

Практическая работа №1

Изучение внешнего вида и причин возникновения дефектов поверхности

К дефектам поверхности отливок относятся: пригар, спаи, ужимины, вмятины, повреждения.

Пригар – прочно соединенный с поверхностью отливки слой формовочного материала, образовавшийся в результате взаимодействия металла отливки с материалом формы.

По механизму образования различают механический, химический, и термический пригар. Разделение пригара на механический и химический до известной степени условно.

На границе металл-форма первоначально протекают химические реакции, продукты которых проникают в поры формы.

Механическим называется пригар, образующийся вследствие проникновения расплава в поры стенок формы или стержня, т.е. в пространство между зернами песка. В результате такого проникновения образуется металлический скелет, прочно удерживающий песчинки. Глубина проникновения расплава определяется величиной металлостатического напора, температурой при заливке, размерами пор между зернами песка. Последнее зависит от плотности набивки формы или стержня, зернового состава песка и качества противопригарного покрытия.

Механический пригар очень трудно отделить от отливки, поэтому его удаление сопряжено со значительными трудностями. По статистическим данным на очистку отливок от пригара затрачивается в среднем 12-15% времени, необходимого для производства отливок.

Жидкий металл проникает в поры формы в результате действия капиллярных сил и металлостатического давления. Величина и направление капиллярных сил определяется поверхностным натяжением расплава на границе металл-форма, и зависят от смачивания металлом зерен песка. Степень смачивания зависит от величины поверхностного натяжения сплава ($\sigma_{\text{фм}}$). Чем больше поверхностное натяжение, тем меньше смачивание, тем меньше глубина проникновения металла в поры формы. Поверхностное натяжение на границе металл-форма ($\sigma_{\text{фм}}$) зависит от содержания углерода в металле.

С увеличением содержания углерода поверхностное натяжение уменьшается, и металл интенсивнее проникает в поры формы. Сера, фосфор и в меньшей степени кремний уменьшают поверхностное натяжение. Их влияние для серого чугуна показано на рис.1.1.

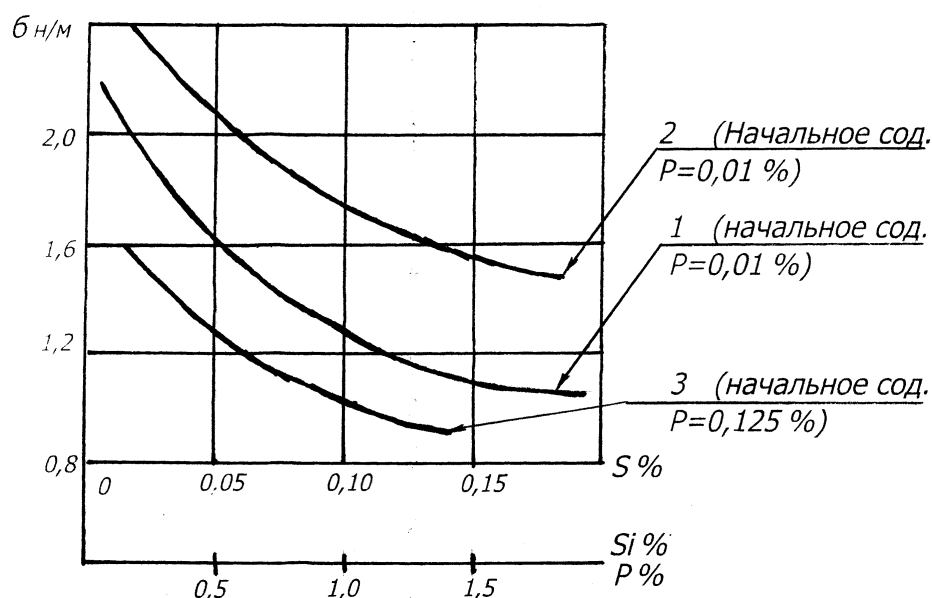


Рис.1.1 Влияние серы(1), фосфора(2,3) и кремния(4) на поверхностное натяжение ($\sigma_{\text{фм}}$) серого чугуна.

Сера является нежелательной примесью в чугуне, поэтому ее содержание не должно превышать 0,12%.

Резко снижается поверхностное натяжение в чугуне и стали, содержащих кислород. Хорошо раскисленная сталь имеет угол смачивания (α) 120-160.

