

УДК 621.74.

Тошева О. Ю., Кочешков А. С., Самарай В. П.

## ПИТАННЯ ЯКОСТІ ВИЛИВКІВ ІЗ СПЛАВІВ КОЛЬОРВИХ МЕТАЛІВ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ВИТОПЛЮЮТЬСЯ

В більшості випадків виготовлення виливків із сплавів кольорових металів проходить за допомогою спеціальних методів лиття. Великий відсоток складає процес лиття за моделями, що витоплюються (ЛВМ). Через використання значної кількості операцій у такому виробництві та номенклатури виробів, цей спосіб отримання виливків є складним.

Не дивлячись на успіхи вітчизняних та зарубіжних фахівців, які вирішили ряд теоретичних та практичних питань з проблеми лиття, що, в свою чергу, дало можливість спроектувати та використовувати програмне забезпечення для впровадження в ливарному виробництві, деякі питання так і залишаються не вирішеними, і не розвиваються в повній мірі [1–3]. Отже, цей напрям досліджень є вельми актуальним.

Метою роботи є розгляд основних питань виробництва за способом ЛВМ, а також визначення шляхів запобігання виникненню дефектів та їх мінімізації або взагалі уникнення.

На підприємствах використовуються застарілі директивні інструкції, які базуються на спрощенні виробничих процесів та методів виробництва.

Аналіз літератури за проблемою управління якістю виливків показує, що будь-яка робота з цієї теми має за основу (в явному, або частіше всього, в неявному вигляді) одну із концептуальних оптимізаційних моделей [4].

Перша модель складається з задачі управління якістю виливків при знаходженні умов реалізації технологічного процесу або набору параметрів якості  $P$  при одночасному скороченні до мінімуму їх коливань можливих значень, тобто знаходженні умов при яких:

перша умова

$$P \Rightarrow \text{extr}; \Delta P = \text{var}(P) \Rightarrow \text{min}; \quad (1)$$

друга забезпечує екстремум певного параметру:

$$P \Rightarrow \text{extr}; \quad (2)$$

третья – роз'єднана, для стабілізації рівня якості:

$$P \Rightarrow \text{const}; \text{var}(P) \Rightarrow \text{min}. \quad (3)$$

Ці концептуальні моделі відповідно називають: повною, усіченою та моделлю стабілізації рівня якості виливків. Більша кількість матеріалів з керування якістю виливків виконані в рамках другої та в невеликій степені третьої моделей. Є сенс і необхідність намагатися побудувати та застосувати всі 3 різновиди моделей для покращення загальних характеристик виливків [4].

За інформаційними джерелами можна виділити наступні групи дефектів точних виливків за технологією ЛВМ:

Поверхневі дефекти:

- підвищена шорсткість виливків;
- заливи, нарости, «гребінці», тріщини;

Внутрішні дефекти:

– засмічення (відкриті, або закриті порожнини в тілі виливка, заповнені матеріалом форми);

- усадкові раковини і поруватість;
- газові раковини.

Дефекти порушення геометричних розмірів та конфігурації виливка:

– нестабільність усадки модельної композиції і деформації форми в процесі прожарювання, подутість.

Невідповідність хімічного складу і структури сплаву:

– відхилення в складі шихтових матеріалів, порушення режимів плавки сплаву і режимів охолодження виливка у формі [5].

Слід зауважити, не є правильним, що дослідники переважно не враховують частину дефектів, таких, як «водяні потоки», тріщини, «корольки», пригар тощо.

Значний вплив на якість виливків має ливниково-живильна система. Правильно запроєктована вона повинна задовольняти наступним основним вимогам і забезпечувати наступне.

1. Заповнення форми металом, вловлювати домішки.
2. Отримання виливка з точними розмірами, без поверхневих дефектів у вигляді засмічень, шлакових включень та ін.
3. Технологічність блоку моделей та виливків на всіх операціях процесу від формоутворення до відрізання виливків від ливникової системи.
4. Найбільший вихід придатного литва, при цьому маса, розміри ливникової системи повинні бути якнайменші.
5. Конструкції ливникових систем, які застосовуються на практиці залежать від роду сплаву, від вимог до виливків, від їх розмірів, конфігурації, маси, складності, від товщини стінок та ряду інших факторів [6].

