

В. С. Дорошенко, В. О. Шинский

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

**ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПЕРЛИТА ПО ТОЛЩИНЕ СТЕНКИ ОТЛИВКИ ИЗ
ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА ПРИ ЛИТЬЕ В ПЕСЧАНЫХ ФОРМАХ**

Анализ механических свойств и микроструктуры отливок из высокопрочного чугуна (ВЧ) марок ВЧ 500-2 и ВЧ 500-7 ДСТУ 3925-99, полученных в песчано-глинистой по-сырому (ПГФ) и вакуумируемой (ВФ) песчаных формах, показал характерные изменения механических свойств по толщине стенки отливки [1, 2] в пределах соответствия ДСТУ на стандартных пробах. На графиках зависимости твердости металла НВ и содержания перлита в структуре ВЧ от расстояния от поверхности (по глубине стенки) отливок толщиной до 60 мм, полученных в ПГФ и ВФ, видно, что кривые НВ и «% перлита» идут параллельно и имеют куполообразный вид с явным максимумом. На этих кривых твердость НВ в поверхностных слоях отливок из ВЧ растет на глубину до 15 мм, где получает максимум, и далее НВ снижается. НВ по трем областям на расстоянии от поверхности (мм) 0; 15; и 30 в среднем составляет для отливок по ПГФ – 204-208-200 ед. с перлитом 49-71-48%, для отливок по ВФ НВ 170-190-177 ед. с перлитом 18-63-45 % (остальное феррит и графит).

Для отливок в этих формах характерно снижение прочностных свойств ВЧ и % перлита при толщине стенки отливки свыше 15 мм, из которого следует, что упрочнение конструкции отливки путем увеличения толщины стенки происходит за счет увеличения массы металла невысоких прочностных свойств. В этом случае толщина стенки удвоенного размера $15 \times 2 = 30$ мм, когда с обеих ее поверхностей к середине твердость и перлитная составляющая будет приближаться к максимуму, позволит лучше использовать прочностные свойства ВЧ на единицу массы. А прочность конструкции лучше повышать добавлением ребер и опор не выше указанной толщины.

Для отливок в ВФ время охлаждения до выбивки примерно на 22 % дольше, твердость на 9-10 % ниже [1]. Для ряда отливок такое снижение свойств и удлинение времени охлаждения (со снижением производительности цеха) нежелательны. Однако для литья в ВФ слабо используется то преимущество, что вакуум в пристеночной зоне отливки благодаря силовому действию (присасыванию) снижает зазор на границе «металл – форма» и повышает скорость затвердевания ВЧ на глубину до 8 мм (ускоренное затвердевание корки), что относится к характерным явлениям для

этих форм и в виде удвоенной толщины используется в способе литья ВЧ без прибылей [3]. Ускоренное затвердевание стенок отливок толщиной не выше 16 мм для литья в ВФ измельчает зерно металла и способствует упрочнению стенки, до возможности удержания стенкой предудачного расширения металла, что само по себе способствует упрочнению ВЧ отливки. Техническое решение ограничивать толщину отливки указанными значениями позволяет использовать в отливках ВЧ с прочной перлитной структурой без утолщения стенки за счет массы металла невысокой прочности. С ростом толщины стенки усиливается содержание феррита, который имеет прочность ($\sigma_b=250$ МПа) и твердость (НВ 80-100), зернистый перлит имеет $\sigma_b=800$ МПа [4]. Прочность перлита пропорциональна НВ с коэффициентом $\approx 0,3$; для легированного ВЧ с около 100% перлита в литом состоянии $\sigma_b=860$ МПа и НВ 280 [5].

Таким образом, сбережение металла возможно путем использования ВЧ в наиболее прочном виде при литье в песчаные формы за счет оптимального использования перлитной составляющей, свойственной стенкам указанных толщин. Если отливке требуется повышение прочности свыше достижимой ограниченными толщинами стенок для данной марки ВЧ, то дальнейшего упрочнения ее конструкции рекомендуется достигать добавлением к ней ребер и опор невысокой толщины. Это часто наиболее удобно выполнить для ЛГМ-процесса, обладающего широким диапазоном способов получения разовых моделей, включая применение 3D обработки материалов на станках с ЧПУ.

Список литературы

1. Барский В.Т. Дорошенко В. С., Шейко Н.И. Некоторые особенности получения отливок при ВПФ // Литейное производство. - 1987. - №2. - С. 38-39.
2. Формирование структуры чугуновых отливок при ЛГМ в формах из кварцевого песка и металлической дроби / Н.Я. Терещенко, Т.К. Пилипенко, В.С. Дорошенко и др. // Процессы литья. - 2009. - № 4. - С. 31-37.
3. А. с. 1694316 СССР: В22С 9/02. Способ изготовления отливок из чугуна с шаровидным графитом / Дорошенко В. С., Шейко Н.И. - Оpubл. 1991, Бюл. №44.
4. Козлов Ю.С. Материаловедение. - М.: Высш. шк., 1983. - 118 с.
5. Медь в высокопрочном чугуне / В. Б. Бубликов, А. А. Ясинский, Л. Н. Сыропоршнеv и др. // Процессы литья. - 2010. - № 3. - С. 46-57.