

Рис. 1. Влияние соотношения перлита и феррита в слое с шаровидным графитом толщиной 0,5 мм на процесс трещинообразования после 600 циклов теплосмен (l_T — средняя длина трещин, n — количество трещин по периметру образца)

перлитную металлическую основу и компактные включения графита во всем объеме отливки или шаровидные включения только в поверхностном слое. В обоих случаях перлитная основа предпочтительнее для обеспечения высокой сопротивляемости отливок образованию разгарных трещин.

УДК 621.74:669.15

С.С. ГУРИН, канд.техн.наук,
 Е.И. БЕЛЬСКИЙ, д-р техн.наук,
 Г.И. КЛЕЩЕНОК, В.В. РУЛЯК (БПИ)

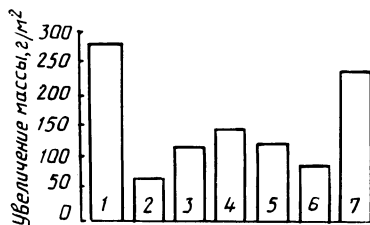
ОКАЛИНОСТОЙКОСТЬ ЧУГУНА С КОМПАКТНЫМ ГРАФИТОМ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ОТЛИВКИ

Одной из основных причин разрушения поверхности чугуновых отливок в условиях высокотемпературных воздействий является окисление. Образование окисной пленки и ее рост в глубину отливки вызывает нарушение сплошности поверхности, возникновение и развитие термоусталостных трещин и других дефектов. Поэтому к материалу для изготовления, например, чугуновых кокилей предъявляются высокие требования в отношении окалиностойкости. На окалиностойкость чугуна влияют его химический состав, структура основы, размеры, форма и распределение графитовых включений.

Исследована возможность повышения окалиностойкости чугуна за счет получения в поверхностном слое отливки структуры с компактным графитом (хлопьевидным, вермикулярным и шаровидным).

Испытания на окалиностойкость проводили на образцах диаметром 30 мм, высотой 10 мм, изготовленных из чугуновых пластин толщиной 35 мм. Один из торцов поверхностного слоя образца имел структуру с компактным графитом на глубину до 5 мм. Второй торец и боковую поверхность образца подвергали алитированию с использованием обмазки следующего состава (массовая доля): 70 % алюминиевой пудры, 10 % фтористого алюминия, 20 % жидкого стекла, что позволило получить алитированный слой до $1 \cdot 10^{-1}$ мм. После

Рис. 1. Окалиностойкость чугунов с графитом различной формы:
 1 — СЧПГ; 2 — ЧШГ; 3 — слой с хлопьевидным графитом, 2 мм; 4 — слой с вермикулярным графитом, 2 мм; 5 — слой с шаровидным графитом, 2 мм; 6 — то же, 5 мм; 7 — то же, $5 \cdot 10^{-1}$ мм



этого образцы выдерживали в печи при 800°C в течение 15 мин для получения тонкой пленки окиси алюминия на поверхности, что позволило практически полностью исключить окисление боковой поверхности и одного из торцов образца в ходе испытаний на окалиностойкость, так как плотная пленка окиси алюминия препятствует диффузии кислорода в более глубокие слои металла. Таким образом, испытанию подвергалась только поверхность слоя образца с компактным графитом.

Хлопьевидный графит в поверхностном слое получали путем отжига при температуре 950°C в течение 2 ч образцов с отбеленной поверхностью на глубину до 5 мм и переходной зоне до 3 мм. Шаровидный и вермикулярный графит получили поверхностным модифицированием с использованием покрытия, содержащего порошкообразный магний МПФ-2, ферросилиций ФС75 и жидкое стекло.

Испытания на окалиностойкость проводили по стандартной методике, оценивая данный показатель по увеличению массы образца на единицу площади его поверхности. Результаты испытаний свидетельствуют о положительном влиянии компактного графита в поверхностном слое отливки на окалиностойкость чугуна. После выдержки при температуре 800°C в течение 20 ч образцов с хлопьевидным, вермикулярным и шаровидным графитом было зафиксировано увеличение массы соответственно на $115...120 \text{ г/м}^2$, $140...155$ и $80...95 \text{ г/м}^2$, а образцов из серого чугуна с пластинчатым графитом (СЧПГ) — на $250...275 \text{ г/м}^2$.

