

Ясюков В.В., Лисенко Т.В., Тур М.П.
(НУ «Одеська політехніка», м. Одеса)
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПОВЕРХНІ ВИЛИВКІВ
E-mail: tyrmp15@gmail.com

Підвищення експлуатаційних властивостей деталей, зазвичай, досягається складними, дорогими, нетехнологічними методами. Тому актуальним для сучасного машинобудування та його основної заготівельної бази – ливарного виробництва – є вирішення проблеми підвищення точності та експлуатаційної надійності литих деталей шляхом покращення службових властивостей та, водночас, високої економічної ефективності процесу. Слід враховувати також, що підвищення якості та службових властивостей виливки має сенс лише, коли термін її служби узгоджується з терміном служби виробу, складовою якого вона є.

Особлива увага приділяється якості поверхні лиття, оскільки знос та руйнування навантажених деталей починається з поверхні. При цьому якість поверхні необхідно оцінювати величиною нерівностей (при бездефектності та однорідності) та будовою поверхневого шару. Виливки з параметрами шорсткості R_a менше 2,5 мкм необхідні тонкорельєфних поверхонь з виступами від 0,5 до 5 мм (склоформи, художнє лиття, прес-форми для лиття під тиском); для виливків (колеса відцентрових насосів, лопатки парових та газових турбін, охолоджувані поршні двигунів внутрішнього згоряння за технологією downsizing, хвилеводні елементи НВЧ-радіоприладів, клапанні плити компресорів холодильних машин), що працюють в контакті з рухомими рідкими та газовими. Низькі значення шорсткості поверхні покращують механічні властивості, зменшують термонапруги, підвищують корозійну стійкість, покращують характеристики литих деталей, що працюють при циклічних навантаженнях. Так, збільшення R_a від 2,5 до 10 мкм змінює межу витривалості σ_{-1} для сталі 30ХНМЛ від 550 до 190 МПа. Вплив якості поверхні на σ_R проявляється тим сильніше, чим вищі характеристики міцності сталі. Якщо отримувати поверхні з малими нерівностями обробкою різанням, то крім витрат видаляється поверхневий шар виливка з

підвищеними механічними властивостями. До того ж малі припуски ускладнюють механічну обробку.

Тонкорельєфні поверхні ($Ra = 2,5$ мкм) можуть бути отримані литтям у роз'ємні керамічні та керамізовані форми. У цій технології використовуються багаторазові моделі із деревини, металу, пластмас. Моделі з епоксидної смоли більш переважні з огляду на низьку адгезію холодногеліної кераміки при виготовленні форм. Якість поверхні виливків залежить від якості поверхні форми, здатності розплаву відтворювати цю поверхню та процесів взаємодії на межі розділу метал – форма. Ці параметри в досить широких інтервалах можуть змінюватись залежно від керованих технологічних факторів:

- оптимізація товщини керамічного облицювання двошарової форми. Чим тонший шар кераміки, тим кращі умови його дегазації та менша ймовірність утворення газових раковин на поверхні виливки;

- зменшення товщини керамічного шару досягається нанесенням гідрофобного покриття на піщану основу (опорний шар форми);

- управління процесом структуроутворення кераміки – співвідношення інгредієнтів, швидкість видалення летких при огелюванні, зв'язок між умовами випаровування та тріщиноутворення поверхневого шару кераміки, тобто. формуванням мікроструктури;

- зміна параметрів термообробки форми перед заливкою металу;

- застосування вогнетривких наповнювачів суспензії з різною хімічною природою (кислі, основні, нейтральні).

Перелічені фактори не вичерпують можливості цієї технології, яка з розширенням номенклатури виливків удосконалюється та видозмінюється. Так, наприклад, з метою здешевлення процесу можна використовувати часткову керамізацію поверхні форми або формувати робочу поверхню виливки керамізованим стрижнем.

Внутрішні порожнини виливків із середнім відхиленням профілю менше 2,5 мкм можуть бути отримані при композиційному литті з використанням металевих оболонок, виготовлених різними методами: твердофазним спіканням

суспензій пластифікованих, гальванічним осадженням на стрижні з органічних матеріалів або легкоплавких сплавів. Ця технологія дозволяє керувати будовою та властивостями поверхневого шару. При виготовленні оболонок твердофазним спіканням, наприклад, регулюються розмірна точність, точність конфігурації та просторові відхилення виливків.

При розробці та підтримці технології твердофазного спікання використовували такі фактори:

- підготовка дисперсної фази, визначення гранулометричного складу, коефіцієнт упаковки;
- застосування дисперсійного середовища, що забезпечує необхідну седиментаційну стійкість суспензії;
- технологічні властивості суспензій;
- параметри випалу, що впливають на вогневу усадку оболонок, їх газотворність, якість поверхні, міцність;
- можливість використання як дисперсної фази високовогнетривких матеріалів – циркону, дистенсилліманіту, хромомангнетиту, хромистого залізняку;
- при використанні металевих оболонок, одержуваних твердофазним спіканням суміші порошків, важливим фактором є можливість заповнення пор оболонок рідким металом виливки в процесі заливання форми. Якісний композиційний вилівок буде в тому випадку, якщо металокерамічна оболонка зварюється з матричним металом, утворюючи безперервний дифузійний перехідний шар. Найчастіше ці дифузійні взаємодії визначаються дефектами кристалічної структури. Контактна зона повинна бути однорідною та керованою за геометричними параметрами та властивостями, де протікають складні фізико-хімічні процеси при нестационарному тепловому режимі. Ця стадія є найменш прогнозованою через наявність граничних, температурних і геометричних бар'єрів.

Для отримання композиційних виливків із заданою структурою займистого шару Ra в межах 1,25-2,5 мкм пред'являються вимоги до композиції з пористих металокерамічних оболонок (ПМКО), об'єднаних рідким чавуном, що заливається

у форму. Найбільш ймовірно є етапом формування перехідної зони між ПМКО та рідким металом. Необхідні умови заповнення пор металокераміки – прогрівання оболонок до 0,8-1,0 температури кристалізації розплаву, що можна отримати рахунок нагрівання печі, температури заливки, підігріву ливарної форми перед заливкою, перепуску металу, збільшення товщини шару розплаву до товщини металокерамічної оболонки. Перераховані технологічні заходи ускладнюють та здорожчають процес, впливають на якість виливків.

Для стабілізації режимів консолідації перехідної зони було проведено наномодифікування чавуну карбонітридом титану (TiCN) у кількості 0,03% від чавуну. Міцність на зріз з'єднання кераміки з матричним металом зросла на 18–20%. Найбільш високі показники міцності отримані при температурі заливання 1420 °С. Відзначено низьку чутливість чавуну до коливань хімічного складу та тривалість модифікуючого ефекту при витримці металу в ковші. Склад ПМКО – суміш порошків, що відповідає хімічному складу мартенситно – старіючої сталі 03Н18К9М5Т, матриця – сірий чавун СЧ21 – 40.

Література:

1. Рудской А.И. Нанотехнологии в металлургии. – С.-Петербург: Наука, 2007. – 186 с.
2. Концепция управления формообразованием отливок / Сост. Т.В. Лысенко, В.В. Ясюков, И.В. Прокопович. – Одесса: Экология, 2019. – 272 с.