

Табл. 2. Механические свойства ЧШГ при его внутриформенном модифицировании

Состав присадки	σ_B , МПа	δ , %	НВ	КС, кДж/м ²
Лигатура ФСМг7	548	8,1	155	480
92,5 % ФС75 + 7,5 % NiMg	480	7,0	160	350
50 % ФС75 + 50 % NiMg	540	4,8	180	310

шим комплексом прочностных и пластических свойств обладает чугу́н, обработанный лигатурой ФСМг7. У него наиболее благоприятное соотношение прочности, пластичности, ударной вязкости и твердости в литом состоянии. Поэтому чугун с шаровидным графитом, обработанный лигатурой ФСМг7, может быть использован для получения широкой гаммы отливок ответственного назначения. При обработке расплава чугуна механической смесью гранулированного магния и 75 %-го ферросилиция обеспечивается высокая его пластичность, однако при этом значения прочности при растяжении и ударной вязкости более низкие. Использование механической смеси 75 %-го ферросилиция с никель-магниевого лигатурой позволяет достичь высокой прочности полученного чугуна, однако ввиду перлитизации металлической матрицы возрастает твердость и снижаются его пластические свойства.

Проведенные исследования позволили с учетом различных требований, предъявляемых к машиностроительным отливкам, оптимизировать составы модификаторов и режимы внутриформенного модифицирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Внутриформенное модифицирование крупных машиностроительных отливок / Д.Н.Худокормов и др. // Литейное пр-во. — 1986. — № 9. — С. 6–7.
2. Получение отливок из высокопрочного чугуна при модифицировании в форме гранулированным магнием / Л.А.Кремнев-Хазанов и др. // Литейное пр-во. — 1984. — № 5. — С. 11–12.
3. П е с т о в Е.С., К о в а л е в и ч Е.В. Литье поршневых колец дизелей из чугуна с шаровидным графитом модифицированием в форме // Литейное пр-во. — 1982. — № 9. — С. 12–13.

УДК 621.74

В.А.БАХМАТ, А.М.МИХАЛЬЦОВ,
В.А.АЛЕШКО

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК МАГНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ СПЛАВА АЛ2 ПРИ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Отливки из алюминиевых сплавов, полученные литьем под давлением, обычно не подвергаются закалке из-за опасности вспучивания их поверхностных слоев вследствие расширения газовых пор. Вместе с тем сам процесс литья под давлением по температурно-временным параметрам идентичен закалке из жидкого состояния. Различие состоит в том, что температура закали-

ной среды в начальный момент затвердевания равна температуре пресс-формы и увеличивается до определенного значения в результате теплоотвода от внутренних слоев затвердевающей отливки. Температура отливки в момент извлечения ее из пресс-формы может достигать 300–400 °С. При наличии в составе сплава элементов или соединений, обладающих ограниченной растворимостью, можно получить частично пересыщенный твердый раствор, подвергнув отливку резкому охлаждению.

Наиболее технологичным среди алюминиевых сплавов, используемых при литье под давлением, является сплав АЛ2. Однако он не воспринимает упрочняющей термообработки. Исходя из этого его модифицировали добавками магния от 0,1 до 0,9 %. Образцы для механических испытаний изготавливали на машине для литья под давлением мод. 71107. Время выдержки образцов в пресс-форме составляло 4 с, после чего они выталкивались в емкость с водой. Половина изготовленных образцов подвергалась затем искусственному старению при температуре 200 °С в течение 4 ч. Параллельно изготавливались кокильные образцы для механических испытаний, которые затем проходили термообработку по режиму Т6.

Результаты механических испытаний образцов, полученных литьем под давлением (ЛПД) и в кокиль, приведены в табл. 1 и 2.

Как видно, с увеличением добавки магния прочность отливок, полученных литьем под давлением с последующими подкалкой и старением, существенно возрастает при одновременном снижении их пластичности (см. табл. 1). Установлено также, что добавки магния в указанных пределах способствуют

Табл. 1. Влияние добавок магния на механические свойства сплава АЛ2 (ЛПД + подкалка + старение)

Добавка Mg, %	σ_B , МПа	δ , %
—	193,4	1,25
0,1	195,2	1,24
0,3	216,5	0,67
0,5	228,6	0,61
0,9	233	0,49

Табл. 2. Влияние добавок магния на механические свойства сплава АЛ2 (литье в кокиль + Т6)

Добавка Mg, %	σ_B , МПа	δ , %
—	196,1	16,2
0,1	232,4	13,1
0,3	329,6	6,4
0,5	344,1	4,8
0,9	336,7	2,7

повышению прочности отливок и при одной подкалке без старения, однако в меньшей степени, чем после старения. Так, прирост прочности отливок при подкалке без старения с увеличением добавок магния до 0,9 % не превышает 13 %, а в сочетании со старением достигает 20 %.

Прочность кокильных образцов, прошедших термообработку по режиму Т6, возрастает с увеличением добавок магния до 0,5 %. Дальнейший рост добавок магния до 0,9 % не приводит к повышению прочности сплава АЛ2. При оптимальной добавке прирост прочности сплава по отношению к исходному составляет 70–75 %. Следовательно, уровень свойств, заложенных в сплаве АЛ2 с добавками магния, при литье под давлением с последующими подкалкой и старением достигается лишь частично. Это объясняется особенностями процесса литья под давлением. При высоких скоростях заполнения полости формы сплавом происходит его разбрызгивание и интенсивное окисление за счет резкого увеличения площади контакта жидкого сплава с воздухом. В результате в теле отливки образуется множество окисных плен, спаев, газовых включений, которые существенно снижают прочность сплава.

Таким образом, для повышения прочности отливок из сплава АЛ2 целесообразно модифицирование его магнием (0,5–0,6 %) в сочетании с подкалкой и старением. Прочность образцов, изготовленных по указанной схеме, повышается примерно на 20 %.

УДК 621.74.047

**А.Н.КРУТИЛИН, В.А.ГРИНБЕРГ,
Г.И.СТОЛЯРОВА, В.И.ТУТОВ**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ ЧУГУНА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

При вертикальном непрерывном литье чугуна в кристаллизаторе образуется затвердевшая корка, характеризующаяся сложным напряженно-деформированным состоянием. Для расчета напряжений, действующих в ней, необходимо знать ряд физико-механических характеристик чугуна при температурах, близких к температуре кристаллизации, в том числе и коэффициент его термического расширения. В литературе имеются сведения о коэффициенте термического расширения чугуна до температур 700–800 °С.

Измерение коэффициента термического расширения проводили на dilatометре "Netzsch Gerätebau GmbH" (ФРГ). Прибор позволяет производить непрерывную регистрацию термического изменения длины исследуемого образца в автоматическом режиме. В связи с тем что регистрируемое удлинение состоит из изменений размеров образца, частей чувствительного элемента, а также системы держателей, которые находятся в горячей зоне печи, для определения истинного изменения длины образца необходимо было провести его калибровку в сравнении со стандартным образцом с известными свойствами. В качестве стандартных образцов использовали кварц и Vacromium. Калибровку проводили при одинаковых условиях измерения исследуемых и