Скорость окалинообразования определяется толщиной слоя с шаровидным графитом (рис. 1). При толщине $5 \cdot 10^{-1}$ мм после 20 ч испытаний зона окисления распространяется на глубину $(2...3) \cdot 10^{-1}$ мм, а в местах, где присутствует графит с низкой степенью сфероидизации, окисление может доходить даже до переходной зоны. Тем не менее образующаяся окисная пленка довольно прочно удерживается на поверхности образца и оказывает определенное сопротивление диффузии кислорода в глубь поверхностного слоя. Наличие графита шаровидной формы в слое толщиной $5 \cdot 10^{-1}$ мм способствует повышению окалиностойкости отливки в $1,2...1,25$ раза по сравнению с СЧПГ. При толщине слоя 2 мм и 5 мм положительное влияние шаровидного графита проявляется более существенно.

СЧПГ окисляется практически с одинаковой скоростью в течение всего испытания. При компактном графите в поверхностном слое скорость окалинообразования изменяется. Наиболее интенсивно окисление протекает на первых стадиях испытания, в дальнейшем оно уменьшается и стабилизируется.

Более низкая окалиностойкость образцов с вермикулярным графитом в поверхностном слое объясняется большей протяженностью графитовых включений, что способствует интенсификации окислительных процессов.

Масса образцов, изготовленных из чугуна с шаровидным графитом по всему сечению, увеличилась для данного температурно-временного интервала на 60...70 г/м².

Таким образом, получение компактного графита в поверхностном слое чугуновой отливки позволяет в 2...3 раза повысить ее окалиностойкость по сравнению с СЧПГ. Для повышения стойкости чугуновых отливок типа кокилей и изложниц, подвергающихся воздействию высоких температур, можно рекомендовать получение в поверхностном рабочем слое структуры с компактным графитом на глубину до 5 мм.

УДК 621.746.6

А.Н. ЧИЧКО,

В.Ф. СОБОЛЕВ, канд.техн.наук (БПИ)

ЗАВИСИМОСТЬ ЛИТЕЙНЫХ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ОТ ХАРАКТЕРИСТИК ИХ КОМПОНЕНТОВ

Выбор легирующих комплексов основывается на изучении формализованных математических моделей, связывающих свойства сплавов с концентрацией легирующих элементов. Однако этот путь далеко не всегда эффективен, что связано с низкой информативностью используемых моделей из-за невозможности явного учета природы изучаемых легирующих элементов.

Информативность математических моделей можно повысить введением в них в качестве признаков (аргументов) некоторых характеристик, несущих информацию о свойствах компонентов.

Целью настоящей работы было изучение корреляционных связей между отдельными литейными свойствами сплава АК5М2 и признаками, вычисленными с учетом характеристик их компонентов.

Все литейные свойства сплавов, включенные в обучающую выборку, измерялись с помощью комплексной пробы Нехендзи—Самарина.

В табл. 1 приведены экспериментальные значения литейных свойств сплава АК5М2, легированного различными элементами. Относительные линейная усадка, объем усадочной раковины и рассеянной пористости определены по соотношению

$$B = B_1 / B_2 ,$$

где B_1 , B_2 — литейная характеристика соответственно исследованного сплава и АК5М2.

В качестве признаков при построении моделей использовали следующие параметры элементов: линейный коэффициент термического расширения, приведенное поверхностное натяжение, удельное электросопротивление при температуре 298 К, термический коэффициент электросопротивления, теплоемкость, теплоту сублимации, плотность, теплоту плавления, приведенный термодинамический потенциал, температуры кипения и плавления, атомный объем, атомный радиус, энергию связи, 1-й и 2-й потенциалы ионизации, ра-