

равных условиях (толщина стенки $X_2 = 30$ мм; высота $H = 250$ мм; толщина отливки из сплава АЛ4 $2X_1 = 14$ мм; толщина слоя краски $X_{кр} = 0,3$ мм; теплопроводность материала краски $\lambda_{кр} = 0,35$ Вт/м·К). Из графиков видно, что удлинение кокиля приводит к увеличению максимальных прогибов (f_{\max}).

На эти же графики нанесены экспериментальные точки (А) начала образования зазора при расчетных условиях литья. Как видно, при разных длинах кокиля получаются различные зазоры, обусловленные деформацией кокиля. Это приводит к значительному изменению времени выдержки отливки в металлической форме, с одной стороны, искажению геометрии отливки — с другой.

Таким образом, в результате исследований установлено, что при расчете процесса охлаждения отливки в кокиле необходимо учитывать характер изменения зазора вследствие деформации металлической формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е с ь м а н Р.И., Ж м а к и н Н.П. Ш у б Л.И. Расчеты процесса литья. — Минск, 1977.

УДК 621. 74,047

В.И.ТУТОВ

СПОСОБ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗРУШАЕМЫХ СТЕРЖНЕЙ

В Белорусском политехническом институте разработан и исследован процесс непрерывного литья заготовок машиностроительных деталей сложной конфигурации с использованием песчаных стержней. Применение разрушаемых стержней существенно расширяет номенклатуру отливок, получаемых непрерывным литьем, позволяет получать отливки со сложной внутренней поверхностью. Стержни можно использовать также для оформления сложных внешних поверхностей непрерывной отливки.

При непрерывном литье со стержнем используется схема вертикального непрерывного литья при протяжке отливки сверху вниз. Процесс может осуществляться по принципу литья с "закрытым" или "открытым" уровнем. При литье с "закрытым" уровнем используются графитовые кристаллизаторы с неохлаждаемой верхней частью. Зеркало жидкого металла в этом случае располагается в пределах неохлаждаемой части кристаллизатора, либо над кристаллизатором в специальной емкости. Стержни, оформляющие полость отливок, вводятся в кристаллизатор через направляющее устройство. При литье с "закрытым" уровнем верхняя часть кристаллизатора служит только для подвода металла, а затвердевание отливки начинается в нижней охлаждаемой части

кристаллизатора. Такой способ литья облегчает подвод металла и позволяет получать отливки с очень малой толщиной стенок, но требует применения качественного графита для кристаллизаторов и специальных устройств для подогрева, который может предотвратить затвердевание металла в верхней части кристаллизатора.

Проще в осуществлении и надежнее в эксплуатации схема непрерывного литья со стержнем с "открытым" уровнем. Этот процесс уже сегодня может быть рекомендован к промышленному использованию.

Сущность процесса заключается в следующем. На поддон-затравку, введенную в водоохлаждаемый металлический (медный или стальной) кристаллизатор, устанавливают песчаный стержень. В пространство между кристаллизатором и стержнем заливают жидкий металл и начинают процесс протяжки. Для подачи металла используют обычный желоб при литье деталей с периметром до 500 мм и толщиной стенки не менее 15 мм и дождевую литниковую систему с вертикальным или горизонтальным направлением выхода струй для отливки деталей с периметром 500–2000 мм и при малой толщине заготовки.

При литье с "открытым" уровнем затвердевание отливки начинается уже на мениске жидкого металла вблизи кристаллизатора. Это накладывает ограничение на нижний предел скорости литья. Для чугуна скорость подъема уровня металла и соответственно скорость протяжки не должна быть менее 0,150 м/мин. В противном случае на поверхности отливки образуются "завороты", распространяющиеся на глубину до 10 мм. Верхний предел скорости литья ограничивается стабильностью формирования начальной корки и составляет для чугуна 2,0–2,5 м/мин. Практическая скорость литья определяется толщиной корочки затвердевшего металла на выходе из кристаллизатора и ее способностью выдерживать металлостатический напор и обычно составляет 0,2–1,5 м/мин в зависимости от конфигурации и толщины отливки. Из-за увеличения металлостатического напора не рекомендуется отливать детали с толщиной стенок свыше 70–80 мм при их длине свыше 2 м.

Процесс литья может осуществляться в полунепрерывном или непрерывном режиме работы. При полунепрерывном литье сложных и крупногабаритных заготовок типа станин металлорежущих станков после получения одной заготовки отливка снимается с литейной машины и процесс литья повторяется. Способ позволяет получать заготовки, одна или две стороны которых имеют сложную поверхность, например поперечные ребра. В этом случае рекомендуется в одном кристаллизаторе получать две заготовки, разделяя на две части полость кристаллизатора стержнем, оформляющим эти сложные поверхности, и подавая металл отдельно в каждую из двух образованных полостей.

Применение стержней делает возможным также получение мерных полых заготовок несложного сечения, например втулок, при литье в непрерывном режиме.

Для непрерывного литья заготовок сложного сечения применяют металлические кристаллизаторы сборной конструкции с креплением рабочих пластин к опорным плитам при помощи шпилек. Для предотвращения отбела в опасных сечениях (например, внешних углах) между кристаллизатором и отливкой создается искусственный газовый зазор. Цилиндрические кристаллизаторы выполняются в виде втулки с рифленой рабочей поверхностью и расширением в сторону движения отливки, вставляемой в кожух водяного охлаждения.

Проблема получения отливок с заданными структурой и свойствами решается так же, как и при других непрерывных способах литья путем подбора оптимального состава металла, интенсивности охлаждения, технологических параметров процесса и применением модифицирующих добавок.

УДК 621.746.047

**Н.А. СЕНЬКИН, В.И.ТУТОВ, В.А.ГРИНБЕРГ
А.Н.КРУТИЛИН, В.Ф.БЕЛЬКО**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ СТЕРЖНЯ

Исследования технологических особенностей процесса непрерывного литья проводили следующим образом. За определяющие технологические параметры были взяты такие, как температура заливки, толщина корочки на выходе из кристаллизатора и скорость вытяжки заготовки. Получали заготовки с различной толщиной стенки при различных скоростях литья. Скорость, при которой происходил прорыв жидкого металла под кристаллизатором, считали максимально допустимой, а корочку на выходе из него – минимально допустимой для данных условий литья. По данным экспериментов были построены зависимости минимально допустимой корочки на выходе из кристаллизатора от толщины стенки заготовки и температуры заливки.

В результате тщательного анализа экспериментальных данных разработана номограмма, связывающая основные технологические параметры литья (рис. 1). В правом верхнем квадрате номограммы расположена зависимость нарастания корочки со стороны кристаллизатора от времени ее формирования, а в левом – зависимость минимально допустимой корочки на выходе из кристаллизатора от толщины стенки заготовки и от температуры заливаемого металла. Из этой зависимости видно, что чем выше температура заливки, тем толще надо иметь корку на выходе из кристаллизатора при одной и той же толщине стенки заготовки. Температуру заливки надо выбирать в зависимости от толщины стенки заготовки из условия возможности подвода жидкого металла в полость между кристаллизатором и стержнем. Экспериментами