

В. Б. Бубликов, А. А. Ясинский, Д. Н. Берчук, Л. А. Зеленая

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МАРГАНЦА НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

Изменяя содержание марганца в высокопрочном чугуне можно регулировать соотношение перлит/феррит в металлической основе и уровень прочностных свойств отливок. Марганец снижает активность углерода в расплаве, уменьшает количество образующихся включений шаровидного графита, тормозит графитизацию и способствует отбелу тонкостенных отливок. С повышением содержания марганца увеличивается количество и дисперсность перлита, повышаются прочность и твердость, снижается пластичность высокопрочного чугуна. Марганец повышает устойчивость цементита в составе перлита, затрудняя его распад при отжиге отливок. Для увеличения количества перлита в металлической основе, прочности и твердости высокопрочного чугуна содержание марганца в нем повышают до уровня 0,7–0,9 %.

Лабораторные плавки проводили в индукционной электропечи емкостью 10 кг. В качестве шихты использовали переплав чушкового передельного чугуна марки ПЛ2 (50 %) и возврата высокопрочного чугуна (50 %). Для получения планируемого содержания марганца в конце плавки в индукционную печь вводили расчетное количество ферромарганца ФМн75.

Влияние содержания марганца в пределах 0,35–1,30 % на структуру высокопрочного чугуна изучалось на шлифах, вырезанных из ступеней технологической пробы размером 60×60 мм и толщиной сечений на модели 1,5; 2,5; 5; 10; 15 мм.

В условиях проведенного исследования при содержании марганца 0,35...0,7 % получили все ступени без цементита. При содержании марганца 1,0 % количество цементита в середине ступени толщиной 2 мм составило 8 %, а у края 20 %. При содержании марганца 1,3 % в структуре ступени толщиной 2 мм по всей площади шлифа от середины до края количество цементита составило 20 %. В структуре более толстых ступеней цементита не было. Таким образом, при высоком для высокопрочного чугуна содержании марганца 1,0...1,3 % цементит образуется только в тонких сечениях толщиной ~2 мм, что в условиях внутри-

форменного модифицирования открывает возможность применять шихтовые материалы с повышенным содержанием марганца для получения мелкого литья без отбела.

С повышением содержания марганца от 0,35 до 1,30 % количество включений шаровидного графита в структуре ступенчатой пробы уменьшается на ~30 %, а количество перлита в металлической основе повышается в 2,5-4 раза.

Влияние марганца на механические свойства модифицированного в литейной форме высокопрочного чугуна определяли на образцах изготовленных из стандартных клиновидных проб толщиной 25 мм. Параллельно проводили количественный металлографический анализ структуры в клиновидных пробах.

Исходный чугун выплавляли в индукционной электропечи ИСТ-016 используя шихту, состоящую из 85 % передельного чушкового чугуна марки ПЛ2, 10 % отходов электротехнической (динамной) стали и 5 % ферросилиция ФС45.

При содержании в высокопрочном чугуне 0,4...1,8 % марганца цементит при кристаллизации в структуре клиновидных проб не образовывался. Исходный высокопрочный чугун с содержанием 0,4 % Mn и металлической основой из 85-95 % феррита имел пределы прочности при растяжении (σ_B) 500 МПа и текучести ($\sigma_{0,2}$) 370 МПа, твердость (НВ) 1620 МПа и высокие показатели относительного удлинения (δ) 17 % и ударной вязкости (КС) 90 Дж/см². С повышением содержания марганца увеличивается количество перлита в металлической основе, повышается прочность и твердость, снижается относительное удлинение и ударная вязкость. Благоприятное сочетание прочности и пластичности достигается при содержании 1,0...1,3 % Mn: $\sigma_B=550-580$ МПа; $\sigma_{0,2}=400-440$ МПа; $\delta=6-10$ %. При дальнейшем повышении содержания марганца до 1,8 % значительно повышаются прочностные показатели: $\sigma_B=650$ МПа; $\sigma_{0,2}=520$ МПа, но относительное удлинение снижается до 2-3 %, а ударная вязкость до 10-15 Дж/см².