Також однією з основних характеристик та фактором впливу на дефектність є рідкотекучість сплаву. Для оцінки цієї властивості використовують різноманітні проби, наприклад:

- проба Кюрі;
- проба Руффа;
- U-подібна проба.

Заповнення перетинів форми залежить від властивостей сплаву (його хімічного складу і структури). Суттєво на рідкотекучість впливає в'язкість розплаву, що в свою чергу залежить від хімічного складу та температури заливання форми.

При зниженні температури розплаву нижче температури ліквідус відбувається кристалізація розплаву по всьому об'ємі. В результаті підвищення в'язкості погіршуються умови живлення і знижується рідкотекучість, сплав охолоджується. Для забезпечення оптимальних умов живлення до розплаву прикладається значний тиск, такий тиск створюється при відцентровому литті та вакуумному заливанні [7].

Для виробництва виливків, за літературними даними, було випробувано понад 250 модельних композицій. Їх властивості в значній мірі визначаються технологічним процесом лиття та вибором устаткування, що використовується. В зв'язку з цим до модельних композицій пред'являються ряд вимог, які включають фізико-механічні, хімічні, технологічні, техніко-економічні та санітарно-гігієнічні показники, що є конкретними для кожного випадку.

Зокрема у машинобудівному, художньому та стоматологічному виробництві використовуються модельні композиції, які мають такі основні складові:

Воскоподібні: парафін, стеарин, церезин, білий бджолиний, карнаубський, пальмовий воски), озокерит (мінеральні та синтетичні складові);

Смоли, одно- і багатокомпонентні, їх можна умовно розділити на наступні групи:

- легкоплавкі на основі воскоподібних речовин: каніфоль, даммара, канадський бальзам, копал, шелак;
- тугоплавкі на основі пластмас: поліетилен, поліетиленовий віск, етилцелюлоза, пінополістирол;
- розчинні: карбамід, неорганічні солі, тощо.

Кожна модельна композиція має свої точки солідус та ліквідус – перша відповідає температурі при якій вона розплавляється, друга – температурі при якій твердіє. Між цими точками є температурний проміжок, який дає можливість легко оброблювати модельну композицію, називається він інтервалом пластичності [8].

Фізико-хімічні властивості модельних композицій та шорсткість поверхні моделей, що витоплюються в значній мірі визначають якість виготовлених виливків. Прес-форма та модельна композиція мають такі теплофізичні характеристики: низькі теплопровідність та високу теплоємність [9]. Також великий вплив вносить наповнюваність модельного складу повітрям під час його запресування у прес-форму. В результаті розрахунків визначено, що з підвищенням тиску на модельний склад під час запресування у форму, зі зменшенням коефіцієнту лінійної усадки модельного складу, зі збільшенням легувальних складників у ньому і з підвищенням температури переходу із рідкого у пружний стан (з підвищенням теплостійкості) – мінімальний припустимий вміст повітря у воскової композиції зменшується.

Встановлено, що найбільш впливовими показниками якості є бездефектність і точність виливків. Основною проблемою залишається неконтрольована усадка сплавів. Є сенс використати досвід стоматологічного литва, а також способи протистояння усадці [10].

Вплив формувальних сумішей, які використовуються при виробництві виливків машинобудівного, художнього та стоматологічного призначення є малим. Відомі технологічні схеми, матеріали та прийоми виробництва, які використовуються при ЛВМ на підприємствах, в силу своєї специфіки не дають повної картини та підстав для отримання виливків з максимальними показниками якості.

В основі виготовлення ливарних форм є фізико-хімічні та технологічні властивості формувальних сумішей. Вони повинні мати наступні властивості:

- міцність в сирому та відпаленому стані;
- текучість;
- газопроникність;
- вогнетривкість;
- обсипаємість;
- вибиваємість та ін.

При виготовленні форм суміш проходить досить великий, майже не контрольований складний цикл, який складається із великої кількості операцій:

- приготування суміші;
- зберігання;
- формоутворення;
- прожарювання форм;
- залиття металом;
- охолодження;
- відокремлення (вимивання) суміші від блоку виливків.

В якості формувальних сумішей застосовують, як правило:

- пилоподібний кварц;
- плавлений кварц;
- електрокорунд;
- циркон;
- дистенсиліманіт;
- шамот;
- магнезит;
- крystalіт;
- графіт.

