

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИТЬЯ  
НА КАЧЕСТВО ПОЛЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ЧУГУНА

В. Ф. БЕВЗА, В. П. ГРУША, \*В. А. КРАСНЫЙ

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»

\*«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ГОРНЫЙ»

Могилев, Беларусь; Санкт-Петербург, Россия

К деталям машин типа втулок, как правило, предъявляются высокие требования по физико-механическим свойствам и, в первую очередь, по износостойкости, которая в основном определяется структурой металлической матрицы, величиной и формой графитовых включений. Поэтому одним из основных показателей качества была принята структура чугуна: состав металлической матрицы (соотношение феррита и перлита), наличие отбела и характеристика графитовых включений. Кроме этого также основным показателем качества была принята толщина стенки отливки ( $\xi$ ), получаемой в процессе литья. Это связано с тем, что при литье полых заготовок по методу, при котором наружная поверхность отливки ограничивается металлической водоохлаждаемой формой, а внутренняя определяется только фронтом затвердевания и получается непосредственно из расплава, толщина стенки  $\xi$  не имеет жесткой регламентации [1]. В связи с изложенным, целью настоящей работы являлось определение влияния технологических параметров на структуру и толщину стенки отливок при литье в металлическую водоохлаждаемую форму.

Исследования проводились при литье полых заготовок из низколегированного чугуна с пластинчатым графитом. Для анализа были приняты следующие технологические параметры: продолжительность выдержки отливки в форме ( $\tau_{\text{ф}}$ ); химический состав чугуна, определяемый степенью эвтектичности ( $S_3$ ) и обобщенным коэффициентом  $C_k$  [2], на основе которого оценивали влияние легирующих элементов на отбел; скорость охлаждения отливок после извлечения из формы ( $v_{\text{ох}}$ ).

В результате исследований установлено, что основными параметрами, влияющими на  $\xi$ , являются  $\tau_{\text{ф}}$ ,  $S_3$  и  $C_k$ . Например, для получения отливки с толщиной  $\xi = 15$  мм изменение  $S_3$  от 0,76 до 0,96 ведет к увеличению  $\tau_{\text{ф}}$  от 17 до 32 с при температуре расплава, подаваемого в форму, 1345 °С, что связано с уменьшением протяженности двухфазной зоны.

Микроструктура отливок определяется скоростью затвердевания, химическим составом чугуна, временем формирования и условиями вторичного охлаждения. Применение металлической водоохлаждаемой формы обуславливает высокую скорость затвердевания чугуна в наружных слоях отливки (около 3 мм/с). В этой зоне залегает графит отжига, имеющий

точечное и междендритное распределение с  $ПГ_d = 15 \div 25$ . С удалением от наружной поверхности скорость затвердевания снижается до 0,3–0,5 мм/с. Внутренняя зона стенки отливки характеризуется графитом  $ПГ_d = 45 \div 90$ . С уменьшением  $S_3$  размер графитовых включений увеличивается, что связано с расширением двухфазной зоны.

Особенно заметное влияние на количество феррита оказывает содержание кремния и условия проведения эвтектоидных превращений. Экранирование группы отливок (25–30 шт.) после извлечения из формы в футерованной камере обеспечивает получение в структуре чугуна до 70 % феррита при содержании кремния 2,5 %. Охлаждение отливок на воздухе снижает содержание феррита в 2,0–2,5 раза, а при уменьшении кремния до 1,8 % при  $S_3 = 0,80 \div 0,83$  его содержание не превышает 3 %.

На количество цементита, (особенно в наружной зоне) наибольшее влияние оказывает  $\tau_{\phi}$ ,  $v_{ox}$  и  $C_k$ . При  $\tau_{\phi} \leq 30$  с и выдержке отливки в футерованной камере после извлечения из формы в течение 100–150 с цементит в структуре чугуна, практически, отсутствует. Увеличение  $\tau_{\phi}$  до 70–80 с приводит к появлению в наружной зоне отливок до 15 % цементита. В этом случае отливки сразу после извлечения из формы помещали в печь, при температуре 950 °С, выдерживали около 30 мин., а затем охлаждали на воздухе.

Анализ показал, что конечная структура чугуна характеризуется наличием равномерно распределенного пластинчатого графита  $ПГ_p1$  прямолинейной формы  $ПГ_{\phi}1$  длиной  $ПГ_d$  15–25 мкм. Металлическая основа представляет собой пластинчатый перлит П100, ПД 0,3–0,5.

По описанной технологии изготавливались опытно-промышленные партии заготовок червячных колес ГУД 2334А из специального чугуна для ОАО «Могилевхимволокно». Установлено, что средний ресурс редукторов с чугунными колесами, с утолщенным профилем в 6,74; 3,09; 2,48 раз выше, чем ресурс редукторов с бронзовыми колесами, соответственно, БрА9Ж4, БрО10НФ1, БрА9Ж4 улучшенная.

#### 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.
2. **Бунин, К. П.** Основы металлографии чугуна / К. П. Бунин, Я. М. Малиночка, Ю. Н. Таран. – М. : Металлургия, 1969. – 416 с.