

ГРАФИТИЗАЦИЯ ОТЛИВОК ИЗ СЕРОГО ЧУГУНА
ПРИ НЕПРЕРЫВНО-ЦИКЛИЧЕСКОМ ЛИТЬЕ

В.С.МАЗЬКО, В.Ф.БЕВЗА

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

При непрерывно-циклическом литье намораживанием (НЦЛН) полых цилиндрических заготовок затвердевает только периферийная часть объема жидкого металла, залитого в кристаллизатор и участвующего в формировании отливки. Наружная поверхность отливки формируется кристаллизатором, а внутренняя непосредственно из расплава. Температура ее наружной поверхности зависит от времени формирования и диаметра кристаллизатора, а в момент извлечения из последнего составляет 900-950 °С. Температура внутренней поверхности всегда остается постоянной во время формирования и равна температуре солидуса (около 1150 °С). После извлечения отливки из кристаллизатора происходит перераспределение температуры по толщине стенки заготовки и ее наружная поверхность разогревается до температуры порядка 1000-1050 °С. В дальнейшем, для получения необходимой микроструктуры металлической матрицы, отливку вне кристаллизатора охлаждают до комнатной температуры по определенному режиму.

Интенсивный радиальный теплоотвод от затвердевающей отливки иногда может приводить к образованию цементита в ее наружных слоях, что является браковочным признаком. Для выявления причин образования такого вида дефекта проведен анализ условий формирования отливки и графитизации чугуна.

Установлено, что в начальный момент кристаллизации при непосредственном контакте рабочей поверхности кристаллизатора с жидким металлом вследствие большой интенсивности теплоотвода затвердевание происходит с образованием цементита. По мере нарастания твердой корки, скорость затвердевания падает, так как увеличивается термическое сопротивление корки и образующегося газового зазора. Дальнейшие слои отливки затвердевает с образованием аустенито-графитной эвтектики. Кристаллизация в условиях большого переохлаждения способствует образованию мелкодисперсной первичной структуры, что приводит к возникновению большого количества центров графитизации и сокращению путей диффузии углерода.

Увеличение удельной поверхности раздела аустенита и цементита и высокая плотность несовершенств кристаллической решетки отбеленной

наружной зоны облегчает образование и рост центров графитизации по границам зерен.

Повышение концентрации углерода приводит к увеличению времени графитизации за счет роста в структуре количества эвтектических карбидов. С увеличением содержания углерода растет количество центров графитизации и железокремнистого карбида, которые оказывают существенное влияние на формирование структуры отливок, содержащих 3,2 – 3,4 % углерода и 1,9-2,3 % кремния.

Концентрация углерода свыше 3,4 % и кремния свыше 2,3 % приводит к торможению процесса графитизации отливок диаметром 50–100 мм. Количество грубого сотового ледебурита, а также размеры всех структурных составляющих приводит к уменьшению поверхности раздела аустенита и цементита и количества центров графитизации, увеличению путей диффузии углерода и падению скорости растворения карбидов.

С увеличением толщины стенки отливки и ее диаметра графитизация облегчается. Распад эвтектического цементита происходит в более широких пределах по содержанию кремния и углерода. Это связано с тем, что с ростом диаметра и толщины стенки увеличивается время контакта корки с перегретой жидкой ванной и объем последней на единицу поверхности отливки. С увеличением диаметра кристаллизатора и уменьшением отношения толщины твердой корки к радиусу отливки растет зазор между отливкой и формой и повышается температура наружной поверхности отливки в момент ее извлечения из кристаллизатора, что также способствует распаду эвтектического цементита.

С уменьшением диаметра и толщины стенки отливки уменьшаются пределы по содержанию углерода и кремния для получения заготовок из серого чугуна без структурно-свободного цементита. Если графитизация в отливках диаметром 50–100 мм происходит при концентрации кремния 1,9 – 2,3 %, то полный распад эвтектического цементита в толстостенных (15 – 25 мм) отливках такого же диаметра наблюдается при содержании кремния 1,6 – 2,4 %. С увеличением диаметра заготовки пределы по концентрации углерода и кремния в чугуне расширяются. Для отливок диаметром 100 – 200 мм, независимо от толщины стенки, эти пределы составляют 2,9 – 3,5 % углерода и 1,5 – 2,4 % кремния.

Таким образом, в результате теоретических и экспериментальных исследований определены пределы содержания углерода и кремния в чугуне, в рамках которых, отливки диаметром 50-200 мм с толщиной стенки 10-25 мм при литье методом НЦЛН получаются без структурно свободно-го цементита.