

Запропонована корисна модель відноситься до складів покривних склофлюсів для захисту кольорових металів при плавленні, спрямована на зменшення втрат металів при цьому процесі і може бути використана при плавленні олов'яних бронз.

На сьогоднішній день олов'яні бронзи завдяки своїм унікальним властивостям - високим антикорозійній, антифрикційній, хімічній стійкості, тепло- та електропровідності та виключно малій усадці знайшли широке застосування, а підчас являються незамінним матеріалом, в різних областях промисловості, науки та техніки для виготовлення складних відливок, які працюють в корозійних середовищах під тиском та при високих температурах (до 280°C), фасонних частин трубопроводів, підшипників та їх вкладишів, тонкостінної арматури з різкими переходами за товщиною, художнього лиття та інш. [1, 2]. Однак при плавленні, яке здійснюють за температурами 915-1050°C, мають місце великі втрати цих металів, внаслідок їх угару та зі шлаками. Ці втрати складають в залежності від способу плавлення, використаної сировини (рудна, або вторинна - лом, стружка), флюсів або інших захисних матеріалів 7-12 мас.% [2-4]. Окрім того, внаслідок окислення знижується якість поверхні бронз, що виплавляються [4, 5].

Одним з найбільш ефективних способів захисту бронз при плавленні являється застосування флюсів, одержаних на основі різних матеріалів: кріоліта, бури, соди, плавикового шпату, легкотопких стекел, хлоридів та інш. [4, 5]. Однак флюси, які використовуються, не задовольняють вимоги промисловості щодо ступеня захисної дії від окислення цих металів та якості їх поверхні, екологічної безпеки, дефіцитності в Україні матеріалів, які входять до їх складу, та інш.

Так, відомі покривні флюси для плавки олов'яних бронз мають у складі, мас. %: 1) SiO₂ 41-47; MnO₂ 25-32; Na₂O 10-15; Al₂O₃ 11-14; 2) SiO₂ 50; Na₂B₄O₇·10H₂O (бура) 30; CuO 20; 3) SiO₂ 10-30; Na₂B₄O₇ (бура) 90-70 [4]. Але завдяки своєму складу вони є відносно легкотопкими, втрати бронз при їх використанні складають вище 8 мас.%, тому вони не забезпечують достатній захист при плавленні цих сплавів. До того ж другий і третій склад, які мають значну кількість бури (30-90%), є досить агресивними до футеровки плавильної печі, як правило, кварцитової або шамотної, чим зменшують в 4-5 разів строк її експлуатації [5, 6].

Відомі також покривні флюси, які застосовуються для захисту олов'яних бронз при плавці, що містять, мас. %: 1) Na₂CO₃ 50, CaF₂ 50; 2) Na₂CO₃ 60, CaF₂ 33, Na₂B₄O₇·10H₂O (бура) 7; 3) Na₂CO₃ 40, CaF₂ 20, SiO₂ 40; 4) деревне вугілля 14-20, склобій 10-16, кріоліт 30-36, кальциновану соду - решта; 5) відходи фосфорного виробництва 45-55, вуглецьвміщуючий матеріал 6-12, SiO₂ 15-25, соду - решта [6-8].

Ці флюси проявляють декілька більшу, ніж попередні, захисну дію (втрати олов'яних бронз при плавці під їх шаром складають 7-8 мас. %), але й вони не забезпечують достатній рівень захисту бронз, мають у своєму складі токсичні та екологічно небезпечні фториди та фосфати, і, як і попередні склофлюси, швидко руйнують футеровку плавильних печей [5].

Найбільш близьким за технічною сутністю та запропонованим технічним рішенням є флюс складу мас. %: бура - Na₂B₄O₇·10H₂O - 63; біл скла - 37 [2, с. 87]. Однак цей покривний флюс не формує достатньо щільного шару покриття, який захищав би розплав бронз від проникнення кисню, тому при його використанні утворюється 10-15% шлаків від маси шихти [2]. До того ж, як було вказано вище, завдяки вмісту великої кількості бури у цьому флюсі - 63 мас. %, він може значно прискорювати руйнування футеровки плавильної печі.

