

О природе ситовидной пористости в стали

Студент гр. 104318 Аладьев Р.Е.
Научный руководитель – Соболев В.Ф.
Белорусский национальный технический университет
г.Минск

Ситовидной пористостью называют вытянутые, иногда округленные раковины с гладкими стенками, расположенные непосредственно под литейной коркой по всей отливке или в отдельной ее части перпендикулярно к поверхности отливки. Отдельные раковины могут выходить на поверхность. Диаметр их менее 2 – 3 мм. Обычно ситовидная пористость сосредоточена в зоне, находящейся на расстоянии 1 – 6 мм от поверхности отливки. Дефект встречается в стальных и чугунных отливках. После отжига и очистки поверхности стальных отливок хорошо видна ситовидная пористость.

В стальных отливках раскисляющие присадки, например кремний и алюминий хорошо реагируют с кислородом, образуя окислы типа неметаллических включений. Если активных раскислителей введено недостаточно для удаления всего имеющегося в сплаве кислорода, то оставшийся кислород соединяется с железом, образуя закись железа FeO.

При недостаточном количестве раскислителей и беспокойной заливке FeO может распределиться по всему объему металла. В тонкостенных отливках, заливаемых обычно плавно, образующиеся окислы не успевают распределиться по всему объему металла, поэтому содержание кислорода на их поверхности значительно выше, чем во внутренних слоях. При затвердевании стали произойдет реакция FeO с углеродом, содержащимся в стали: $FeO + C = Fe + CO$.

В результате этой реакции образуются мельчайшие пузырьки газа CO. Остальные растворенные в стали газы, прежде всего водород, а также газы из формы стремятся проникнуть в пузырьки CO, вызывая их рост. По мере продвижения фронта кристаллизации отливки поступление газов в пузырьки затрудняется, вследствие чего их рост заканчивается практически одновременно. Благодаря этому нижняя граница зоны ситовидной пористости находится на одинаковом расстоянии от поверхности.

Так же, как и в стальных отливках, ситовидная пористость в чугунных отливках возникает, по-видимому, из зародышевых пузырьков CO. Образование последних может быть вызвано наличием в чугуне относительно легко восстанавливающихся, главным образом плевкообразных, окислов. Они возникают при реакциях магния с кислородом в чугуне с шаровидным графитом, при избирательном окислении поверхностных слоев, а также при окислении поверхности расплава в литниковой системе во время заливки. Из паров воды при контакте с чугуном, содержащим 0,01 – 0,1 % алюминия или 0,01 – 0,05 % титана, выделяется водород, который проникает в поверхностные слои отливок и в полость образовавшихся зародышевых газовых раковин, где его концентрация постепенно увеличивается. В результате размеры этих раковин заметно возрастают и находящиеся в них газы так сильно сжимаются затвердевшим чугуном, что могут прорывать поверхностный слой отливки, образуя типичный "булавочный укол". Поверхностные слои отливки, обогащенные окислами, затвердевают при температуре, значительно превышающей температуру затвердевания жидкого чугуна. Вследствие этого подобные газовые раковины остаются большей частью на месте своего образования и располагаются параллельно поверхности формы.

Образование ситовидной пористости может происходить только в интервале критических температур. Для чугуна с шаровидным графитом они составляют 1330 – 1380 °С, а для серого чугуна 1350 – 1375 °С. При повышении температуры заливки становится возможным полное восстановление находящихся в жидком расплаве окисных плёнок и свободное

всплытие пузырьков окиси углерода. При снижении температуры заливки такие раковины образуются в больших сечениях отливок, количество их уменьшается, а размеры увеличиваются. Повышению концентрации водорода в жидком чугуне, а следовательно, увеличению вероятности образования ситовидной пористости, способствуют примеси алюминия, магния, титана и марганца. Во многих случаях решающее влияние на образование ситовидной пористости оказывают именно примеси этих элементов.

В чугунах и сталях образование ситовидной пористости возможно при применении стержневых смесей на синтетических смолах, содержащих азотистые соединения такая пористость сосредоточена обычно в термических узлах отливки. В этом случае объем пористости увеличивается при повышении азота в связующих. Такая пористость называется водородно-азотной.

В ковких чугунах со сравнительно низким содержанием углерода и кремния ситовидная пористость может появиться вследствие образования в ковше жидкотекучего богатого окислами шлака, взаимодействующего с углеродом металла. В результате этих реакций образуется газ CO.

Основной способ предотвращения ситовидной пористости в стальных отливках заключается в раскислении сплава с избытком раскисляющих добавок, достаточных для связывания кислорода, попадающего в сталь в период между выпуском ее из печи и окончанием заполнения формы.

Наиболее часто для окончательного раскисления стали применяют алюминий. Его требуется вводить тем больше, чем выше температура, продолжительность заливки и длительность ее, выдержка перед ней. Оптимальная норма расхода алюминия для фасонных отливок составляет 1,5 кг на 1 т стали. Остаточное содержание его в отливке должно быть 0,04 – 0,06 %. Шихтовые материалы следует использовать сухие и очищенные от ржавчины и следов масла. В некоторых случаях с этой целью шихтовые материалы предварительно прокаливают. Футеровка печи должна быть сухой. Рекомендуется сокращать продолжительность плавки после проведения процесса кипения стали, поскольку в металле снова может повыситься содержание кислорода и водорода, устранять любую возможность проникновения влаги в ванну из системы охлаждения, с мокрыми инструментами и т.д. Проводить тщательное раскисление стали в печи при плавке. Должна быть обеспечена хорошая просушка выпускного желоба ковшей. Следует избегать слишком частых переливов стали из печи в ковши и наоборот. При переливании стали из приемного ковша в разливочный алюминий следует вводить либо в струю металла, либо в разливочный ковш. Не рекомендуется заливка форм сильно перегретой сталью и т.д.

Для исключения образования ситовидной пористости в чугунных отливках прежде всего нужно выявить и устранить источники попадания в чугун алюминия и титана. В чугуне должно быть менее 0,01 – 0,02 % алюминия и титана. Основные источники попадания в чугун алюминия - это металлолом в шихте или применяемый в качестве модификатора в больших количествах ферросилиций, содержащий около 1,0 – 1,5 % алюминия. Титан может попасть в металл из легированных чугунов. Однако при содержании в чугуне более 0,2 % алюминия ситовидной пористости не возникает.

Водород из чугуна можно удалить продувкой его в течение нескольких минут сухим инертным газом, например азотом или аргоном, но использовать этот прием в производственных условиях трудно. Для уменьшения опасности насыщения чугуна водородом и образования ситовидной пористости следует заливать чугун в сухие или подсушенные формы. При массовом производстве количество брака по ситовидной пористости можно уменьшить, вводя в сырые песчано-глинистые формовочные смеси не менее 4% каменноугольной пыли, 1 – 2 % каменноугольного или древесного пека, битума.

Эффективными способами предотвращения ситовидной пористости является также сокращение пути движения жидкого металла в форме за счет уменьшения длины элементов

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.