

УДК 621.74.045.072.2

В. С. Дорошенко

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

КРИОТЕХНОЛОГИЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ОТЛИВОК ДЛЯ КОНЦЕПЦИИ РОТОРНО-КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ

Для регулирования процессов структурообразования при кристаллизации и охлаждении отливки в литейной форме предложен способ литья в оболочковые формы с опорным наполнителем (ОН) в контейнерах. ОН, чаще кварцевый песок или бой оболочковых форм, поддерживает оболочку и препятствует вытеканию из нее металла при появлении в ней трещин или других нарушений целостности стенок.

С целью ускорения на 25-50 % литейного процесса, согласно справочнику «Специальные способы литья» под ред. В. А. Ефимова, опорный слой вакуумируют во время заливки металлом оболочек до затвердевания отливки, удаляя выделяющиеся газы. При разработке концепций роторно-конвейерных линий (РКЛ) необходимо, чтобы продолжительности операций формовки, заливки и охлаждения отливок (часто наиболее длительная операция) были примерно одинаковыми для выполнения их на соразмерных по диаметру роторных модулях. С учетом известных процессов литья в вакуумируемые и замороженные песчаные формы предложено использовать для оболочковых форм ОН из песчаной смеси с 5-100% зернистого льда. Водный лед сегодня имеет достаточно низкую стоимость, полностью совместим с окружающей средой. Зернистый (гранулированный или чешуйчатый) лед как технический, так и пищевой получают в холодильных установках и льдогенераторах, производя в мире более 1 млн. т/год искусственного льда. С помощью льдогенераторов и льдокрошителей, серийно выпускаемых десятками видов и типоразмеров, получают различные размеры и формы зерен льда. При засыпке песчаной оболочки таким ОН в контейнере она с комнатной температуры охладится до температуры близкой к температуре ОН со льдом, поэтому затвердевание и охлаждение отливки в ней будет подобно литью в замороженной форме, для которой характерна более мелкозернистая структура отливок по сравнению с литьем в песчаных формах без применения криотехнологии.

Вакуумирование сыпучего ОН при заливке обеспечит направленный принудительный отвод газов и даст эффект вакуумного всасывания, что улучшит формоза-

полнение металла, сравнимое с таким показателем для нагретых форм до ~ 800 °С. Песчаная оболочка служит «теплоизолятором» для металла при заливке, но таяние льда (особенно при ОН на 100% изо льда) позволит оболочке с отливкой двигаться вниз ко дну контейнера, проплавливая лед в контейнере. Быстрое охлаждение отливки - подобно ее закалке в литейной форме, а отливка окажется в контейнере с водой. Оболочковая форма осыплется с отливки из-за перепада температур, разной усадки металла и неметаллических материалов. Наличие 5-100% льда в ОН обеспечит версии взаимодействия отливки и формы от литья в замороженные формы до литья с самозакалкой отливки в литейной форме путем ее контакта с плавящимся льдом и водой в контейнере. Толщиной оболочковой формы в зависимости от вида металла и толщины стенки отливки можно регулировать скорость процесса кристаллизации, степень зернистости структуры и нередко фазовый состав металла отливки, а температурой, массой ОН и долей в нем льда - регулировать охлаждение отливки подобно ее термообработке (ТО), создавая возможность взаимного дополнения литья и ТО, что можно назвать ЛТО-процессом.

Многие сплавы для литья в кокиль с быстрым охлаждением доступны для такого литья с ТО, а именно, закалкой отливок в литейной форме. При этом плавление льда, испарение воды и конденсация пара в контакте со льдом напоминают круговорот воды в природе. Криотехнологией дозируется и вводится в песчаную форму как бы «заряд» холода для регулирования структуры металла, а вакуумирование формы дает эффект присасывания металла к стенкам формы, уменьшая зазор «отливка-форма» и измельчая зерно контактного слоя отливки.

Такой способ регулирования в широких пределах охлаждения отливки в песчаной форме не только сокращает время охлаждения (выдержки) отливки в форме (1), но и влияет на структуру металла (2). Первый эффект применим для сокращения длины конвейерной ветки для охлаждения отливок на формовочно-заливочной линии, а также для комплектации литейных РКЛ примерно одинаковыми по величине и темпу движения роторными модулями, упрощая автоматизацию и наращивание производительности оборудования. Второй - позволяет влиять на свойства отливки с перспективой перевода литья на ЛТО-процесс, который в свою очередь сокращает цикл получения готовой металлопродукции. Относительно конструирования литейных РКЛ отметим, что известны аналогии РКЛ из пищевой отрасли с наличием на них ряда дозаторов для смешивания различных ингредиентов и фасовки их в одном пакете, а также с быстрым замораживанием продуктов и мощными льдогенератора-