

Мамішев В.А., Шинський О.Й., Соколовська Л.А.
(ФТІМС НАН України, м. Київ)

ВПЛИВ ВНУТРІШНЬОГО І ЗОВНІШНЬОГО ТЕПЛООБМІНУ НА ТРИВАЛІСТЬ ТВЕРДНЕННЯ ВИЛИВКІВ І ЗЛИВКІВ

Залізовуглецеві сплави (сталі, чавуни) і сплави кольорових металів (бронзи, латуні, силуміни та інші сплави) кристалізуються в інтервалі температур ліквідус-солідус. У твердіючих заготовках є рідка серцевина, тверда кірка і проміжна твердо-рідка (двофазна) зона [1, 2], в якій утворюється лита структура. Двофазна зона зливків і масивних виливків формується при різних швидкостях охолодження розплаву в порожнині виливниці чи форми.

Тривалість тверднення сталевих зливків і товстих виливків приблизно пропорційна [3] квадрату їх радіусу (напівтовщини). Тому до завершення процесу тверднення ковальських зливків в чавунних виливницях і масивних виливків у піщаних формах потрібно багато часу. Як наслідок, продуктивність традиційних технологій лиття низька, а якість литих заготовок невисока.

Причина низької якості товстих виливків і зливків – мала швидкість їх тверднення, тому що гальмуються процеси відведення теплоти перегрівання розплаву з рідкої серцевини заготовки і теплоти кристалізації сплаву з двофазної зони. При перенесенні теплоти від розплаву в зовнішнє середовище через тверду кірку і стінки піщаних форм і чавунних виливниць, робочі шари стінок форм швидко нагріваються через їх високий термічний опір [4], що перешкоджає інтенсивному теплообміну між литою заготовкою і довкіллям.

У технологіях лиття внутрішній теплообмін між розплавом і уламками дендритів або твердими добавками (теплоакумулювальні мікрохолодильники, інокулятори, лігатури, модифікатори) і зовнішній теплообмін між виливками, зливками та теплоакумулювальними чи теплопередавальними стінками форм і виливниць протікає з різною інтенсивністю [5].

Для прогнозування і оптимізації процесів внутрішнього і зовнішнього теплообміну доцільно враховувати основні положення реотермічної теорії управління якістю структури литих виробів, яка передбачає раціональне суміщення [6, 7] ефективних ливарно-металургійних принципів значного підвищення якості виливків, зливків і безперервнолитої заготовки. Це принципи суспензійного розливання, осадкової кристалізації, спрямованого тверднення і рафінувального живлення твердо-рідкого каркасу двофазної зони.

Якщо значно прискорити нестационарні процеси охолодження розплаву, перегрітого над температурою ліквідус, та тверднення литих заготовок різної маси, то можна збільшити швидкість внутрішнього і зовнішнього теплообміну в системах виливок-формадовкілля і зливков-виливниця-довкілля.

Системним аналізом процесів плавлення і тверднення виявлені [5-8] особливості внутрішнього і зовнішнього теплообміну між розплавом і гранулами та між литими заготовками і стінками металевих форм (кокіль, виливниця, кристалізатор) або неметалевих форм (графітова, керамічна, піщана форма). Теплоакумулювальні гранули підвищують інтенсивність внутрішнього теплообміну при перемішуванні розплаву з мікрохолодильниками, тоді як теплоакумулювальні стінки форм і виливниць підвищують інтенсивність зовнішнього теплообміну між виливком і формою та зливком і виливницею.

Інтенсифікація внутрішнього теплообміну в процесі нагрівання і плавлення мікрохолодильників у розплаві з урахуванням термічного опору оксидної плівки на гранулах швидко знімає початкове перегрівання рідкого металу та скорочує тривалість тверднення масивних виливків і зливків, незважаючи на зміну коефіцієнта теплопередачі згідно з отриманими в [9] формулами.

Інтенсифікація зовнішнього теплообміну між виливком і формою або між зливком і виливницею в процесі тверднення і охолодження литих заготовок у ливарних формах і виливницях з урахуванням термічного опору захисного шару протипригарної фарби [8] та

теплофізичної дії мікрохолодильників зменшує повний час тверднення зливоків і товсто-стінних виливків.

Прискорення зовнішнього теплообміну в системі виливок-форма зменшує тривалість тверднення виливків у низькотеплопровідних піщаних формах при попередньому охолодженні чи заморожуванні їх робочих шарів [10].

Література:

1. Ефимов В.А. Разливка и кристаллизация стали. – М.: Металлургия, 1976. – 539 с.
2. Новиков И.И. Горячеломкость цветных металлов и сплавов. – М.: Наука, 1966. – 299 с.
3. Гуляев Б.Б. Теория литейных процессов. – Л.: Машиностроение, 1976. – 216 с.
4. Мамишев В., Соколовская Л.А. О теоретическом прогнозировании термических условий повышения качества макроструктуры и эффективности затвердевания стальных слитков и слябов // Процессы разливки и кристаллизации стали. – К.: ИПЛ АН Украины, 1991. – С. 72...82.
5. Мамишев В.А. О повышении эффективности теплообмена в системе литейная заготовка – форма – окружающая среда // Металл и литье Украины, 2012. – № 11. – С.31...35.
6. Мамишев В.А. О прикладных вопросах реотермической теории управления качеством литой структуры // Интенсификация литейных технологий. – К.: ИПЛ АН УССР, 1989. – С. 77...82.
7. Мамишев В.А. Реотермическая концепция управления кристаллизационным строением литых изделий // Процессы литья. – 2004. – № 3. – С. 43...48.
8. Мамишев В.А. Системный анализ затвердевания литых заготовок с переменной кривизной границ двухфазной зоны // Процессы литья, 2014. – № 1. – С. 19...26.
9. Соколовская Л.А. Учет теплового сопротивления неметаллических прослоек в контактной зоне теплообмена / Литейное производство: технология, материалы, оборудование, экономика и экология. Матер. международ. научно-практ. конф. – Киев: ФТИМС НАН Украины. – 2011. – С. 256...258.
10. Мамишев В.А., Шинский О.И., Соколовская Л.А. Системный подход к исследованию теплофизических процессов литья / Металл и литье Украины, 2016. – № 8 – 10. – С. 49...53.

Матвеева М.О., Климович Б.В, Климович В.В., Ступниченко Р.И.

(НМетАУ, г. Днепр)

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ ВАЛКОВ-РОЛИКОВ

matveevamo@mail.ru

В технологии производства валков-роликов на их качество влияет большое количество параметров – температура заливки жидкого металла, скорость заполнения и вращения формы, температура формы, интервал кристаллизации, условия теплообмена свободной поверхности металла и формы, химический состав металла слоев, время выдержки между заливкой слоев и другие. Одним из важных вопросов является определение особенностей конструкции и методов расчета литниковой системы при центробежном литье таких отливок.

Применяемые при центробежном литье литниковые системы не учитывают особенности гидродинамики струи, их рассчитывают на обеспечение оптимальной массовой скорости заливки металла во вращающуюся форму. Основными элементами таких литниковых систем является подвижный или неподвижный желоб и объемный или весовой дозатор. Недостатком таких заливочных устройств является контакт металла в желобе с атмосферой и осевое (по отношению к вращающейся изложнице) направление падающей струи.