В основу корисної моделі поставлена задача - розробити покривний склофлюс з ефективною захисною дією при плавленні олов'яних бронз, який забезпечує зниження втрат цих металів до 5 мас. % і при одержанні якого не буде використовуватися екологічно небезпечна сировина (фториди, фосфати), а також буде суттєво зменшено вміст бури, агресивної до футеровки печі та дефіцитної в умовах України.

Поставлена задача вирішується шляхом розробки покривного склофлюсу для захисту олов'яних бронз при плавленні, який складається зі склобою та бури і відрізняється тим, що додатково вміщує силікат-глибу при наступному співвідношенні компонентів, мас. %: склобій 20-35, бура 8-25, силікат-глиба 40-70 й при співвідношенні (модулі) 8102 / Na₂O в силікат-глибі 2,3-3,2.

Завдяки присутності у цьому флюсі силікат-глиби у запропонованій кількості цей флюс при температурі інтенсивного окислення (780-870°C) та плавлення (915-1050°C) олов'яних бронз створює щільний газонепроникний шар на їх поверхні, який забезпечує ефективний захист розплаву бронз від окислення. Це є результатом сполучення певних значень температури плавлення флюсу (780-870°C), його в'язкості (10^{2,0}-10^{2,8} Па·с) та розтікання 30-35мм в температурному інтервалі плавлення бронз. Такі показники забезпечуються запропонованим складом склофлюсу на основі склобою та бури з додатковим введенням силікат-глиби-недефіцитного, нешкідливого та дешевого матеріалу, інертного до футеровки печі, при співвідношенні (модулі) в ній SiO₂/Na₂O 2,3-3,2. Це співвідношення відповідає складам силікат-глиби, які за діаграмою стану Na₂O-SiO₂ [9] знаходяться в областях легкотопких евтектик з температурою плавлення 793-846°C. До того ж ці склади силікат-глиб найбільш широко виготовляються українською промисловістю.

В лабораторних умовах виготовлено 5 складів запропонованого склофлюсу, 2 склади склофлюсу за межами та, для порівняння, флюсу - прототипу, що наведені у таблиці 1.

Склофлюси виготовляли шляхом механічного змішування складових компонентів з розміром зерен, що проходять крізь сита №05-07. Доведення часток силікат-глиби до такого розміру здійснювали помелом їх у лабораторному шаровому млині.

В лабораторних умовах визначали: температуру плавлення флюсів, їх розтікання, втрати бронз при плавленні під шаром склофлюсів.

Визначення температури плавлення здійснювали за стандартною методикою згідно ГОСТ 24405-80, а розтікання - по розміру діаметра циліндричного зразка з покривного склофлюсу при температурі плавлення бронзи. Для цього використовували зразки олов'яних бронз Бр05Ц6С5 у вигляді круглих пластин діаметром 50мм товщиною 10мм. В'язкість розплавів визначали розрахунковим методом заміщення Гельгоффа та Томаса [10]. Втрати металу визначали термо-гравіметричними та диференційно-термічними методами.

Показники наведені у таблиці 2, з якої видно, що запропонований скло-флюс, на відміну від прототипу, має на 60-140 °С вищу температуру плавлення 790-870 °С завдяки наявності силікат-глиби з температурою плавлення 793-846°C взаємін зменшення кількості бури з температурою плавлення 741°C. Це сприяє найбільш своєчасному

створенню достатньо щільного захисного скло-розплаву - на стадії інтенсивного окислення олов'яних бронз, яке має місце при таких же температурах й кращому захисту їх поверхні від дифузії газів.

Вказана заміна також позитивно впливає на зменшення інтервалу розтікання з 44мм у прототипу до 31-34мм та на підвищення в'язкості склофлюсу з $10^{1,2}$ Па·с до $10^{2,4}$ - $10^{2,7}$ Па·с. Значення цих показників у сукупності з температурою плавлення покривного склофлюсу з запропонованим співвідношенням компонентів дозволяють створити необхідний розплавлений шар на поверхні олов'яних бронз, який в 1,6-1,7 рази більш надійно, ніж прототип, захищає ці метали при плавленні і внаслідок цього зменшує їх втрати з 7,7 до 4,5-4,8 мас. %.

