

20 °С, тобто нижче температури, до якої проохолоджується метал при шліфуванні. Внаслідок цього інтервал мартенситного перетворення не перекривається й у поверхневому шарі фіксується структура аустеніту вторинного загартування, що одержало назву шліфувального припалу загартування.

2. Утворення припалів відпустки відбувається під час третього перетворення відпустки, коли вуглець виходить із грат мартенситу повністю. При шліфуванні заевтектоїдних сталей температура третього перетворення вище, чим при шліфуванні доевтектоїдних сталей, особливо якщо ці сталі леговані карбідоутворюючими елементами.

Література:

1. Аль-Аджейлат С.А. Формирование прижогов отпуска при шлифовании направляющих тяжелых прессов кругами из КНБ / С.А. Аль-Аджейлат, В.Г. Лебедев // Одесса, Науково-виробничий журнал. 2007. № 4. – С. 128–150.
2. Лободюк В.А. Мартенситные превращения [Текст] / Лободюк В.А. Эстрин Э.И. – М.: Физмалит. 2009. – С. 352.
3. Биронт В.С. Теория термической обработки [Текст] / Биронт В.С – / СФУ: ИЦМиЗ. – Красноярск, – 2007 – С. 234.
4. Крайнов А.Ю. Основы теплопередачи. Теплопередача через слой вещества: учеб. пособие [Текст] / Крайнов А.Ю. – Томск: SST – 2016 – С. 48.
5. Гуляев А.П. Металловедение, Альянс, 2011, Москва (2011).

Клименко С.І., Дорошенко В.С.

(ФТИМС НАН України, м. Київ)

БЛОК-СХЕМА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВИЛИВКІВ ТА ПАРАМЕТРІВ УПРАВЛІННЯ ЇХ ЯКІСТЮ ПРИ ЛИТТІ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ГАЗИФІКУЮТЬСЯ

E-mail: doro55v@gmail.com

З метою створення багаторівневої системи комплексного контролю та оперативного управління фізико-хімічними та технологічними ливарними процесами в роботі [1] визначено детермінований зв'язок між технологічними об'єктами для процесу лиття за моделями, що газифікуються (ЛГМ).

За основу показаної на рис. 1 блок-схеми нами взято таку схему з роботи [1] та виконано до неї деякі доповнення, що враховують останні досягнення і розробки відділу проф. О. Й. Шинського. На рис. 1 відображено зв'язки технологічних переділів і використано в якості ядра технологічного ланцюжка ЛГМ виробництво моделей зі спіненого полістиролу (СП), а також класифіковано ознаки якості і параметрів управління технологічними процесами для отримання литих конструкцій із залізобуглецевих сплавів.

З метою досягнення максимальної якості виливків, у тому числі підвищення механічних характеристик, для ливарних форм використовуються такі дисперсні неметалеві наповнювачі: кварцовий, цирконовий та магнезитовий пісок.

Для інтенсифікації теплообміну в контактній зоні «метал – форма» застосовували газоподібні та рідкі холодоагенти, а також накладення високого механічного тиску на рідкий і тверднучий метал. Ці розробки є основою інтенсифікації теплообмінних процесів у вакуумованій формі із заданою теплоаккумуляовальною здатністю (блоки 4.1, 4.2, рис. 1). Крім того, в якості методу інтенсифікації теплообміну в контактній зоні «метал – форма» на схемі нами додано розроблені останніми роками способи руху піску навколо гарячого виливка після його тверднення у таких варіантах:

- 1) гравітаційне висипання з форми піску з регульованою швидкістю крізь отвір зі змінною площею проходу;
- 2) створення псевдозрідженого шару піску в ливарній формі шляхом продування повітря крізь дно контейнера (грунтовне дослідження П. Б. Калюжного).

В першому випадку досягається усунення пилоутворення при більш швидкому охолодженні виливка і меншому нагріванні формувального піску, ніж в стоячому піску, одночасно з опустошенням формувального контейнера. В другому випадку можливе гартування виливка з гарячого литого стану безпосередньо у піщаній формі, де його вилито.

