

После нахождения площадей питателей (F_n) определяются площади сечений литниковых ходов ($F_{л.х.}$):

$$F_{л.х.} = \sum F_n \cdot 1,2$$

где $\sum F_n$ – сумма площадей питателей, отходящих от литникового хода.

Для приведенной схемы (рисунок 2) площадь сечения:

$$F_{л.х.}^1 = (2F_1 + 2F_2 + 2F_3) \cdot 1,2$$

Поскольку литниковый ход 1 и 2 питают одинаковое количество отливок, то их площади будут равны. Литниковые ходы 1 и 2 можно делать ступенчатыми или коническими, постепенно уменьшая их сечение по мере снижения количества питаемых отливок.

Определяется массовая скорость заливки металла в форму по формуле и выбирается тип и размеры литниковой чаши.

$$m_r = \frac{G_\phi}{\tau}$$

После нахождения всех элементов литниковой системы необходимо промоделировать рассчитанную литниковую систему на предмет возможности образования дефектов усадочного характера.

УДК 621.745.

Влияние модифицирования FeSiZr и FeSiMnZr на кристаллизацию чугуна

Студент гр. 104310 Самосюк П.И.

Научный руководитель – Чичко А.Н.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Механизм модифицирования чугуна заключается в оказании влияния на зарождение и рост кристаллов, в первую очередь на кристаллизацию графита при эвтектической температуре. Гомогенное, спонтанное зарождение кристаллов обычно не рассматривается, так как оно происходит при соответствующем переохлаждении. На практике в связи с наличием в расплаве различных включений происходит гетерогенное зарождение кристаллов при отсутствии какого-либо значительного переохлаждения. Такими включениями в расплаве в соответствии с теорией гетерогенного зарождения кристаллов являются диспергированные частички оксидов кремния, сульфиды, нитриды. Основное влияние на кристаллизацию чугунов оказывают ферросилиций и силикокальций, примеси кальция и алюминия. Проблемой модифицирования является пролонгирование эффекта модифицирования в связи с его затуханием или исчезновением со временем. Некоторые из модифицирующих элементов, особенно барий, стронций, стабилизируют эффект модифицирования (иногда до 100 %). При введении ферросилиция с кальцием, барием, стронцием и цирконием стабилизируются образующиеся оксиды, карбиды, нитриды, которые воздействуют на кристаллизацию чугуна.

Металлы II группы таблицы Менделеева, включая алюминий, оказывают эффективное модифицирующее воздействие на жидкий чугун. Данные элементы увеличивают число зародышей кристаллизации в металле, снижают величину необходимого для зарождения переохлаждения и способствуют графитизации чугуна. Наряду с элементами II группы для этой же цели используется цирконий, который способствует дезоксидации, денитризации, десульфурации чугуна и образованию графита шаровидной формы за счет повышения эвтектической температуры и склонности его к перлитизации; воздействие его проявляется также в увеличении количества эвтектических зерен и механической прочности.

Эффективность воздействия модификаторов RFeSiZr и R FeSiMnZr изучалась на основе анализа чугуна с помощью металлографических микроскопов, электронного микроско-

па и дифференциально-термического анализа. Составы модификаторов (FeSiZr и FeSiMnZr) соответственно: Si = 70-75 и 58-65 %; Zr = 2,2-3,0 и 4,5-6,5 %; Mn = 0 и 4-6 %; Ca = 0,8 и 1,0 %; Al = 1,2 % (max в обоих модификаторах); Fe – остальное.

Исследовалось структурообразование чугуна под влиянием указанных модификаторов, проводилось его сопоставление с немодифицированным чугуном; образованные при модифицировании фазы определялись с помощью микронзондового спектрального анализа. Преобладающей фазой при модифицировании FeSiZr является $ZrSi_2$ и сложный силицид $(Fe, Zr)_5Si_3$. Последний образуется из соединения $Fe_xSi_4Al_2$ и FeSi, алюминия. В структуре наблюдались преимущественно кристаллы кремния, выделяющиеся и растущие, в первую очередь, кальций в растворе; соединение Ca_2Si , а также гетерогенная структура бинарной эвтектики $(CaSi_2+Si)$, затвердевшей в последнюю очередь. Повышенное содержание марганца приводит к образованию дополнительных новых фаз. Структура чугуна, модифицированного FeSiMnZr, при исследовании по обычным микроскопом аналогична многофазной структуре, получаемой при модифицировании тройным модификатором. В то же время зондовый микроанализ показал наличие дополнительно Mn_2Zr и матрицы $(Fe, Mn)Si_2$, и соответственно, $FeSi_2$, а также бинарной фазы $Mn_2Zr+(Fe, Mn)Si_2$ или тройной фазы $Mn_2Zr+(Fe, Mn)Si_2+FeSiAl$.