Відхилення від замовлених меж компонентів покривного склофлюсу веде до погіршення його показників: розтікання (26 або 41мм), температури плавлення (900 або 760°C) та в'язкості ($10^{3,3}$ або $10^{1,5}$ Па·с), які не забезпечують в достатній мірі захист олов'яних бронз при плавленні, що обумовлює зростання їх втрат до 5,9-6,4 мас. %.

Запропонований покривний склофлюс випробуваний при плавленні олов'яних бронз Бр05Ц6С5, Бр03Ц1С4, Бр03Ц8С4Н1 з відходів у вигляді стружки на Харківському дослідному ливарному заводі. Плавку вели в індукційній печі "ІЛО-1.25" під шаром склофлюсу в кількості 2 мас. % впродовж 2-3 годин. Результати показали, що запропонований склофлюс має кращі захисні властивості в порівнянні з відомими, завдяки чому одержані зливки відрізнялися високою якістю, постійністю та чистотою складу. Це дало змогу рекомендувати цей склофлюс до впровадження у виробництво вказаних бронз.

Реалізація корисної моделі в промисловості дозволить вирішити важливу ресурсо- та енергозберігаючу задачу - суттєвої економії дефіцитної та багатокоштовної в Україні сировини для виготовлення олов'яних бронз за рахунок зменшення втрат і підвищення їх якості та реалізації використання відходів (стружки, лому), що також сприятиме покращенню екологічного стану машинобудівних підприємств.

Джерела інформації:

1. Металознавство: Підручник /О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко та інш. - Київ: Політехніка, 2002. - 283 с.
2. Купряков Ю.П. Производство тяжелых цветных металлов из лома и отходов. - Харьков: ХГУ, 1992. - 398 с.
3. Липницкий А.М., Морозов И.В., Яценко А.А. Технология цветного литья.-Л.: Машиностроение, 1986.
4. Цветное литье. Справочник / Под общей ред. Н.М. Галдина - М.: Машиностроение, 1989. - 528 с.
5. Поручиков Ю.П., Мысик Р.К., Титова А.Г. Особенности полунепрерывной разливки меди с применением покровных материалов.- М.: Цветметинформация, 1979, - 297 с.
6. Пикунов М.В. Плавка металлов. Кристаллизация сплавов. Затверждение отливок. Учебное пособие - М.: МИСИС, 1997. - 377 с.
7. Покровный флюс для сплавов на основе меди: Патент 897873 СССР, С 22 В 9/10, С 22 С 1/06 / Научно-исследовательский институт автотранспортных материалов. Б.Л. Кузнецов и др. (СССР). - №2713982/22-02; Заявл. 17.01.79; Опубл. 15.01.82, Бюл. №2.
8. Флюс для обработки сплавов цветных металлов: Патент 1217904А СССР, С 22 В 9/10, С 22 С 1/06 / Всесоюзный проектно-технологический институт литейного производства и Ленинградский НИИ основной химической промышленности. Г.Ф. Дворецкая и др. (СССР). - №3776384 /22-02; Заявл. 03.08.84; Опубл. 15.03.86, Бюл. №10.
9. Физическая химия силикатов: Учебник для студентов вузов / Под ред. А.А. Пашенко - М.: Высш.шк., 1986. С.214.
10. Матвеев М.А., Матвеев Г.М., Финкель Б.Н. Расчеты по химии и технологии стекла. Справочное пособие. - М.: Стройиздат, 1972. - 239 с.

Таблица 1

Склад флюсу, мас. %	Флюс - прототип	Флюс за межами	1	2	3	4	5	Флюс за межами
Скловії	37	40	30	20	35	25	33	15
Бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	63	30	20	10	25	20	9	6
Силікат-глиба	-	30	50	70	40	55	58	79

Таблица 2

Властивості	Флюс - прототип	Флюс за межами	1	2	3	4	5	Флюс за межами
Температура плавлення, °С	730	900	860	790	820	830	870	760
В'язкість, Па·с	$10^{1,2}$	$10^{3,3}$	$10^{2,6}$	$10^{2,4}$	$10^{2,5}$	$10^{2,5}$	$10^{2,7}$	$10^{1,5}$
Розтікання, мм	44	26	31	34	32	32	31	41
Втрати бронз при плавленні, мас. %	7,7	6,4	4,7	4,5	4,6	4,6	4,8	5,9