Зв'язувальними компонентами є етилсилікат, гіпс, рідке скло. Основними властивостями щодо формоутворення є в'язкість рідких компонентів (або текучість), яка визначається для етилсилікатних композицій за ВЗ-4 і знаходиться в межах 35–50 секунд, а для гіпсових, як розтікання за стандартною пробою не нижче 135 мм.

Щодо температур прожарювання форм, то вона визначається природою вогнетривкого наповнювача та зв'язувального матеріалу, масою і геометрією форми, складом модельних композицій, тощо.

Температури прожарювання гіпсових форм становлять до 780 °С, а для керамічних форм становить від 650 ° до 980 °С в залежності від сплаву, який заливається.

Потрібно розрізняти температури прожарювання та заливання форм. Зовнішня ознака погано прожареної форми – це темний, від чорного до сірого, колір на зламі форми. Форма, яка добре пройшла процес прожарювання має на зламі білий, або рожевий колір. Темний злам форми пояснюється тим, що в ній у капілярах є сажистий вуглець. Тому недостатньо прожарена форма погано заповнюється металом, особливо в тонких частинах [11]. При цьому не визначено пайовий вплив модельного складу, формувальної суміші та сплаву на якість отриманих готових деталей. Не розроблені критерії кількісної оцінки схильності модельного складу до утворення утяжин, зміни геометрії, тріщин у витоплюваних моделях. Крім цього, не досліджено механізм та кінетику викривлення воскової моделі, утворення в ній дефектів, а також вплив на умови формування воскової моделі на її лінійну і об'ємну усадку та порушення геометрії вилівка [12].

### ВИСНОВКИ

Розглянувши основні питання виробництва за способом ЛВМ, можна визначити, шляхи запобігання виникненню дефектів, мінімізувати їх або взагалі уникнути.

Для удосконалення технології потрібно визначити:

- вплив початкової температури форми перед заливанням металу;
- вплив температури металу при заливанні форми;
- вплив конструкції ливникової системи на утворення поверхневих та внутрішніх дефектів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Литьё по выплавляемым моделям / В. И. Иванов, С. А. Казенцов, Б. С. Курчман [и др.] : под общ. ред. Я. И. Шкленника, В. А. Озерова. – 3 изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1984. – 408 с., ил.*
2. *Озеров В. А. Литьё по выплавляемым моделям. 4-е изд., перераб. и доп. / В. А. Озеров – М. : Машиностроение, 1994. – 448 с.*
3. *Основные проблемы развития металлургических процессов ювелирного производства. Сборник научных трудов, вып. 12, редактор Е. М. Пенова, Л. М. Шишкова. / Ленинград, 1976. – 115 с.*
4. *Самарай В. П. Моделирование уплотнения литейных форм и прогнозирование дефектов отливок: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук : 05.16.04 / Самарай Валерий Петрович. – К., 2006. – 334 с.*
5. *Реп'ях С. І. Теоретические основы литья по выплавляемым моделям / С. І. Реп'ях. – Днепропетровск. Лира: 2006. – 1056 с.*
6. *Гини Э. Н. Технологии литейного производства. Специальные виды лиття / Э. Н. Гини, А. М. Зарубин, В. А. Рыбкин – М. : Академия, 2008. – 349 с.*
7. *Художественное литье из драгоценных металлов / Л. А. Гутов, Е. Л. Бабляк, А. П. Изотко [и др.]; под общ. ред. Л. А. Гутова. – Л. : Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1988. – 224 с. : ил.*
8. *Практическое литье. Руководство для мастерской. : пер. с англ. – перераб. изд. – Омск : Издательство Наследие. Диалог – Сибирь, 2002. – 164 с. : ил.*
9. *Курдюмов А. В. Литейное производство цветных и редких сплавов / А. В. Курдюмов., М. В. Пикунов, В. М. Чурсин. – Изд-во «Металлургия», 1972. – 496 с.*
10. *Моделирование из воска для ювелиров и скульпторов / Лоуренс Калленберг : пер. с англ. – Омск : Издательский Дом «Дедал – Пресс». 2004. – 256 с., с ил.*
11. *Литьё по выплавляемым моделям. Изд. 2-е. перераб. и доп., под ред. Я. И. Шкленника, В. А. Озерова. «Машиностроение», 1971 (Инженерная монография), 436 с.*
12. *Внутренние дефекты оливок : [Библиотечка литейщика / глав. ред. И. А. Яскевич]. – Москва : Литейное производство, 2007. – № 11. – С. 2–6.*