

ТЕРМООБРАБОТКА ОТЛИВОК
НЕПРЕРЫВНО-ЦИКЛИЧЕСКОГО ЛИТЬЯВ. Ф. БЕВЗА, Д. А. БОБРУЙКО, Н. А. КОЗЛОВА
ГНУ «ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН
Беларуси» Могилев, Беларусь

Метод непрерывно-циклического литья полых заготовок из чугуна направленным затвердеванием (намораживанием) уже показал высокую эффективность [1]. Развитие этого метода в направлении его совершенствования и расширения разрешающей способности является актуальной задачей.

Целью настоящей работы является разработка режима охлаждения толстостенных отливок ($\xi \geq 40$ мм) из чугуна с шаровидным графитом вне кристаллизатора, исключающего отбел, и определение возможности создания условий термической обработки отливок в рамках единого непрерывного литейно-термического процесса без применения дополнительных источников энергии.

При литье полых заготовок методом намораживания значительное влияние на структуру чугуна наряду с химическим составом и графитизирующим модифицированием оказывают условия охлаждения отливок после извлечения из кристаллизатора. При этом существенное значение имеет характер структуры, полученной при первичной кристаллизации расплава в металлической водоохлаждаемой форме. Известно, что в начальный момент кристаллизации при непосредственном контакте рабочей поверхности кристаллизатора с жидким металлом скорость затвердевания велика и превышает 3 мм/с. В этих условиях при затвердевании наружных слоев отливки в междендритных участках образуются аустенитно-цементитные колонии (ледебуритная эвтектика). Углерод находится в связанном состоянии в виде цементита, т.е. имеет место отбел, который, как правило, является браковочным признаком и для его устранения чаще всего прибегают к термической обработке: отжигу или нормализации.

Установлено, что при литье заготовок из серого доэвтектического чугуна с толщиной стенки 14–20 мм для устранения отбела необходимо сразу, после извлечения из кристаллизатора, обеспечить значительное снижение интенсивности теплоотвода от поверхности отливки по сравнению с охлаждением на воздухе в естественных условиях, чтобы увеличить продолжительность ее выдержки при повышенной температуре (1000–850 °С).

Это было достигнуто за счет экранирования каждой отливки в индивидуальной ячейке в течение 90–150 с. Однако экранирование толстостенных отливок ($\xi \geq 40$ мм) в индивидуальных ячейках не дало устойчивого положительного результата. Дело в том, что получение отливок с большой толщиной стенки требует значительного увеличения времени ее формирования в кристаллизаторе (τ_{ϕ}). Это приводит к большому переохлаждению наружных слоев металла и повышению стабильности цементита. Для ре-

шения задачи необходимо было увеличить продолжительность выдержки отливок при более высокой температуре, чем это обеспечивает экранирование в индивидуальных ячейках.

Принимая во внимание, что увеличение массы тела, при прочих равных условиях, определяет снижение скорости его охлаждения, решили, после извлечения из кристаллизатора укладывать отливки в одну томильную камеру с нарастающим количеством по мере их получения. В этом случае тепловое взаимодействие отливок со стенками томильной камеры происходило как единого монолитного тела в экране.

В результате исследований установлено, что выдержка группы из семи отливок по 26 кг каждая (всего 182 кг) в течение 10–30 мин после укладки последней седьмой отливки в томильную камеру обеспечило, практически, полный распад цементита во всех отливках. При этом температурное состояние отливок изменялось по режиму, представленному на рис. 1.

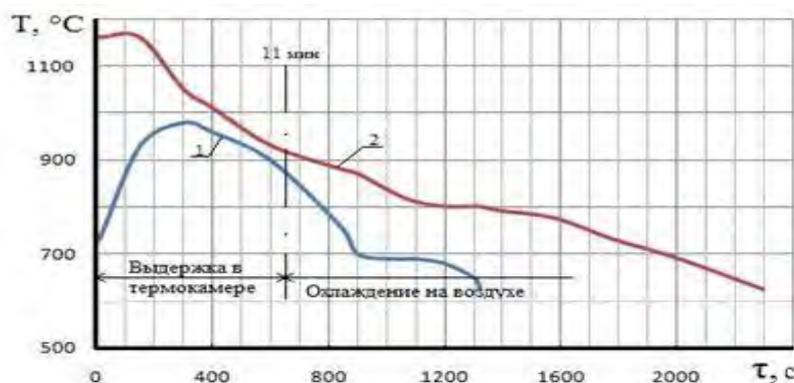


Рис. 1. Изменение температуры наружной (1) и внутренней (2) поверхности отливки после извлечения из кристаллизатора

Внутренняя поверхность отливок охлаждается в томильной камере от температуры солидуса 1160 °С до температуры ~ 910 °С со средней интенсивностью 0,38 К/с (рис. 1, кривая 2). Наружная поверхность вначале достаточно быстро разогревается за счет внутренних слоев до температуры 980 °С, а затем охлаждается до температуры 870 °С примерно с такой же интенсивностью как и внутренняя (рис. 1, кривая 1).

Таким образом установлено, что выполнение разработанного теплового режима охлаждения отливок после извлечения из кристаллизатора исключает отбел и обеспечивает полную перлитизацию металлической матрицы чугуна без применения дополнительных источников энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Марукович, Е. И.** Принципиально новый эффективный процесс литья полых цилиндрических заготовок из чугуна методом направленного затвердевания / Е. И. Марукович, В. Ф. Бевза, В. П. Груша // *Литье и металлургия*. – 2010. – № 3. – С. 21–24.