



*The peculiarities of spherulitic iron castings formation during continuous cyclic casting are investigated.*

Е. И. МАРУКОВИЧ, В. С. МАЗЬКО, В. Ю. СТЕЦЕНКО, ИТМ НАН Беларуси

## ЗАТВЕРДЕВАНИЕ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ ПРИ НЕПРЕРЫВНО-ЦИКЛИЧЕСКОМ ЛИТЬЕ

УДК 621.74:669.14

Отличительными особенностями непрерывно-циклического литья полых цилиндрических заготовок являются сифонная подача металла в кристаллизатор, выдержка для намораживания отливки и ее полное извлечение из расплава. При этом наружная поверхность отливки формируется кристаллизатором, а внутренняя — непосредственно из жидкого металла [1].

При получении этим способом отливок из чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ) доэвтектического состава с углеродным эквивалентом (СЕ) 3,5—4,2 на их внутренней поверхности наблюдается пористая зона. Она характеризуется неравномерным расположением и глубиной залегания по периметру и может достигать 2/3 толщины стенки отливки. Это приводит к ухудшению качества материала отливки и увеличению припуска на ее механическую обработку по внутреннему диаметру.

При непрерывно-циклическом литье область затвердевания можно разделить на зоны. Зона макроскопических перемещений жидкости, в которой кристаллы, не образуя связанного каркаса, свободно движутся вместе с жидкостью. Внутренняя граница этой области определяется концами кристаллов, выступающих в глубь жидкой ванны, и соответствует границе ликвидус. Зона локальных перемещений жидкости, в которой кристаллы образуют связанный каркас, но расплав может перемещаться между дендритами на расстоянии, соизмеримые с их размерами. При этом благодаря направленному радиальному отводу тепла обеспечивается строго последовательный характер кристаллизации от наружной поверхности отливки.

В процессе затвердевания чугуна доэвтектического состава в отливках образуется дендритный скелет первичных кристаллов аустенита. По мере их роста они начинают изолировать расплав своими ветвями. Локальные объемы жидкой фазы, находящиеся в системе проросших дендритов, начинают терять связь с маточным расплавом. После извлечения отливки из кристаллизатора эта связь окончательно прекращается. Оставшиеся уча-

стки расплава, заключенные между ветвями дендритов аустенита, затвердевают с дефицитом питания, где и образуется пористая зона (рис. 1).

Проведенные эксперименты показали, что на глубину залегания усадочной пористости при прочих равных условиях в основном влияет углеродный эквивалент расплава. При его увеличении уменьшается протяженность двухфазной зоны, а соответственно и ширина зоны пористости. При СЕ = 4,0—4,2 максимальная глубина залегания пор составляет 3 мм при толщине стенки отливки 15—18 мм. Снижение СЕ с 3,9 до 3,5 увеличивает ширину усадочной зоны пористости до 10 мм при той же толщине стенки заготовки.

При углеродном эквиваленте СЕ > 4,3 усадочной пористости не наблюдается, но при этом ухудшаются технологичность процесса литья и качество отливок из-за плен, заворотов, расслоений. При литье на мениске металла в кристаллизаторе образуется твердая корка, которая иногда покрывает все зеркало. В этом случае при извлечении отливки из кристаллизатора происходят разбрызгивание и выплески жидкого металла с образованием королек, заворотов, плен в последующей отливке.

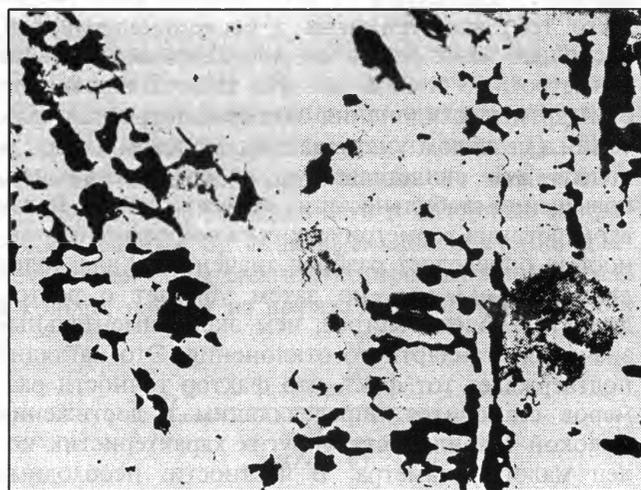


Рис. 1. Микроструктура пористой зоны отливки из ЧШГ. Не травлено.  $\times 100$

На микроструктуре такой корки видно, что включения первичного графита имеют диаметр 80—120 мкм (рис. 2). Их количество в несколько десятков раз больше, чем в основном теле отливки.

Всплывая в расплаве, относительно крупные глобулы первичного шаровидного графита насыщают верхние слои жидкого металла. В результате увеличивается концентрационное переохлаждение, так как повышается температура ликвидуса насыщенного углеродом (графитом) слоя металла. Экспериментально установлено, что толщина поверхностной корки на мениске металла в кристаллизаторе пропорциональна температуре заливки. При этом в отличие от отливок, полученных из доэвтектического чугуна, внутренняя поверхность гладкая и без междендритной усадочной пористости, поскольку отсутствуют дендриты первичного аустенита.

Таким образом, для получения качественных полых цилиндрических отливок методом непрерывно-циклического литья с минимальной пористой зоной на внутренней поверхности необходимо, чтобы углеродный эквивалент находился в пределах 4,0—4,2.

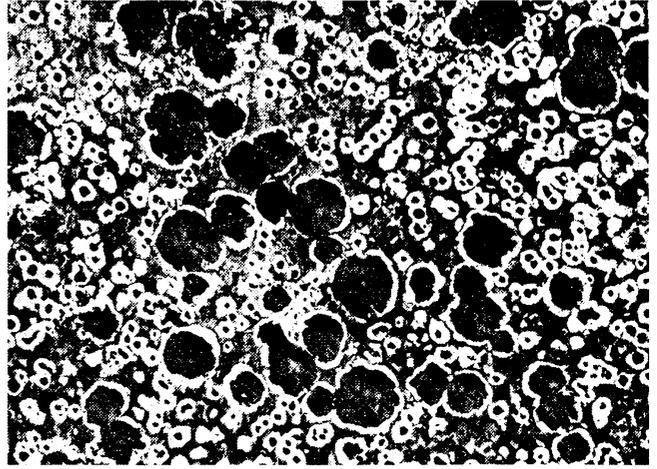


Рис. 2. Микроструктура твердой корки ЧШГ с  $CE=4,7$ , сформировавшейся на мениске расплава в кристаллизаторе. После травления 2%-ным раствором азотной кислоты в спирте.  $\times 100$

#### Литература

1. Анисович Г. А., Барановский Э. Ф., Бевза В. Ф. Литье намораживанием на подвижные и в стационарные кристаллизаторы // Специальные способы литья: Справ. М.: Машиностроение, 1991. С. 568—590.



## ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН БЕЛАРУСІ

предлагает:



**новую технологию и оборудование**  
*для литья в непрерывно-циклическом режиме полых отливок*

*диаметром 30—250 мм, высотой 100—280 мм,  
 с толщиной стенки 10—25 мм из различных марок чугуна.  
 Производительность процесса 120—250 шт/ч.*

*Контактный тел./факс (0222) 26-72-56*