

вале от структуры белого чугуна до структуры серого. Методы воздействия многообразны. Можно подбирать материал литейной формы, конструкцию литейной формы, которые обеспечивают соответствующий коэффициент тепловой активности b_2 .

Для периода затвердевания отливки рекомендуют рассчитывать коэффициент b_2 по правилу аддитивности [1].

Эксперименты по определению коэффициента b_2 проводились методом заливки симметричной литейной формы. Температура охлаждаемой отливки и температурное поле литейной формы регистрировались хромель-алюмелевыми термопарами с помощью потенциометра ЭПП-09.

Анализ изменения коэффициента b_2 проводился по двум вариантам: с учетом в расчетах площади контакта отливки и формы; с учетом в расчетах массы компонентов материала литейной формы. Полученные расчетом и в эксперименте коэффициенты b_2 сравнивались между собой. Сравнение коэффициента b_2 , полученного расчетом по правилу аддитивности с учетом площади контакта поверхности отливки с литейной формой, показало, что расчетное значение в 2 раза больше экспериментального. Сравнение коэффициента b_2 , полученного расчетом по правилу аддитивности с учетом массы компонентов материала литейной формы, показало, что расчетное значение в 4,2 раза больше экспериментального.

Проведенные исследования показали, что правило аддитивности не дает желаемой точности по расчету эффективного коэффициента тепловой активности материала формы, времени затвердевания отливки и, как следствие, желаемых свойств чугуновой отливки.

ЛИТЕРАТУРА

1. К у м а н и н И.В. Вопросы теории литейных процессов. – М.: Машиностроение, 1976. – 216 с.

УДК 669.14.018.025

О.С. КОМАРОВ, канд.техн.наук,
В.Д. ТУЛЬЕВ, канд.техн.наук,
С.В. ГАРБУЗ (БПИ)

ЗАВИСИМОСТЬ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИХЧ28Н2 ОТ МАКРОСТРУКТУРЫ ОТЛИВОК

В последние годы высокохромистые чугуны типа ИХЧ28Н2 привлекают внимание исследовательских работников и литейщиков в связи с высокими показателями износостойкости в гидроабразивной среде. Структура этих чугунов отличается сложностью. Введение модификаторов может изменить размеры и дисперсность первичной фазы (аустенита или карбида), размеры блоков эвтектики или их морфологию, т.е. соотношение ячеистой и пластинчатой зон, а также повлиять на характер формирования макроструктуры, изменив соотношение зон эндо- и экзогенной кристаллизации.

Т а б л и ц а 1. Изменение структуры и предела прочности после модифицирования

| Добавка, % по массе | Число блоков эвтектики $\times 10^{-8}$, мм | $\sigma_{изг}$, МПа | Ширина зоны трансформации, мм |
|---------------------------------|--|----------------------|-------------------------------|
| 0 | 1,2 | 310 | 20 |
| 0,1 Al | 1,8 | 330 | 20 |
| 0,1 Ce | 2,1 | 340 | 20 |
| 0,1 SiCa | 2,2 | 360 | 20 |
| 0,02 Bi | 2,1 | 340 | 20 |
| 0,02 Al + 0,01 Bi + 0,03 V | 11,3 | 440 | 0 |
| 0,05 Ce + 0,01 Bi + 0,2 ЖКМК | 9,2 | 450 | 2 |
| 0,07 SiCa + 0,005 Te + 0,2 ЖКМК | 9,8 | 430 | 2,5 |
| 0,05 Ce + 0,005 Bi | 5,3 | 370 | 8 |
| 0,01 Bi + 0,03 V + 0,02 Ce | 9,1 | 420 | 2 |

Поэтому в данной работе ставилась задача по управлению процессом формирования микроструктуры с помощью модификаторов и изучению зависимости их износостойкости от характера макроструктуры. В ходе экспериментов из чугуна состава (в % по массе) 2,7 С, 0,9 Si, 0,7 Mn, 28 Cr, 2,1 Ni, 0,08 S и 0,1 P отливали образцы длиной 320 мм и ϕ 40 мм. Чугуны плавил в индукционной печи и перед заливкой модифицировали в ковше различными добавками (табл. 1). Образцы испытывали на изгиб и по излому определяли ширину зоны трансформации. После приготовления шлифа подсчитывали число блоков эвтектики в сечении, перпендикулярном продольной оси цилиндрических образцов на удалении 5, 10, 15 и 20 мм от поверхности. В таблице указаны средние значения из четырех замеров.

Как следует из результатов, приведенных в таблице, наблюдается прямая зависимость между числом блоков эвтектики, шириной зоны трансформации и прочностью на изгиб. Добавки, облегчающие зарождение эвтектических колоний (Al + V + Bi, Bi + V + Ce, Ce + Bi + ЖКМК, SiCa + Te + ЖКМК), препятствуют развитию трансформации и существенно повышают прочность на изгиб.

Износостойкость образцов исследовали в гидробразивной среде, которая состояла из 50 % воды и 50 % электрокорунда с размером частиц от 0,5 до 2 мм. Оценку относительного износа осуществляли путем взвешивания образцов до и после испытаний, которые проводили в течение 40 ч при 650с^{-1} .

Одновременно испытывали восемь образцов, четыре из которых имели эндогенную макроструктуру (два с добавкой 0,01 % Bi + 0,03 % V + 0,02 % Ce и два с 0,020 % Al + 0,01 % Bi + 0,03 % V) и четыре экзогенную (два без добавок и два с добавкой 0,05 % Ce + 0,005 % Bi). Взвешивание после испытаний показало, что в образцах с трансформацией потери массы в 1,4 раза больше по сравнению с образцами, имеющими эндогенную макроструктуру.

Таким образом, показано, что модифицирование чугуна рядом добавок позволяет за счет измельчения эвтектических колоний ликвидировать трансформацию в отливках из ИХЧ28Н2, повысить прочность и износостойкость.