

Следует также уменьшать количество поверхностных дефектов литья (микро- и макротрещины), которые возникают в температурно-неоднородных наружных слоях отливок и слитков. Это достигается [3] при теплофизическом воздействии на процесс формирования литых изделий высокотеплопроводных коллекторов-теплоотборников каркасного типа, которые размещены в стенках низкотеплопроводных литейных форм. Коллекторы-теплоотборники формируют в наружных слоях отливок и слитков термически упрочненные структурно-армированные литые оболочки с внутренними ребрами жесткости и высоким уровнем физико-механических и эксплуатационных свойств литых заготовок. .

Системный анализ реотермических процессов литья с перемешиванием гетерогенного расплава облегчает поиск эффективных схем управления качеством отливок и слитков с применением литейно-металлургических и конструктивно-технологических схем улучшения кристаллического строения внутренних и поверхностных слоев литых изделий разной массы и геометрии.

Список литературы

1. *Самойлович Ю. А.* Системный анализ кристаллизации слитка. - К.: Наук. думка, 1983. - 246 с.
2. *Мамишев В. А.* Реотермическая концепция управления кристаллическим строением литых изделий // Процессы литья. – 2004. – №3. – С. 43 – 48.
3. *Мамишев В. А.* О повышении эффективности теплообмена в системе “литая заготовка – форма – окружающая среда” // Металл и литье Украины. – 2012. – № 11. – С. 31–35.

УДК 621.746: 669.18

В. А. Мамишев, О. И. Шинский, Л. А. Соколовская

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

РОЛЬ ВНЕШНЕГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ЗАТВЕРДЕВАНИИ ОТЛИВОК В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ПЕСЧАНЫХ ФОРМАХ

При литье в постоянные металлические формы (кокили) интенсивный теплоотвод от отливки в кокиль позволяет получить мелкокристаллическую структуру отливок с высоким уровнем физико-механических свойств литого металла.

Но из-за очень низкой податливости и газопроницаемости кокилей резко увеличивается вероятность возникновения в отливках горячих трещин [1].

Поэтому широко применяются разовые песчаные формы и литейные стержни. При заливке расплава в песчаные формы проявляется их основное преимущество – высокая податливость и газопроницаемость. Это уменьшает вероятность появления в отливках опасных напряжений и горячих трещин.

Однако, при тепловом взаимодействии стенок формы с жидким металлом рабочие слои песчаной формы быстро разогреваются до высоких температур из-за ее низкой теплопроводности [1,2]. Это замедляет процесс затвердевания отливок в песчаной форме и приводит к образованию крупнокристаллической структуры литого металла с низким уровнем его физико-механических свойств.

Теплообмен между затвердевающей отливкой и песчаной формой целесообразно интенсифицировать [3], чтобы получить более мелкую структуру отливок и повысить уровень их прочностных и пластических свойств. Для этого можно применять полностью или частично замороженные песчаные формы.

При теплофизическом воздействии расплава на замороженную форму ее рабочие слои нагреваются от отрицательных температур до 0 °С. При этой температуре расплавляются прослойки льда между песчинками формы. На их плавление идет часть теплоты, полученной от затвердевающей отливки. Когда рабочие слои формы нагреваются до 100 °С, испаряются пленки воды между песчинками. На их испарение также расходуется теплота, теряемая отливкой. .

Поэтому в зоне термического контакта отливки с формой теплообмен интенсифицируется, увеличивая скорость охлаждения поверхностных слоев отливки, что приводит к измельчению кристаллической структуры ее наружных слоев и повышает прочностные и пластические свойства литого металла.

Следовательно, применение замороженных песчаных форм позволяет ускорить теплоотвод от отливки в форму, используя тепловые эффекты фазовых переходов при плавлении прослоек льда и испарении пленок воды в рабочих слоях предварительно замороженных форм или литейных стержней.

При получении отливок в замороженных песчаных формах в наружных слоях затвердевающей отливки по всей поверхности ее контакта с формой полезно сформировать сплошную литую оболочку более плотного металла. Для дополнительного упрочнения полученной оболочки можно применять [1] высокотеплопроводные металлические коллекторы-теплоотборники каркасного типа, размещенные в стенках низкотеплопроводной песчаной формы.

Для выбора эффективных режимов теплофизического взаимодействия затвердевающей отливки с обычной или замороженной песчаной формой и рациональной интенсификации теплообмена между отливкой и формой следует применить метод математического моделирования нестационарных температурных полей в системе отливка-форма-окружающая среда [4].

При проведении расчетов температурных полей на ПЭВМ можно определить скорости охлаждения и скорости затвердевания отливок в разных формах для получения кристаллической структуры отливок без образования опасных дефектов типа горячих трещин и повышения физико-механических и служебных свойств литых деталей в условиях их эксплуатации.

Список литературы

1. *Мамишев В. А.* О повышении эффективности теплообмена в системе “литая заготовка – форма – окружающая среда” // *Металл и литье Украины.* – 2012. – № 11. – С. 31–35.
2. *Мамишев В. А., Шинский О. И., Соколовская Л. А.* Системный анализ процесса затвердевания литых заготовок разной массы и назначения // *Процессы литья.* – 2010. – № 1. – С. 20–24.
3. *Мамишев В. А., Шинский О. И., Соколовская Л. А.* О теплофизическом взаимодействии слитка с изложницей и отливки с формой в период формирования литой структуры // *Литье и металлургия.* – 2008. – № 3 (48). – С. 307– 309.
4. *Соколовская Л. А., Мамишев В. А.* О математическом моделировании задач с фазовыми переходами в металлургии и литейном производстве // *Процессы литья.* – 2009. – № 2. – С. 24 – 29.