Характер изменения температурных кривых, полученных в результате дифференциально-термического анализа, подтверждает наличие основных фаз, выявленных при микроструктурном анализе. Отклонения на кривых термограммы свидетельствуют о присутствии в структуре чугуна таких фаз, как Ca_2Si , $FeSi_2+Si$, $(Fe, Zr)_5Si_3$ и Zr_2Si_2+Si . В чугунах, обработанных FeSiMnZr, присутствуют фазы Ca_2Si , Mn_2Zr , $FeSi_2+Si$ одновременно с комплексным соединением $(Fe, Mn)Si_2$. Сопоставление характера кривых термограммы для обоих модификаторов показывает, что температурный диапазон взаимодействия FeSiZr с расплавом составляет 1105-1540 °С, FeSiMnZr – 1105-1290 °С, при этом последний быстрее взаимодействует с расплавом и при более низких температурах, что объясняется различным видом связи циркония в модификаторах. Например, в FeSiMnZr цирконий всегда связан с марганцем в виде Mn_2Zr , в то время как в FeSiZr – в виде $ZrSi_2$ или в виде силицида $(Fe, Zr)_5Si_3$, для растворения которого требуется более высокая температура расплава. Отсюда вытекает, что применение FeSiZr менее целесообразно из-за захлаживания чугуна при модифицировании, это подтверждается также кривыми охлаждения серого чугуна, обработанного данным модификатором. В то же время анализ кривых охлаждения серого чугуна, обработанного обоими модификаторами показывает, что модифицирование значительно снижает переохлаждение, необходимое для зарождения и роста кристаллов. Так, в чугуне со степенью эвтектичности $S_c=0,8$ и модифицированного 0,6 % FeSi, FeSiZr или FeSiMnZr не было обнаружено переохлаждения, время сохранения эффекта модифицирования практически не изменилось. На основании анализа кривых охлаждения сделан вывод о том, что модифицирование не влияет на выделение графита переохлаждения или пластинчатого графита, т.е. графитовый скелет в малоразветвленной форме растет в эвтектическом зерне.

Исследование процесса взаимодействия расплава (для чугуна с $S_c=0,8$) с модификаторами первого и второго видов показало, что он зависит от условий контакта между ними. Модификатор вносился в жидкий металл ковша в фарфоровом тигле, изучалось распределение элементов и фаз в модифицированной, реакционной и не модифицированной зонах. Было установлено, что в реакционной зоне на расстоянии до 500 мкм от тигля содержание кремния для обоих видов модификаторов резко падает (примерно в 2 раза), затем на расстоянии до 3000 мкм уменьшается постепенно. Распределение циркония происходило иначе: для модификатора FeSiMnZr содержание его в зоне на расстоянии до 1000 мкм от тигля колеблется в широких пределах (в 3 раза), в зоне на расстоянии до 3000 мкм практически остается постоянным на нижнем уровне. Влияние воздействия циркония на образование отдельных фаз и структур оценивалось также теоретически, на основе термодинамических данных,

которые показывают, что при 1400 °С энтальпия образования соединений ZrO_2 , ZrN , ZrS_2 и ZrC составляет соответственно -784; -418; -404; -180 кДж/моль.

Несмотря на проведенные исследования, влияние циркония на зародышеобразование и характер кристаллизации полностью еще не выяснено, однако общий вывод заключается в том, что обработка чугунов рассмотренными модификаторами является благоприятной с точки зрения улучшения структуры чугунов и повышения уровня их механических свойств.

УДК 621.74

Выбор типа конструкции прибылей

Студенты гр. 104312 Базылев Н.В., Буйневич Ф.А.
Научный руководитель – Скворцов В.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

На отливках, как правило, устанавливают прибыли прямого действия. При этом предпочтительнее закрытые прибыли, работающие под атмосферным давлением. Прибыли прямого действия при прочих равных условиях питают отливку под большим металлостатическим напором. Закрытые прибыли более технологичны при формовке и имеют меньшие потери тепла через верхнюю поверхность, чем открытые. Такие прибыли всегда заполнены жидким металлом одинаково, независимо от условий заливки. Использование атмосферного давления в работе прибыли является наиболее дешевым и эффективным способом увеличения движущей силы питания.

Открытые прибыли необходимо применять при изготовлении крупных отливок, когда предусматривается доливка жидкого металла в прибыль после заполнения формы или засыпка поверхности расплава в прибыли экзотермическими смесями. Кроме того, такие прибыли используют при недостаточной высоте опоки.

Отводные прибыли, которые сочленяются с тепловыми узлами отливок через горизонтальные или наклонные шейки, следует применять в случае, если установка верхних прибылей прямого действия на питаемых частях отливок невозможна. Они предпочтительнее в качестве групповых, когда одна отводная прибыль обеспечивает питание нескольких отливок или тепловых центров.

Прибыли, работающие под газовым давлением, которое обеспечивается специальным горизонтальным патроном, применяют при изготовлении мелких и средних отливок, подвергаемых гидравлическим испытаниям. Их также используют при необходимости питания отливок со стенками большой протяженности, поскольку обеспечивают увеличение дистанции действия прибыли в 1,5 раза.

Закрытые прибыли, работающие под воздушным давлением, которое осуществляется с помощью передачи его через керамическую вставку от компрессора, применяются при изготовлении крупных ответственных отливок. Действие избыточного воздушного давления увеличивает радиус действия прибыли в два раза и позволяет получать отливки с минимальной пористостью.

Легкоотделяемые прибыли применяют при изготовлении отливок из высоколегированных сталей, плохо поддающихся огневой резке. Их также применяют при вынужденной установке прибылей на необрабатываемых поверхностях отливок.

Обогреваемые и теплоизолированные прибыли рекомендуется применять при большом расходе металла на питание отливок и обусловленном этим низким выходе годного литья. Их применение экономически выгодно при производстве отливок из легированных сталей. За счет использования вкладышей из экзотермических смесей удастся снизить расход металла на прибыли в 2 – 4 раза и увеличить выход годного при стальном литье с 50-65 до