

УДК 621.74.047

## СТРУКТУРА И ТВЕРДОСТЬ СЕРОГО ЧУГУНА В ПОЛЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВКАХ ПРИ ЛИТЬЕ НАМОРАЖИВАНИЕМ

В. П. ГРУША<sup>1</sup>, В. Ф. БЕВЗА<sup>1</sup>, А. А. БАРОН<sup>2</sup>, Л. В. ПАЛАТКИНА<sup>2</sup><sup>1</sup>Институт технологии металлов НАН Беларуси  
Могилев, Беларусь<sup>2</sup>Волгоградский государственный технический университет  
Волгоград, Россия

Метод непрерывно-циклического литья намораживанием полых цилиндрических заготовок без применения стержня обеспечивает получение плотной мелкодисперсной структуры серого чугуна с заданным фазовым составом, что существенно повышает эксплуатационные характеристики деталей и ресурс их работы по сравнению с традиционными способами получения аналогичных отливок. Композиционный подход при выявлении взаимосвязи свойств и структуры серого чугуна позволяет приобрести новые знания, использовать их при экспресс-контроле качества отливок и прогнозировать эксплуатационные свойства детали.

Целью работы являлось исследование взаимосвязи структуры и твердости по толщине стенки в полых чугунных отливках.

Анализ структуры и свойств проводили в отливках с толщиной стенки 14 мм, полученных методом намораживания из серого чугуна индукционной плавки. В исследуемом чугуне при содержании углерода 2,7 % и дополнительном легировании хромом, никелем и медью в десятых долях процента степень эвтектичности находится в пределах 0,72...0,73.

Исследование распределения, формы, длины и количества включений графита по толщине стенки показало наличие зонного строения (рис. 1).

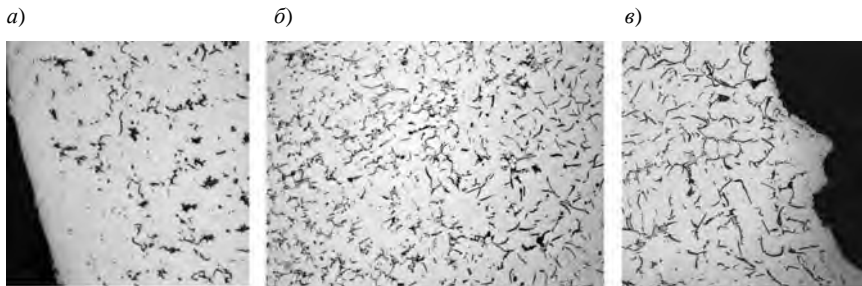


Рис. 1. Различия в графитовых включениях по толщине стенки ( $\times 100$ ): *a* – наружная зона отливки; *b* – средняя; *v* – внутренняя поверхность

Травление на дендритную структуру выявило также наличие зон (по протяженности совпадающих с зонами графита), не имеющих между собой четких границ, но с присущим изменением в размере кристаллов и степени их разветвленности. Так, в наружной зоне объемная доля дендритов  $f_{\text{дк}}$  максимальна и составляет 60...62 %. Постепенно снижаясь к середине, она остается на уровне 57 % до самой внутренней поверхности отливки. При этом снаружи преобладают кристаллы с развитой осью 1-го порядка среднего размера 2,0...4,0 мкм. В сечении средней зоны наблюдаются преимущественно кристаллы с развитыми осями 2-го порядка и длиной оси 1-го порядка 0,6...0,8 мкм, а внутренняя зона представлена зернами с развитыми осями 1-го и высшего порядков. Анализ вторичной структуры показал полное отсутствие феррита, порядка 10 % по площади занимают зерна перлита с дисперсностью 1,6 мкм, остальная матрица представлена перлитом с расстоянием между пластинами цементита до 0,3 мкм. Включения цементита наблюдаются только в наружной зоне на глубине не более 5 мм. Они равномерно распределены и занимают в среднем по площади от 5 до 10 %, что объясняет повышение среднего значения твердости в этой зоне на 3...5 % (рис. 2). Анализ результатов микротвердости в радиальном направлении от наружной поверхности, проведенный на приборе ПМТ-3 при нагрузке 10 г, показал, что отношение средних значений этого показателя у эвтектики и дендритов составляет 0,59.

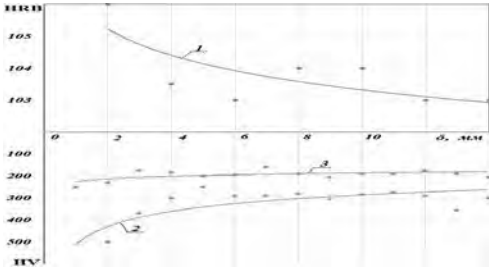


Рис. 2. Распределение твердости (1), микротвердости дендритов (2) и эвтектики (3) по толщине стенки

Сравнительный анализ значений прочностных характеристик показал, что при равных условиях по твердости у исследуемого чугуна прочность на разрыв в зоне с объемной долей дендритов  $f_{\text{дк}} \approx 60$  % составляет 375...400 МПа, это существенно выше, чем у серых чугунов, полученных другими методами литья.

Полученные результаты позволили выявить взаимосвязь дендритной структуры и твердости отливок из серого чугуна при литье намораживанием. При этом определены направления дальнейших исследований для оценки влияния условий формирования толстостенных полых цилиндрических отливок из серого чугуна в стальном водоохлаждаемом кристаллизаторе и последующей их термообработки на структурные изменения и механические свойства.