

Комплексномодифікована ливарна кераміка при литті за моделями, що видаляються

О. В. Михнян, О. В. Нейма

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

Відомо, що технологічним прийомом, що дозволяє отримувати такі складно-профільні деталі, як соплові та робочі лопатки ГТУ, є на даний час використання одноразових багат шарових оболонкових форм з моделями, що виплавляються (спосіб ЛВМ). Однак цей спосіб стає менш ефективним при зростанні габаритів моделі (від 400 мм і вище).

Підвищення розмірної точності деталей, чистоти поверхні виливків, зниження шорсткості можна досягти при застосуванні способу лиття в більш термостійкі, модифіковані комплексами металевих порошків алюмінію і кремнію, оболонкові форми з вогнетривів на основі корунду з використанням моделей, що попередньо видаляються (розчиняються чи випалюються) зі спіненого полістиролу (ППС).

Представлено дослідження щодо оптимізації процесу лиття при отриманні лопаток силових турбін серійного агрегату ДУ80 із більш високотемпературного сплаву типу ХН57КВІУТМБРЛ-ВІ, додатково легованого активними тугоплавкими елементами талієм і ренієм. Підвищення термічної і хімічної стійкості керамічної оболонки форми, що є предметом багаторічних спільних дослідницьких розробок ДП НПКГ “Зоря” – “Машпроект” (м. Миколаїв) та ФТІМС НАНУ. Проведено комплекс експериментів для визначення оптимальних температурно-часових параметрів як процесу розчинення ППС моделей в різних розчинниках (об’ємна швидкість, витратний коефіцієнт) так і параметрів процесу видалення моделей шляхом одно- або двоетапного випалювання, або комбінації цих способів в залежності від типу деталі.

В якості формувальної композиції оболонкових форм обрано розроблену комплексномодифіковану вогнетривку суміш на основі мікропорошку М10 електрокорунду білого марки 24А (ГОСТ 28818-90), модифікована порошками алюмінію АСД-4 (ТУ 48-5-226-82), кремнію Кр-1 (ГОСТ 2169-69), в якості в’язучого – гідролізований етилсилікат 40 (ТУ 2435-427-057 63441-2004). При виготовленні оболонкової форми використовували регламент ТІ 260-424-91, прийнятий до серійного виробництва форм на підприємствах машинобудування. Моделі виготовляли з пінополістиролу марки ПСБ-25 (EPS-EN13163) за ДСТУ Б EN 13163-2013 щільністю 25 кг/м³ і зі значно міцнішого екструдованого ППС марки 4000 CS (XPS СТО 72746455- 3.3.1-2012) щільністю 35 кг/м³.

Для визначення термо-кінетичних параметрів процесу розчинення, враховуючи результати попередньо проведених робіт, в якості розчинників

були взяті найбільш екологічноприйнятні, такі як живичний та технічний скипидари і розчинник № 646, ГДК яких складає відповідно 300 і 150 мг/м³. Досліди проводились за температур 20, 25, 35 °С. В якості прикладу на рис. 1 наведено результати досліджень кінетики розчинення найбільш прийнятного за характеристиками міцності для виготовлення габаритних моделей з екструдованого полістиролу.

Перспективним для моделей великого об'єму може бути метод випалювання, який є доцільним виконувати у два етапи. З метою ініціації первинного газовиділення при початку термічних деструктивних змін ППС моделей, перший етап випалювання із готових форм виконували в сушильній камері СНОЛ 67/350 в інтервалі 50 – 350 °С. При нагріванні фіксували різке зменшення об'єму ППС моделей і, відповідно, збільшувалась їх об'ємна густина. Другий високотемпературний етап випалювання проводився в печі опору марки СНОЛ 7,2/900 одночасно з процесом відпалу оболонки форми за режимом: нагрівання до $t = 700 - 750$ °С зі швидкістю 120 – 130 °С за годину, витримка – 2 години. В інтервалі 500 – 550 °С спостерігали подальше газовиділення залишків модельного матеріалу. Така помірна швидкість нагріву дає змогу запобігти надмірному утворенню негазифікованого залишку на внутрішній поверхні прошарку форми, що знижує можливість утворення ливарних дефектів.

Дослідження за допомогою металографічного, мікрорентгено-спектрального, газового аналізу виливків, отриманих в комплексномодифікованих формах та в форми з вогнетривкої суміші, виготовлених за стандартними методами, показали значне зменшення (від 60 до 20 мкм) глибини контактної зони метал-форма. Не виявлено збіднення основними легуючими елементами – алюмінієм, кобальтом, нікелем, хромом приповерхневого шару, практично відсутня зона газової пористості (рис. 2).