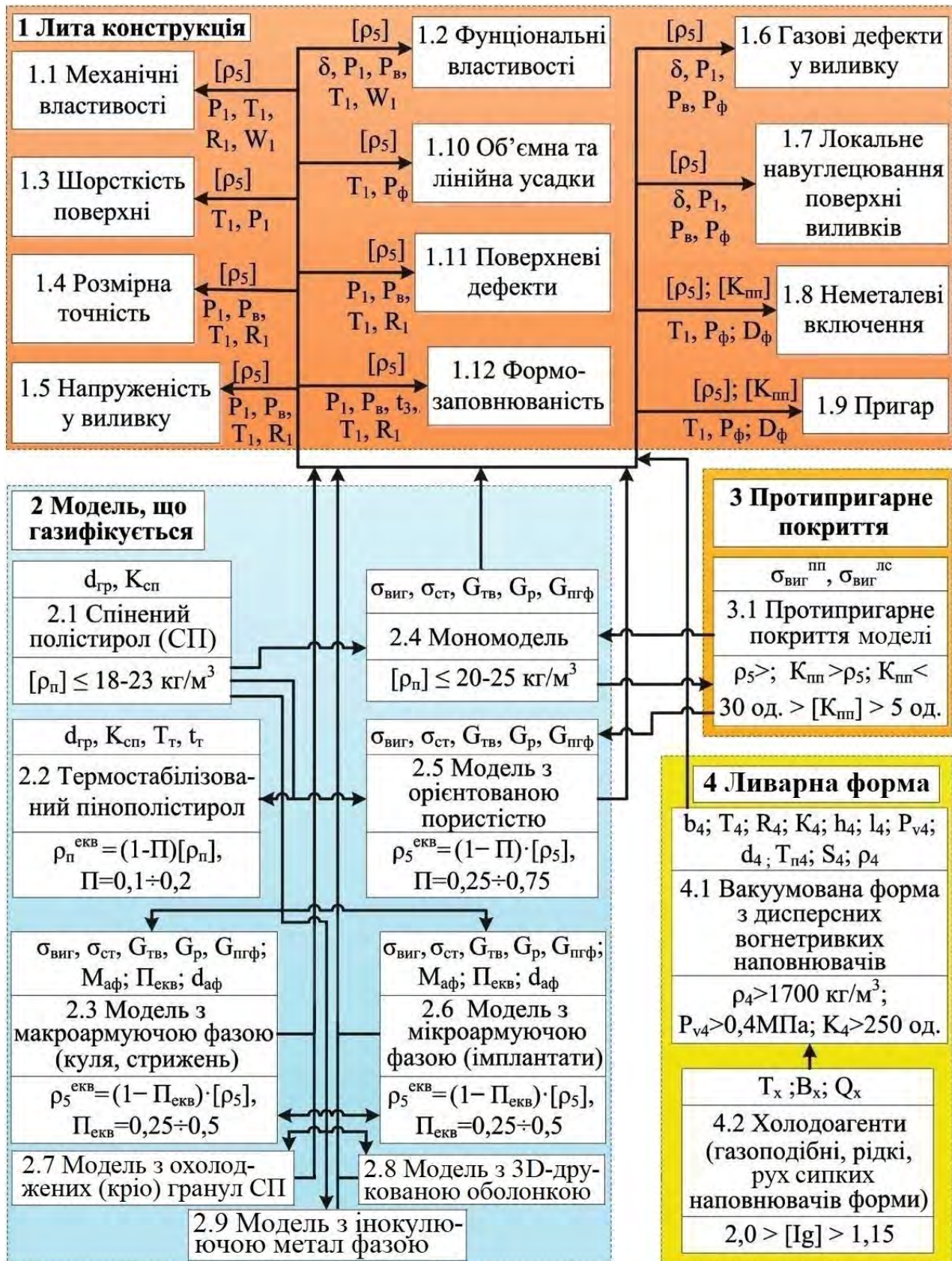


Рис. 1. Основні характеристики якості литих конструкцій та параметри управління якістю виливків при ЛГМ (до схеми з роботи [1] додано блоки 2.7, 2.8, 2.9 і доповнено блок 4.2)

Ефективне підвищення розмірної точності литих конструкцій може бути досягнуте шляхом армування моделей із пінополістиролу (ППС, або СП) металевими та неметалевими тілами, які одночасно є армувальною фазою і виконують функцію внутрішніх холодильників (блок 2.3, рис. 1). Зниження шорсткості виливків забезпечується збільшенням щільності ППС за умови застосування «легких» моделей, що газифікуються, з орієнтованою пористістю (блок 2.5, рис. 1), а також останнім часом застосовуваними ППС-моделями з повною чи частковою 3D-друкованою полімерною оболонкою (блок 2.8, рис. 1) (експериментальні дослідження П.Б. Калюжного, О.В. Нейми).

На доданих (до схеми [1]) нами блоках 2.7, 2.8, 2.9 ознаки якості і параметрів управління технологічними процесами не вказано, вважаємо, що вони аналогічні вказаним для блоків 2.3, 2.4, 2.6. Зокрема, виконані О.А Яковишиним експерименти показали, що охолодження гранул ППС в морозильній камері перед спіненням їх в прес-формі (кріооброблення) (2.7, рис. 1) посилюють їх потенціал до розширення і дозволяють як утворення легких моделей з густиною $\rho_5 = 18...20 \text{ кг/м}^3$, так і замішування до 50% мелених відходів ППС з такими гранулами для виготовлення моделі в прес-формі.