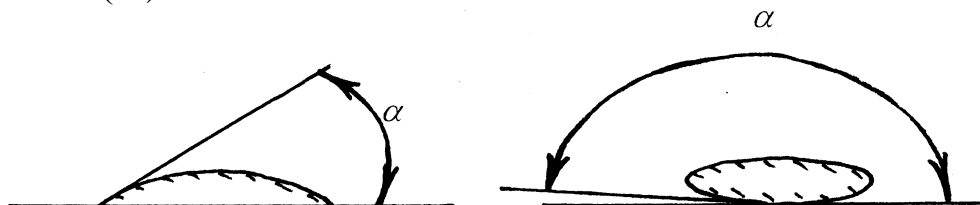


Рис.1.2 Поверхностное натяжение в чугуне и стали

Окисленная сталь хорошо смачивает применяемые в производстве формовочные материалы и образует механический пригар.

Для предотвращения образования пригара необходимо создавать на границе металл-форма восстановительную атмосферу за счет неполного сгорания углеродосодержащих добавок. Механический пригар зависит от величины статического и динамического давления металла в форме.

Металлостатическое давление равно произведению высоты столба металла над зоной его проникновения в поры формы на плотность расплава. Плотность железоуглеродистых расплавов изменяется в узких пределах, поэтому главным, определяющим фактором является высота столба жидкого металла.

В зависимости от степени уплотнения форм существует максимально допустимое металлостатическое давление, с превышением которого резко увеличивается пригар.

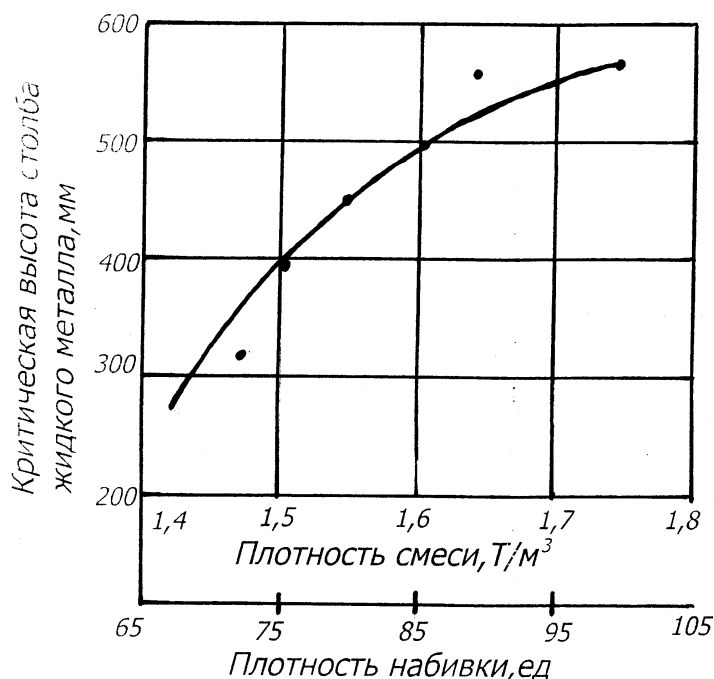


Рис.1.3 Влияние уплотнения смеси в форме на критическую высоту столба жидкого металла

Во время заливки металла с высокой скоростью на стенки формы действует динамическое давление, которое приводит к проникновению расплава в поры формы.

Механический пригар зависит от размера пор между частицами формовочной смеси, которые, в свою очередь, зависят от зернистости песка, степени уплотнения, теплоаккумулирующих свойств материала формы и его огнеупорности.

Сокращение времени, в течение которого металл находится в форме в жидком состоянии — главный фактор уменьшения пригара. Для этого существуют 2 фактора: снижение температуры заливаемого металла и повышение теплопроводности смеси.

Теплопроводность смеси зависит от рода применяемого огнеупорного наполнителя. Смеси с цирконовым песком имеют захлаживающую способность на 20% выше, чем с кварцевым. Теплопроводность хромитовой формы по сравнению с кварцево-глинистой в 5-7 раз выше.

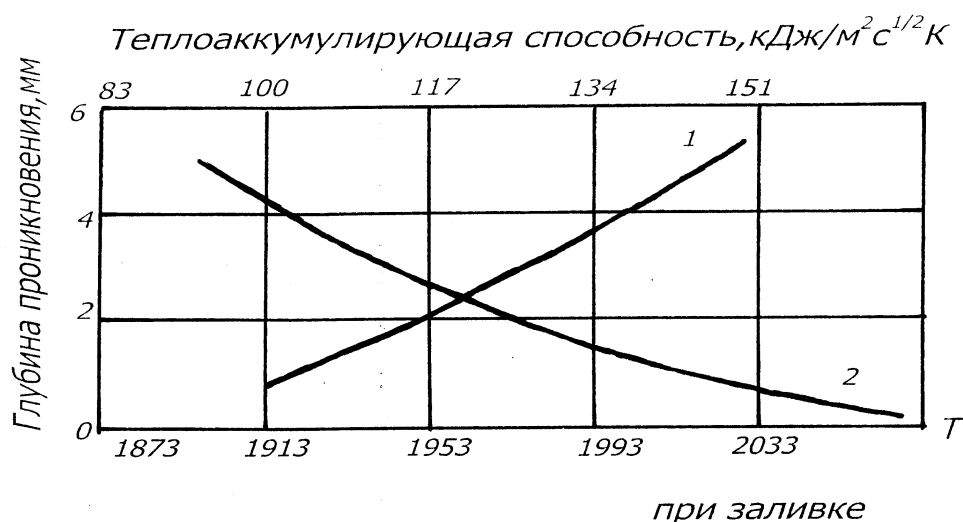


Рис. 1.4 Влияние температуры заливки (1) и теплоаккумулирующей способности смеси (2) на глубину проникновения металла в форму

