

Внутриформенное высокопрочного чугуна производстве

модифицирование литыми вставками при коленвалов.

Д. А. Болдырев, Н. Б. Цалина (Исследовательский центр ОАО "АвтоВАЗ)*

В чугунолитейном производстве ОАО 'АвтоВАЗ' при получении отливок из ЧШГ дополнительно с ковшовым первичным модифицированием используют вторичное (позднее) модифицирование, при котором входящие в модификатор графитизирующие элементы повышают эвтектическую температуру образования графита и снижают эвтектическую температуру образования карбидов, что способствует подавлению образования вторичного цементита в структуре чугуна. Перед заливкой расплава в литниковую воронку формы помещают кусок ферросилиция ФС75 массой 150...200 г или брикеты ферросилиция ФС65Ba1 массой 170...220 г.

Недостатки применяемой технологии модифицирования, влияющие на качество отливок:

- нестабильность массы куска ферросилиция;
- неудовлетворительная растворимость брикетов;
- наличие в брикетах до 10... 12% связующих компонентов (жидкого стекла, плавикового шпата), загрязняющих металл шлаками;
- не растворившийся в воронке модификатор засоряет обратную формовочную смесь.

В настоящее время один из наиболее эффективных способов позднего инокулирующего модифицирования - *внутриформенное модифицирование* литыми вставками из специальных модифицирующих сплавов. Такое модифицирование более экономично, так как не требует затрат на модифицирование массивных частей литниковой системы (литниковой чаши, стояка). Модификатор растворяется полностью, так как находится в потоке металла, а не в воронке. Масса литых вставок строго дозирована и определяется из расчета 0,1% от массы модифицируемого металла. Химсостав предлагаемого вторичного графитизирующего модификатора, %: 70...78 Si; 3,2...4,5 Al; 0,3...1,5 Ca; ~0,5 PЗМ; Fe - ост.

Предположили, что применение литых вставок на основе ферросилиция для

графитизирующего модифицирования в форме позволит значительно улучшить форму шаровидного графита, продлить действие магниевого модификатора, уменьшить размер и обеспечить равномерное распределение графита по объему металлической матрицы, предупредить появление цементита. Дополнительно ставилась задача получения высоких механических свойств (высокой прочности) и перлитной структуры ЧШГ при ограничении на введение дорогостоящего никеля, для чего планируется использовать медь в качестве перлитизатора (так как медь в большей мере влияет на структуру чугуна в литом состоянии, а никель - после термообработки) и литых вставок на основе ферросилиция в качестве вторичного модификатора.

На этапе I экспериментальных работ для обеспечения стабильного структурообразования ЧШГ в течение всего времени разливки испытывали литые вставки на основе ферросилиция для внутриформенного модифицирования в условиях действующего производства при изготовлении отливок коленвала. Кроме того, сделана попытка с помощью литых вставок получить литую структуру, соответствующую нормативам для нормализованных отливок содержание феррита в структуре чугуна < 8%. Испытания модификатора проводили на линии Georg Fisher на модели коленвала ВАЗ-2112 из ЧШГ марки Gh75-50-03 - это марка чугуна по принятому на ОАО 'АвтоВАЗ' итальянскому стандарту нормали FIAT-BA3 52205 со следующими характеристиками: $\sigma_b \geq 750$ МПа, $\sigma_{0,2} \geq 500$ МПа, $\delta \geq 3\%$.

По серийной технологии получения отливок коленвалов из чугуна марки Gh75-50-03 в ковш вводят 5,4 кг лигатуры Ni-Mg-Ce и 3 кг ферросилиция ФС75. Кроме того, в литниковую чашу укладывают кусок ФС75 массой 150...200 г или брикет ФС65Ба1 массой 170...220 г. По этой технологии в литом состоянии получается структура с содержанием феррита ~20%, который снижается до 8% при термообработке (ТО) - нормализации.

Для получения литой структуры коленвалов, соответствующей нормализованной (то есть с содержанием феррита < 8%), было необходимо снизить количество графитизирующего модификатора ФС75 с 3 до 2 кг. В результате работы залили коленвалы модели ВАЗ-2112. Из опытной плавки взяли на исследование четыре коленвала, из них один испытали при натуральных стендовых испытаниях на двигателе и три - на усталостную долговечность. Коленвал, установленный на двигателе, выдержал требуемые 600 ч ходимости, результаты испытаний коленвалов 1, 2 и 3 на усталостную долговечность приведены ниже (N - количество циклов до разрушения).

