

Отже із флюсової суміші (8,02% LiF; 18,46% NaF; 73,52% ZrF₄) можна теоретично перевести до алюмінієвого розплаву ту кількість цирконію, яка складає 43,4% від маси суміші.

Література:

1. Москвитин В. И. Термодинамические основы алюминотермического восстановления циркония из ZrO₂ в хлоридно-фторидных солевых расплавах / Москвитин В. И., Попов Д. А., Махов С. В. // Цветные металлы. – 2012. – № 4. – С. 43–46. – Библиогр.: 6 названий.
2. Деклараційний патент на корисну модель № 10924, С22С1/06, С22В9/16 Модифікатор алюмінієвих сплавів / Чернега Д. Ф., Сороченко В. Ф., Іванченко Д. В. – Заявл. 10.06.2005; опубл. 15.12.2005, Бюл. №12, 2005.
3. Thoma R. E. The Condensed System LiF-NaF-ZrF₄-Phase Equilibria and Crystallographic Data / Thoma R. E., Insley H., Friedman H. A., Hebert G. M. // Journal of chemical and engineering data. – 1965. – №3. – P. 219-230. – Bibliogr.: p. 230 (21 titles).
4. Williams D. F. Assessment of candidate molten salt coolants for the advanced high-temperature reactor (АНТР) / Williams D. F., Toth L. M., Clarno K. T. // Tennessee: Oak Ridge, 2006. – P. 86. – Bibliogr.: p. 62 – 66 (77 titles).

**Калюжний П.Б., Ворон М.М., Михнян О.В., Нейма О.В.,
Тимошенко А.М., Янголь О.А.
(ФТІМС НАН України, м. Київ)
ВИКОРИСТАННЯ 3D-ДРУКОВАНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ
ВИГОТОВЛЕННЯ ОБОЛОНКОВИХ КЕРАМІЧНИХ ФОРМ
E-mail: kpb.ptima@gmail.com**

Для одержання складнопрофільних тонкостінних виливків з високотемпературних сплавів (зокрема, на основі титану) в одиничному та малосерійному виробництві перспективною є технологія лиття в керамічні оболонкові форми з використанням пластикових, порошкових, фотополімерних моделей, виготовлених за допомогою адитивних технологій (3D-друку).

Авторами роботи було відібрано та досліджено зразки разових моделей різної конфігурації, що виготовлені методом 3D-друку, з наступних видів широко розповсюджених матеріалів: полілактиду (PLA), акрилонітрілбутадієнстиролу (ABS), полікарбонату (PC), поліетилентерефталату (PET), кополіетилентерефталату (Co-PET), поліаміду PA-12 та фотополімеру. При виборі матеріалів 3D-друкованих моделей враховували такі характеристики, як розмірна точність, чистота поверхні, зольність, коефіцієнт термічного розширення при випалюванні, міцність, усадка та вартість. Встановлено, що найкращу якість поверхні мають зразки з поліаміду PA-12 та фотополімеру, а найкращу розмірну точність та низьку усадку – PLA пластик.

Для проведення лабораторних випробувань була виготовлена партія керамічних оболонок за даними моделями. Керамічні форми виготовляли на основі корунду за технологічними етапами сучасного способу лиття за моделями, що витоплюються. Для видалення моделей з керамічних форм запропоновано та випробувано спосіб двохетапного випалювання.

Первинне випалювання виконували в камері лабораторної сушильної електрошафи СНОЛ 67/350 протягом 2 годин. Форми одночасно завантажували та піддавали термічному обробленню при поступовому підвищенні температури від 20 до 350 °С з метою компактування, розм'якшення, розкладання та первинного газовиділення матеріалу моделей. При цьому моделі з PLA пластику майже повністю газифікувалися з невеликим зольним залишком. Пластики PC, PET, Co-PET частково витоплювалися, не призводячи до розтріскування оболонок, тоді як моделі з ABS, поліаміду PA-12 та фотополімеру не витоплювались, а викликали розтріскування керамічних оболонок внаслідок неконтрольованого тиску газів всередині форми та підвищеного термічного розширення моделей. Для уникнення цих дефектів рекомендується друкувати моделі з неповним заповненням та використовувати вихідні канали та промивники в оболонковій формі.

Високотемпературна фаза випалювання (2 етап) проводилася в електричній муфельній печі марки СНОЛ-1,6.2,5.1/11-И2 одночасно з процесом

прожарювання оболонки форми за режимом: нагрівання до температури 1000...1100 °С зі швидкістю 120...130 °С/год і наступною витримкою протягом 2-х годин. В інтервалі температур 500...600 °С спостерігалось підвищене газовиділення. Високотемпературний етап випалювання дозволяє в повній мірі видалити залишки модельного матеріалу з форми.

На основі отриманих результатів було розроблено оптимальні з технологічної точки зору режими видалення обраних полімерних моделей з керамічних форм, а саме, двохетапне випалювання моделей в термічній печі.

З урахуванням проведених досліджень, а також екологічності та вартості для виготовлення разових моделей можна рекомендувати полілактид PLA, зниження шорсткості якого може бути досягнуто за рахунок нанесення тонкого шару воскоподібного матеріалу. PLA є одним із найбільш широко використовуваних термопластиків й повністю біорозкладним матеріалом, який при випалюванні газифікується без виділення їдких речовин.

З обраного матеріалу способом 3D-друку було виготовлено модель ендопротезу «вертлюжної западини» тазової кістки, за якою отримано керамічну форму та проведено заливання титановим сплавом ВТ 1-0 в електронно-променевої ливарній установці ЕПЛУ-4.

Квасницька Ю.Г., Максютя І.І., Михнян О.В., Нейма О.В.
(ФТІМС НАН України, м. Київ)

**ВПЛИВ ФІЛЬТРУВАННЯ РОЗПЛАВІВ ЖАРОМІЦНИХ
СПЛАВІВ НА РІВЕНЬ ЗАСМІЧЕНОСТІ ПРИ ЗАЛИВАННІ В
ОБОЛОНКОВІ ФОРМИ, ОТРИМАННІ З ВИКОРИСТАННЯМ
ПІС МОДЕЛЕЙ**

E-mail: mixnyan@ukr.net

З метою вдосконалення процесу рафінування багатокomпонентних жароміцних сплавів проводиться аналіз отриманих результатів дослідно-промислових випробувань розроблених композицій керамічних фільтрів та технологічних особливостей їх використання у складі конструкцій внутрішньо-