

VII Науково-практична конференція молодих вчених України «Нові ливарні технології і матеріали у машинобудуванні»

29 – 30 травня 2018 р. відбулась традиційна Всеукраїнська конференція молодих вчених з питань металознавства, ливарного виробництва і металургії. Конференція присвячена 60-річчю Фізико-технологічного інституту металів і сплавів НАН України і 100-річчю Національної академії наук України. У роботі конференції взяли участь понад 60 учасників, заслухано 28 доповідей, підбито підсумки конкурсу робіт молодих науковців на здобуття премій імені видатних вчених – В. О. Єфімова, А. А. Горшкова, М. П. Брауна.

Найбільш змістовні матеріали конференції редакція журналу пропонує увазі читачів.



Відкриття конференції, д-р техн. наук, професор С. Є. Кондратюк, д-р техн. наук, професор А. М. Верховлюк.

УДК 669.245.018:629

Комбінація способів видалення моделей для отримання виливків відповідального призначення

Нейма О.В.

Перша премія ім. А. А. Горшкова



При виготовленні виливків типу лопаток ГТД з жароміцних сплавів способом лиття в оболонкові керамічні форми за моделями, що витоплюються (ЛВМ) проблемним є забезпечення заданого профілю і якості поверхні лопатки. Загальна кількість браку деталей може бути зменшена за рахунок застосування пінополістиролових (ППС) моделей.

Проте, при цьому на внутрішніх поверхнях керамічних багатошарових оболонкових форм можуть виявлятися специфічні дефекти в місцях скупчення залишків розплавленого або розчиненого ППС. Причиною цих дефектів може бути відрив мікрочастинок кераміки від поверхні форми під час попереднього видалення моделей (випалювання або розчинення). Такі види браку можливо суттєво зменшити при застосуванні ППС моделей з підвищеними характеристиками міцності (екструдований ППС) або моделей з шорсткістю поверхні не нижче шостого класу по ДСТУ ГОСТ 25142: 2009. Виходячи з цього досліджували можливість поліпшення поверхні ППС моделей нанесенням тонкого шару легкоплавкого модельного восковмісного складу, тобто комбінуванням способів ЛВМ і випалювання або розчинення. При цьому способом ливникова система з метою мінімізації використовуваної маси ППС для зменшення зольного залишку, виконувалася з восковмісної модельної маси КС-5А фірми «Каріон», у той час як форми для лопаток виготовляються за допомогою ППС моделей, покритих восковмісним модельним складом.

З підвспененого полістиролу марки ПСБ-25 густиною 25 кг/м^3 в автоклаві ГП-400 були виготовлені моделі робочої лопатки двигуна ДУ 80. Для забезпечення потрібної чистоти поверхні керамічної оболонки форми, а відповідно, і литої деталі, були випробувані три види покриттів: моделі занурювали в розплавлений парафін марки Т-1, а також у воскоподібну модельну масу «Велен 1» і 3 % -й розчин каніфолі в спирті. Занурювали 3 рази з витримкою 5 хвилин для висихання. Шар покриття товщиною 0,2 – 0,7 мм, на поверхні моделі забезпечує гарантований припуск на механічне оброблення деталей та зниження їх шорсткості.

За отриманими моделями виготовлено оболонкові керамічні форми з комплексно модифікованої кераміки. На першому етапі технологічного циклу витоплювали модельну масу з поверхні моделей та ливникову систему. Після витоплювання утворюється технологічний зазор, що компенсує термічне розширення ППС-моделей. На другому етапі після виплавки покриття, блок завантажили в термічну піч камерного типу чашею вниз для випалювання ППС. Температура завантаження в піч становить $20 - 25 \text{ }^\circ\text{C}$ з підйомом температури $100 \text{ }^\circ\text{C/год}$. Через годину витримки при $750 \text{ }^\circ\text{C}$ блоки охолоджували з пічю до кімнатної температури. Форму сушили при температурі $200 \text{ }^\circ\text{C}$ та завантажували на попереднє прогартування при $850 - 900 \text{ }^\circ\text{C}$ в камерну піч на 8 – 10 годин з наступним заливанням новим розробленим сплавом СМ88У ВІ (ХН57КВЮТМБРЛ) в вакуумно-індукційній установці УППФ-2. Результати візуального контролю відлитої деталі підтвердили мінімізацію взаємодії внутрішньої оболонки форми з розплавом.

За результатами досліджень щодо можливостей застосування комбінування в одному процесі способів ЛВМ і лиття за ППС-моделями, що видаляються при нагріванні (випалюванні), можна виділити наступні переваги:

- завдяки поступовій усадці матеріалу під час термокомпактування при обраних швидкостях нагріву форми з моделлю, вдалося уникнути

інтенсивного газовиділення та термічного розширення ППС, що могло стати причиною утворення тріщин керамічних шарів. Крім того, виготовлення ливникової системи за допомогою воскових моделей, що витоплюються, знижує масу ППС, зменшуючи тим самим можливу кількість зольного залишку;

- дослідження якості отриманих виливків дозволило констатувати як істотне звуження контактної зони метал-форма (з 80 до 20 мкм), так і відсутність поверхневих плівок і мікропористості; проведений в режимі сканування аналіз приповерхневої зони методом МРСА не виявив відхилень розподілу в сплаві активних легуючих елементів Ti, Al, Cr, які є утворювачами основних складових структурних елементів: γ -твердого розчину на основі Ni-Cr, дисперсної зміцнюючої γ' -фази на основі Ni₃Al, Ti карбідів;

- дослідження мікроструктури контактної зони «метал-форма» показало, що рівень вмісту неметалевих включень (нітридів, оксидів) нижче допустимого регламентними документами, що свідчить як про відсутність взаємодії розплаву з залишковими продуктами деструкції ППС-моделей (зольний залишок), так і з формою з комплексно модифікованої кераміки.

Розроблені технології можуть бути використані в серійному виробництві габаритних лопаток ГТД з висотою профілю пера понад 300 мм, для яких воскові моделі не забезпечують достатньої міцності при виготовленні форми. Комбінована технологія може сприяти зниженню тріщиноутворення форм та зменшенню трудовитрат на механічну обробку деталей за рахунок підвищення їх геометричної точності (в середньому на 1 – 2 класи) і зниженню шорсткості (з $R_a = 6,0 - 3,2$ мкм (без нанесення покриття) до $R_a = 3,2 - 1,6$ мкм).

УДК 669.18:621.771:621.74

Проблеми розвитку промислового використання технології двовалкового лиття-прокатування алюмінієвих та залізвуглецевих сплавів

І. Р. Баранов

Друга премія ім. А. А. Горшкова



Технологія дво валкового лиття металу є одним з найбільш перспективних та ефективних засобів промислового виробництва тонкого металевого прокату. До переваг цієї технології слід віднести малу довжину технологічної лінії, з використанням дво валкової ливарно-прокатної машини, що значно зменшує витрати на капітальне будівництво, а також значну економію до 80 – 89 % енергоресурсів за рахунок скорочення або взагалі