N

1.....	90000
2.....	111000
3.....	140000

После испытаний провели металлографический анализ разрушившихся коленвалов. Микроструктура и твердость соответствовали марке Gh75-50-03. Работа по производству отливок без ТО была расширена и на модель ВАЗ-2110.

Задача этапа II работы - производство коленвалов без ТО с получением перлитной структуры и требуемых механических свойств. Для оценки действия модификатора заливали на линии G. Fisher опытную партию отливок коленвалов мод. ВАЗ-2110. Литую вставку массой 110 г устанавливали в форму под стояк в специальное гнездо. Одновременно заливали пробы для определения химсостава.

Опытную партию коленвалов заливали с комплексным модифицированием:

- в ковш - производили лигатуру Ni-Mg-Ce + ФС75л-6 в соответствии с действующим техпроцессом;
- в форму - в качестве вторичного модификатора установили литую вставку массой 110 г (масса заливаемого металла ~60 кг).

Коленвалы отбирали из первой и последней залитых форм. Для сравнения были отобраны коленвалы, залитые по действующей технологии. Исследовали микроструктуру всех шеек коленвалов, а также фланцев и хвостовиков. Содержание феррита в хвостовике и шейках - в пределах нормы (2...8%), а во фланце значительно больше (8... 10%), однако, меньше, чем в серийной отливке (5... 15%). Свойства коленвалов с модифицированием литыми вставками соответствовали чугуну Gh75-50-03.

Для подавления содержания свободного феррита может быть увеличено содержание марганца на 0,1% или уменьшено количество вводимого в ковш ферросилиция ФС75 на 1 кг. В результате увеличения добавки марганца (без изменения добавок в ковш и с использованием литой модифицирующей вставки) повысилась твердость коленвалов до 285 НВ и предел прочности на разрыв - до 850 МПа, однако, содержание феррита осталось довольно высоким (15%). Затем уменьшили добавку ферросилиция ФС75 в

ковш на 1 кг (до 2 кг) и залили один ковш. Механические свойства и металлическая основа соответствовали необходимым требованиям.

Для снижения количества феррита в структуре отливок из ковшового модифицирования исключили добавку ферросилиция ФС75-5 и добавили медь - до 0,64%. В каждую форму устанавливали литую вставку. Однако содержание феррита оставалось довольно высоким (10... 15%). Для подавления свободного феррита увеличили количество перлитобразующих элементов, один из которых - марганец. В следующем эксперименте ввели добавку марганца в виде силикомарганца. Результат - снижение количества феррита до 5%. Однако наличие кремния в силикомарганце привело к повышению кремния в составе чугуна, в результате чего твердость коленвалов оказалась на нижнем пределе. В связи с этим, силикомарганец заменили ферромарганцем, и залитые по этому варианту отливки полностью соответствовали требованиям по микроструктуре и механическим свойствам. В соответствии с этими рекомендациями залили опытно-промышленную партию коленвалов модели ВАЗ-2110. Объем партии - 20 т (875 шт.). Из опытно-промышленной партии отобрали отливки коленвалов:

- одну - для металлографического анализа;
- от 40 в литом и 40 в ТО-состояниях отрезаны хвостовики - на усталостную долговечность;
- по четыре - в литом и ТО-состояниях - на усталостную долговечность;
- по три в литом и ТО-состояниях и разной накаткой галтелей - на усталостную долговечность.

По последним трем пунктам для сравнения пере-дали серийные коленвалы в литом и ТО-состояниях.

Исследовали и испытывали образцы, изготовленные из коленвалов четырех вариантов:

1. - модифицированные вставкой, в литом состоянии;
2. - модифицированные вставкой, после ТО (нормализации);
3. - изготовленные по действующей технологии, в литом состоянии;
4. - изготовленные по действующей технологии, после ТО (нормализации).

Статические испытания показали, что внутриформенное модифицирование чугуна вставками повышает прочностные свойства коленвалов в литом состоянии - на 70, в термообработанном - на 40 МПа. Наименьшие прочностные свойства получены на серийном нетермообработанном коленвале, наибольшие - на коленвале, модифицированном литой вставкой после ТО (вариант 4).

[Вернуться в раздел "Техническая информация"](#)