

литниковой системы, введение в состав стержневых смесей на искусственных смолах окислов железа и использование стержневых связующих, не содержащих азота.

УДК 621.745

Металлургические особенности получения качественных отливок из высокопрочного и серого чугуна

Студенты гр. 104318 Демидович Е.Ю., Бобровник А.А.

Научный руководитель – Соболев В.Ф.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Для создания конструкции чугунных отливок, отвечающих всем необходимым требованиям, необходимо знание закономерностей структурообразования чугуна в отливках, склонности к образованию усадочных дефектов (усадочные раковины, напряжения), поскольку эти процессы влияют на свойства чугуна.

Свойства чугуна зависят от факторов, влияющих на зарождение зародышей графита и их последующий рост в процессе затвердевания чугуна. Контроль образования графита дает возможность изготавливать отливки с прогнозируемыми свойствами. На образование графита влияют: химический состав, склонность к переохлаждению и наличие зародышей в расплаве в начальный момент затвердевания чугуна.

Затвердевание чугуна начинается с образования в расплаве кристаллов аустенита, после чего химический состав оставшегося жидкого расплава приближается к эвтектическому. Графит выделяется из эвтектических зерен в период между образованием первичных кристаллов аустенита и затвердеванием расплава эвтектического состава. Количество эвтектических зерен и время их кристаллизации влияют на природу графита в окончательной структуре чугуна.

Степень переохлаждения жидкого чугуна в литейной форме характеризует подавление процесса выделения графита, в связи с чем его включения в микроструктуре будут мелкими и расположенными между дендритами. Такую микроструктуру чугуна называют переохлажденной.

Отсутствие в чугуне зародышей графита также способствует получению микроструктуры переохлажденного чугуна с пониженным углеродным эквивалентом. Преднамеренный ввод зародышей в жидкий чугун (модифицирование) позволяет воздействовать на процесс образования графита. Причем воздействие графитизирующего модифицирования будет максимальным на тот чугун, в котором после выплавки наблюдается минимальное количество центров графитизации.

Отмечается, что наличие зародышей графита в жидком чугуне зависит от применяемого для выплавки чугуна плавильного агрегата. При этом особенно обращается внимание на графит, который является огнеупорным материалом и попадает в плавильную печь в составе чушкового чугуна, содержащего высокий процент углерода. Если в процессе плавки графит не полностью растворился в расплаве, что реально для высокоуглеродистого сплава, то его мелкие частицы и будут центрами графитизации. При плавке в вагранке вероятность полного растворения графита в металле очень мала, т.к. расплавленный чугун находится в зоне высоких температур вагранки в течении короткого промежутка времени; могут быть центры графитизации и другого рода: силикаты, которые образуются в окислительной зоне, сульфиды марганца, а также включения шлака. Количество центров графитизации в ваграночном жидком чугуне зависит от общего содержания углерода в металлозавалке (а следовательно, и в расплаве) и может регулироваться долей стальных отходов в шихте.

Свойства чугуна, выплавляемого в электропечи, отличаются от свойств ваграночного чугуна, что объясняется возможностью перегрева расплава до более высоких температур, а также длительной выдержкой его при этих температурах.

При плавке же в электропечи даже высокое содержание углерода в металлозавалке может быть полностью растворено в расплаве в процессе плавки, поскольку для полного растворения углерода в расплаве может быть достигнута высокая температура перегрева расплава и длительная выдержка его при этой температуре. Но способность растворять углерод в расплаве зависит от типа электропечи. Дуговая электропечь обладает способностью местного высокого перегрева (в зоне электродов) при ограниченном перемешивании расплава в ванне печи. В индукционных электропечах расплав подвержен эффективному электромагнитному перемешиванию, в результате чего происходит быстрое растворение углерода. В электропечах канального типа также ограничено перемешивание расплава, в результате перегрев его идет в замедленном темпе.

Для получения более полного эффекта модифицирования температура перегрева расплава должна быть в диапазоне 1450 – 1500 °С и несколько выше, в связи с чем необходима хорошая организация контроля за температурой расплава.

Степень растворения углерода в расплаве особенно важна при производстве высокопрочного чугуна с шаровидным графитом.

Отмечается, что при низкой температуре перегрева в микроструктуре наблюдаются грубые включения графита, которые отсутствуют в чугуне с высоким перегревом; заметно улучшение шаровидной формы включений графита одновременно с их измельчением. Это особенно относится к заэфективному чугуну, включения графита в котором имеют форму вырожденных глобулей.

При плавке чугуна в вагранке насыщение его углеродом происходит из раскаленного кокса при стекании капель расплава из плавильной зоны в горн. Пригар углерода при этом зависит от конструктивных параметров вагранки, размеров кусков кокса и его качества, а также от основности шлака. Поскольку одновременное обеспечение всех этих параметров затруднено, контроль содержания углерода в расплаве осуществляется обычно за счет его варьирования в металлозавалке.

При плавке в электропечах увеличение содержания углерода в чугуне производится за счет ввода в расплав электродного боя или графита непосредственно в ванну печи. Здесь степень насыщения расплава углеродом зависит от температуры перегрева расплава и времени науглероживания, а также интенсивности перемешивания жидкого металла. Эти закономерности справедливы и для случая науглероживания расплава высокоуглеродистыми металлическими компонентами шихты.

Очень важно, в какой момент вводится карбюризатор: если он вводится слишком поздно, то графит будет являться центром графитизации. В чугуне ваграночной плавки количество графита в микроструктуре регулируется содержанием общего углерода с помощью металлозавалки, а в чугуне электропечной плавки количество графита контролируется путем варьирования температуры перегрева расплава. При кристаллизации в литейной форме отливки шаровидной формы отвод тепла от жидкого металла в формы идет снаружи, и, таким образом, в центре отливки металл затвердевает в последнюю очередь. Если в эту зону нет притока жидкого металла из специально устанавливаемой прибыли, то здесь будет образовываться усадочная раковина или усадочная пористость.

Важно предупреждать образование в микроструктуре чугуна отливок структур переохладения, содержащих, в частности, графит с ориентированным расположением в междендритном пространстве. Такой чугун имеет пониженные прочностные характеристики. Повышенными прочностными характеристиками обладает серый чугун, содержащий в микроструктуре однородный по размерам равномерно распределенный по всему сечению стенки отливки графит, причем расположенный беспорядочно. Важными факторами для получения такой структуры является правильно подобранный химический состав чугуна и процесс внепечной обработки жидкого чугуна (модифицирование).