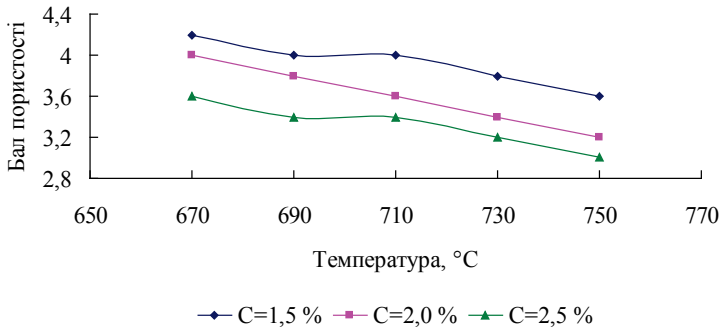

Рис. 5. Залежність балу пористості металу від температури рафінування для різної витрати сипкого флюсу

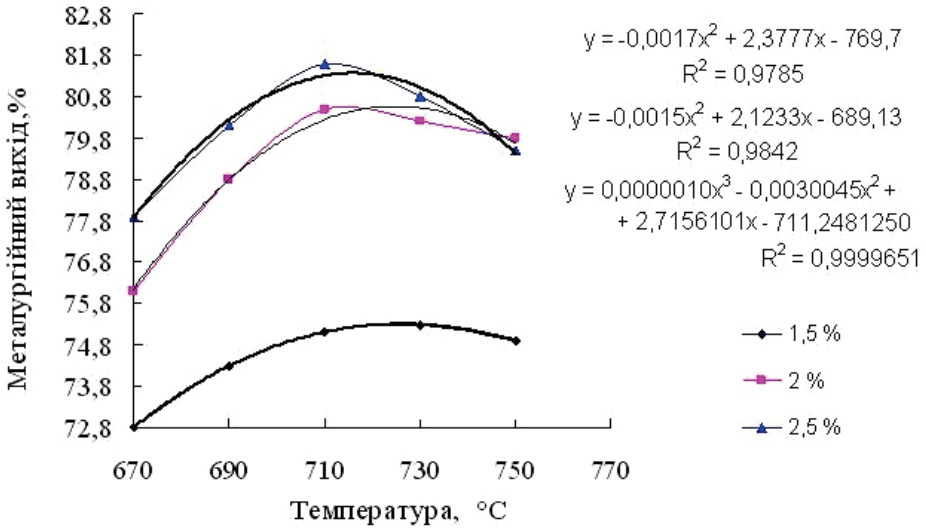

Рис. 6. Побудова регресійної моделі залежності металургійного виходу від температури рафінування для різної витрати гранульованого флюсу

Рафінування гранульованим флюсом в інтервалі температур від 1003 К до 1023 К є найбільш ефективним, оскільки газонасиченість металу знижується до першого балу пористості при витраті флюсу 2,0 % і 2,5 % (рис.7). Тому можна рекомендувати як оптимальні такі технологічні умови рафінування: температура близько 993±10 К, витрата гранульованого флюсу 2,0 %.

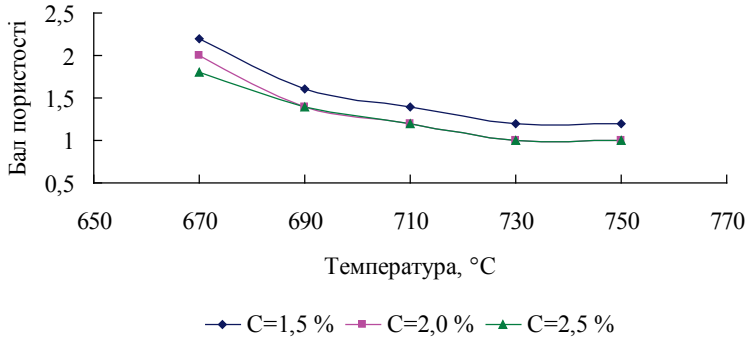

Рис. 7. Залежність балу пористості металу від температури рафінування для різної витрати гранульованого флюсу

Вміст водню в алюмінієвому розплаві, визначений методом першої бульбашки, досягав 0,81–0,76 $см^3$/100 г металу до рафінування та 0,17–0,18 $см^3$/100 г металу після рафінування гранульованим флюсом за вибраних технологічних умов.

Висновки

Запропоновані технологічні умови рафінування алюмінієвих розплавів, отриманих із вторинної алюмінієвої сировини з лаковим і фарбовим покриттям, дозволяють зменшити температуру рафінування на 25–35 градусів, а отже і енерговитрати, зменшити витрату флюсу завдяки його попередньої підготовки шляхом грануляції, знизити газонасиченість розплавів і угар металу.

Виявлені закономірності є основою для вибирання технологічних параметрів плавлення і рафінування вказаної вторинної сировини в промислових індукційних тигельних печах.

Література:

1. Матєрова, І. С. Дослідження способів збирання та переробки вторинної алюмінієвої сировини з лакофарбовим покриттям на поверхні [Текст] / І. С. Матєрова, Т. М. Нестеренко // Мир науки и инноваций : международное периодическое научное издание. – Иваново : Научный мир, 2015. – Вип.2(2). – Т.5. – ЦИТ : m215-207. – С.47–51. – ISSN 2410-6941 (P). – ISSN 2410-6615 (O).

2. Нестеренко, Т. М. Перспективні напрями вдосконалення технології та обладнання для металургійної переробки вторинної алюмінієвої сировини [Текст] / Т. М. Нестеренко // Научные труды SWorld : международное периодическое научное издание. – Иваново : Научный мир, 2015. – Вип.4(41). – Т.5. – ЦИТ : 415-056. – С.41–45. – ISSN 2224-0187 (P). – ISSN 2410-6720 (O).

3. Локшин, М. З. Международная конференция “Алюминий в упаковке” [Текст] / М. З. Локшин, Г. С. Макаров, М. С. Сиротинский // Цветные металлы. – 2003. – №10. – С.96–104. – ISSN 0372-2929.

4. Нестеренко, Т. Н. Технологические особенности переработки алюминиевого баночного лома [Текст] / Т. Н. Нестеренко // Металл и литье Украины. – 2007. – №8. – С.41–42. – ISSN 2077-1304.

5. Нестеренко, Т. М. Виробництво алюмінієвих сплавів з рудної та вторинної сировини [Текст] / Т. М. Нестеренко, О. М. Нестеренко, Г. О. Колобов, В. П. Грицай. – К.: Вища шк., 2007. – 207 с. – ISBN 978-976-642-354-5.

6. Ищенко, А.А. Об использованиии отходов алюминиевой тары [Текст] / А. А. Ищенко, С. И. Андреев, Д. С. Андреев // Металлургия машиностроения. – 2012. – №5. – С.18–20. – ISSN 2075-0773.

7. Курдюмов, А. В. Флюсовая обработка и фильтрование алюминиевых расплавов [Текст] / А. В. Курдюмов, С. В. Инкин, В. С. Чулков, Н. И Графас. – М.: Металлургия, 1980. – 196 с.

Науковий керівник: к.т.н., доц. Нестеренко Т.М.

Статтю відправлено: 04.06.2017 г.

© Нестеренко Т.М., Пилипко М.С.