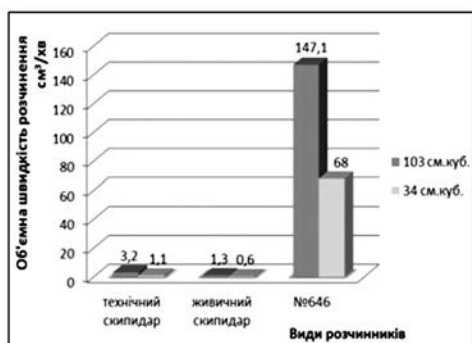


Рис. 1. Залежність об'ємної швидкості розчинення екструдованого ППС ($\rho=35$ кг/м³) від видів розчинників. Т розчинника = 20 °С .

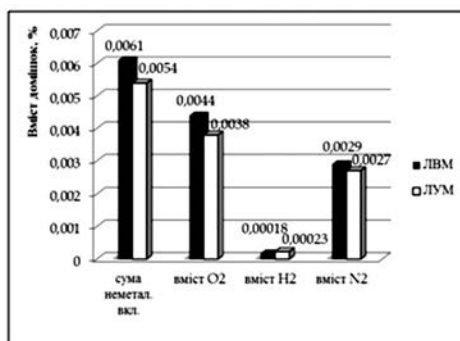


Рис. 2. Порівняльна характеристика чистоти приповерхневої зони (за вмістом газів) виливків, отриманих методом лиття за моделями, що виплавляються, та моделями, що видаляються.

Точність виливків, отриманих за розробленим процесом, підвищена в середньому на один клас. Обґрунтувати це можна тим, що, по-перше, усадка моделей з пінополістиролу складає усього 0,03 – 0,04 %, тобто, розміри моделей максимально наближені до робочих розмірів прес-форм, що істотно

впливає на точність виливків та зменшує витрати на механічне оброблення. По-друге, вогнетривкі оболонки, одержувані з комплексно-модифікованої корундової кераміки значно міцніше оболонок, виготовлених за стандартним регламентом для ЛВМ, а значить і більш стабільні на геометричні розміри. Звуження контактної зони метал-форма, що спостерігається в дослідних виливках, є наслідком більшої хімічної стійкості розробленого складу формувальної суміші при здійсненні процесів розчинення та випалювання ППС моделей.

УДК 669.295.7

Вплив дробоструменевої обробки поверхні та відпалу на властивості втомленості сплаву γ -TiAl

О. В. Бердова-Бушура

Національний технічний університет України «КПІ», Київ

Новий клас сплавів на основі γ -TiAl є перспективним для виготовлення деталей авіаційних апаратів та двигунів нового покоління. Вони мають унікальні властивості, такі як: висока температура плавлення (1460 °C), низька щільність (3,8 – 4,0 г/см³), висока жаростійкість та опір повзучості при підвищених температурах (600 – 800 °C), високі значення модуля пружності ($E = 170$ ГПа при 20 °C), висока стійкість до окислення. За питомою міцністю сплави γ -TiAl, в інтервалі температур 600 – 850 °C, в залежності від структурного стану можуть перевершувати всі традиційні конструкційні матеріали.

В останні роки більшість досліджень в області сплавів γ -TiAl зосереджені на підвищенні їх механічних властивостей. Одним з ефективних методів поверхневого зміцнення титанових сплавів є дробоструменева обробка поверхні.

Однак, для нового класу сплавів досі не вивчено вплив такого методу зміцнення на властивості втомленості. Тому метою роботи було встановлення впливу дробоструменевої обробки поверхні сплаву Ti-Al45, легованого 5 ат. % Nb, на властивості втомленості та вплив термічної обробки.

Досліди проводились на γ -TiAl сплаві Ti-45 ат. % Al із високим вмістом ніобію 5 ат. %. В якості термічної обробки використовували відпал, який проводили 100 годин при 700 °C. Випробування втомленості проводилися при кімнатній температурі і при частоті симетричного циклу 60 Гц. Для цих випробувань були виготовлені зразки діаметром ~ 8,5 мм і довжиною ~ 50 мм. Дослідження тріщин втомленості були виконані на растровому електронному мікроскопі Tescan TS 5130SB при напрузі 15 кВ.

*Робота виконана під керівництвом проф. Михаленкова К.В.