Модель з інокулювальною фазою (блок 2.9, рис. 1) вказано на основі досліджень І.А. Небожака, яким показано, що у випадку інокулювання чавунів та алюмінієвих ливарних сплавів за допомогою дисперсно-наповненої ППС-моделі витрати модифікаторів, лігатур й армувальної фази зменшуються в середньому на 25%, проти модифікування чи легування чавунного розплаву відкритим способом у ковші, або композиційному зміцненні алюмінієвих ливарних сплавів шляхом подачі армувальної фази на струмінь металу

Крім перерахованих характеристик якості литої конструкції, також класифіковано [1] й небажані характеристики, набуті в процесі технологічних переділів виготовлення виливків за ЛГМ-процесом, бо наявність дефектів у виливках веде до зниження якості литих конструкцій. Поверхневі дефекти на виливку (раковини) (блок 1.12, рис. 1) виникають за умови порушення

термочасових параметрів заливання металу у форму з моделлю, що газифікується. Також раковини можуть утворюватися від перевищення густини моделі ρ_5 допустимого значення, низької газопроникності покриття $K_{\text{пп}}$ та форми $K_{\text{ф}}$, а також створюваного в ній неприпустимо низького розрідження $P_{\text{в}}$. Це знижує швидкість газифікації чи виключає фільтрацію рідких і парогазових продуктів термодеструкції моделі через зазор «метал-модель» δ , площа якого та опір міграції цих продуктів з форми залежить від швидкості W_1 ($W_{5\text{-const}}$), $K_{\text{пп}}$, $K_{\text{ф}}$ [1]. Збільшення об'єму парогазових і рідких продуктів термодеструкції, що утворюються, залежить від швидкості W_1 ($W_{5\text{-const}}$), часу заливання t_3 , температури заливання сплаву T_3 , тиску на метал P_1 , щільності моделі ρ_5 , що газифікується, зазору δ та товщини стінки виливка R_1 [1]. Ці фактори стимулюють накопичення продуктів термодеструкції безпосередньо на межі «метал-покриття» при затвердінні виливка.

Утворення специфічного пригару (блок 1.9, рис. 1) на виливках відбувається при недостатньому віброущільненні наповнювача в контейнері. Таке відхилення характеризується низьким показником його насипної густини ρ_4 , високим тиском на рідкий метал P_1 , що характерно при литті під високим тиском, необґрунтовано високою температурою заливання сплаву T_3 . До того ж величина пригару визначається високою газопроникністю покриття $K_{\text{пп}}$ та форми K_4 і розрідженням у ній $P_{\text{в}}$. При цьому утворення пригару при ЛГМ відбувається при проникненні рідкого металу крізь пори в протипригарному покритті під дією градієнта тиску ($P_1 - P_{\text{в}}$). Тобто, ймовірність утворення пригару та його товщина пропорційні збільшенню значення цих показників [1].

Формозаповнюваність (блок 1.12, рис. 1) при литті з використанням моделей з ППС у багатьох випадках залежить від густини моделі ρ_5 , швидкості заповнення форми W_1 , тривалості заливання t_3 , температури сплаву, що заливається, T_3 , тиску на метал P_1 і товщини стінки виливка R_1 . Збільшення густини ρ_5 при одночасному збільшенні швидкості W_1 , часу газифікації моделі в цей період $t_{\text{г}}$, веде до нагромадження на фронті потоку металу великої кількості рідких продуктів термодеструкції ППС-моделі. Подальша газифікація цих продуктів відбувається з поглинанням теплоти рідкого металу, що веде до його

переохолодження й формування твердої фази в основній частині потоку, а останнє приводить до передчасної зупинки потоку металу і неповного заповнення ним форми (недолив виливка) [1].

Напруження у виливку (блок 1.5, рис. 1) при ЛГМ виникають переважно у вакуумованій формі. Вони пов'язані з надлишковими тривалістю і рівнем вакуумування наповнювача в контейнері (P_1 , t_b) у період затвердіння й охолодження виливка, що усуває піддатливість форми. Це створює умови для збільшення напружень у виливках аж до їхнього жолоблення та утворення тріщин. Для зниження рівня або зняття напружень у виливках необхідно оптимізувати тривалість вакуумування форми [1].

Ливарна усадка (блок 1.10, рис. 1) при ЛГМ збільшується при високій піддатливості наповнювача форми в період затвердіння виливка після зняття вакууму з контейнера (контейнерної опоки). Для стабілізації рівня ливарної усадки виливків необхідно оптимізувати величину P_1 та тривалість t_b вакуумування форми [1].

Література:

1. Принципи побудови та ідентифікації багаторівневої системи контролю параметрів технологічного циклу одержання литих конструкцій / О. Й. Шинський, І. А. Шалевська, В. О. Шинський, П. Б. Калюжний, Т. В. Лисенко та ін. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – С. 25-32.

Клименко С.І., Дорошенко В.С.
(ФТІМС НАН України, м. Київ)

ПРИКЛАД ОТРИМАННЯ ІЗОТЕРМІЧНО ЗАГАРТОВАНОГО ЧАВУНУ З ВИСОКИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

E-mail: doro55v@gmail.com

Нині більше чверті всіх виливків у світі складають виливки з високоміцного чавуну (ВЧ). При цьому зростання виробництва ВЧ сталось саме за рахунок найміцніших його марок [1]. Незважаючи на кризові явища у світі, зростання виробництва ВЧ в останні десятиліття має сталу динаміку, що важливо як для