

А.П. Белый

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ПРОКАТНОГО ВАЛКА ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

Формирование горячих трещин, напряжений, усадочных раковин, пористости и других дефектов происходит при затвердевании отливки. Поэтому установление влияния конструкции и материала литейной формы на процесс затвердевания отливок является важной научной и практической задачей.

Реальная отливка имеет сложную 3-х мерную конфигурацию, фронт затвердевания только в отдельных частных случаях является плоским, теплофизические коэффициенты изменяются с уменьшением температуры, сложно учесть влияние литниковой системы и скорости заполнения расплавом формы, наличие холодильников, покрытий, утеплителей и т.д. Для решения такого класса задач применяют: метод Фурье, метод конечных интегральных преобразований, операционный метод, метод функций Грина, метод конечных разностей и метод конечных элементов. Для прикладных расчетов затвердевания отливок наибольшее распространение получил метод конечных интегральных преобразований, в котором искомое решение, удовлетворяет не уравнению теплопроводности, а интегралу теплового баланса (метод А.И. Вейника, метод Т. Гудмена). В вариационных методах также используется идея конечной глубины проникновения теплового возмущения и заданная наперед форма решения. Однако наиболее точные и полные решения сложных задач можно получить, применяя численные методы расчета, основанные на конечно-разностных схемах, что позволяет использовать ПК.

Экспериментальные исследования процессов затвердевания проводили с помощью термпар на прокатном валке массой ~2200 кг из высокопрочного чугуна масс. %: С-3,10; Si-1,41; Mn-0,58; P-0,214; S-0,010; Cr-0,34; Ni-0,91; Mg_{ост}-0,03. Анализ экспериментальных кривых охлаждения бочки валка Ø450 мм показал, что чугун, залитый при температуре ~1320 °С, практически не имеет, в соответствии с классической схемой, перегрева расплава в форме. Это обусловлено тем, что заполнение формы осуществляется через сифонную литниковую систему с тангенциальным подводом питателя. При интенсивном вращении металла теплота перегрева теряется сначала в песчано-глинистой форме нижней шейки, затем в кокильной форме

бочки, а далее в песчано-глинистых формах верхней шейки и прибыли $\varnothing 330$ мм. Поэтому уже через 3 мин. температура расплава уменьшалась на $90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – с $1320 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до $1230 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Термопара, установленная в осевой зоне отливки, показывала температуру эвтектической кристаллизации до $\sim 1115 \text{ }^{\circ}\text{C}$ у чугуна, модифицированного магнием. Такое понижение температуры по сравнению со значениями, приведенными на диаграмме состояния Fe-C, обусловлено спецификой литья валков в кокильной форме, переохлаждением расплава и повышенным содержанием фосфора и магния. Общая продолжительность затвердевания валка составляла ~ 80 мин. Причём, наблюдали ускоренное продвижение фронта затвердевания в поверхностной зоне на глубину до $20 \dots 40$ мм и в осевой зоне - $160 \dots 225$ мм [1].

Были выполнены исследования микроструктуры в бочках валков, нижних и верхних шейках [2]. Результаты экспериментальных исследований использовали при моделировании процесса затвердевания валков различных типоразмеров с целью установления времени начала теплоизоляции литейной формы от окружающей среды [3].

Список литературы

1. Білий О.П. Комплексномодифицированные валковые чугуны / О.П. Білий, Я.С. Маймур, І.О. Осипенко, Д.В. Муха // Вісник Донбаської державної машино-будівної академії: Зб. наук. праць. 2014.– № 1(32), С.75-79.
2. Білий О.П. Теплофизические процессы регулирования теплоотвода при затвердевании чугунных прокатных валков. / О.П. Білий // Литье. Металлургия. 2015: Материалы Международной научно-практической конференции (26-28 мая 2015 г., г.Запорожье)/ Под общ. ред. д.т.н., проф. Пономаренко О.И.. ЗТПП. – С 24-25.
3. Хрычиков В.Е. Адаптация модели LVMFLOW к процессу затвердевания чугунного прокатного валка / В.Е. Хрычиков, А.П. Белый, Е.В. Меняйло, Д.В. Маркелова // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА. –2012. – №4 (25). – С 160-163.