Меры предотвращения механического пригара:

- а) применение песков с рассредоточенной зерновой структурой;
- б) достаточная плотность набивки, предотвращающая проникновение расплава в поры;
- в) выбор оптимальной температуры при заливке;
- г) качественное покрытие формы и стержней противопригарными красками;
- д) применение материалов с высоким коэффициентом теплопроводности (циркон, хромистый железняк, хромомагнетит и др.).

На поверхности отливки, в зоне контакта расплава и материала формы, образуются силикаты железа $\text{Fe}(\text{SiO}_4)_3$, $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ с температурой плавления 1178°C , а также силикаты марганца $x\text{MnO} \cdot y\text{SiO}_2$.

Закись железа FeO , температура плавления которой составляет 1380°C , при температуре заливки находится в перегретом состоянии, и, следовательно, обладает повышенной жидкотекучестью и способностью проникать в поры формы. При этом FeO взаимодействует с мелкими зернами кварца, образуя силикаты и оплавляя поверхностный слой крупных зерен кварца. Пористость формы и глубина проникновения увеличиваются.

Схема образования химического пригара изображена на рис.1.5.

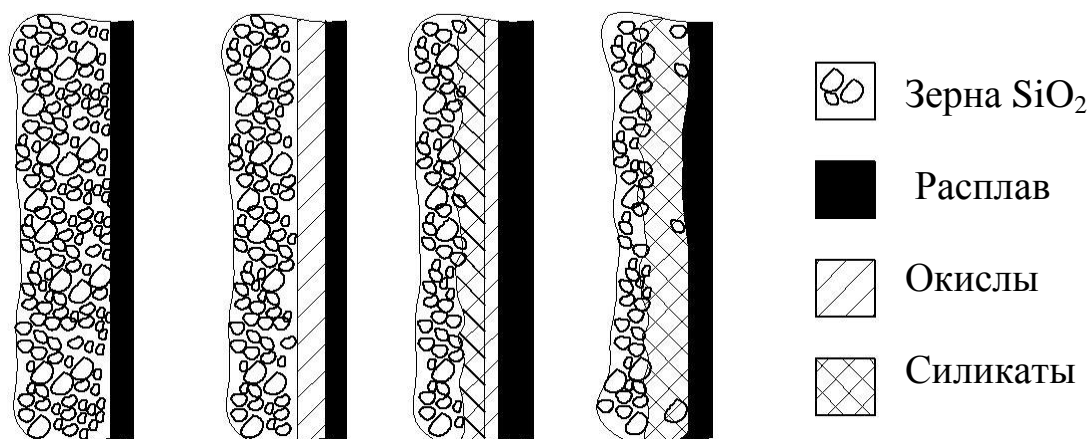


Рис.1.5 Стадии образования химического пригара

Меры предупреждения химического пригара:

- а) раскисление металла;
- б) применение химически инертных формовочных материалов: хромистого железняка ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ с температурой плавления 2180°C), магнезита ($\text{MgO} \cdot \text{F}_2\text{O}_3$ с температурой плавления 1750°C).

Термический пригар. Кварцевые пески, состоящие в основном из зерен кварца (температура плавления 1713°C), содержат примеси, которые имеют более низкую температуру плавления, чем SiO_2 . Так смесь, состоящая из 94,5% SiO_2 и 5,5% Al_2O_3 , образует эвтектику с температурой плавления 1540°C . Если в смесь включить третий окисел FeO , то температура плавления снижается до 1140°C . Окислы Na_2O , K_2O , CaO , Fe_2O_3 неизменно присутствующие в песке, также снижают температуру его плавления. Они называются «плавнями». Чем меньше размер зерен песка, тем быстрее они прогреваются и при более низкой температуре оплавляются. Все эти факторы приводят к тому, что слой формы и стержня, непосредственно соприкасающийся с жидким металлом, оплавляется, образуя корку спекшегося формовочного материала. При очистке литья эта корка легко отделяется.

Меры предотвращения термического пригара:

- а) применение песков, очищенных от примесей (обогащенных);
- б) снижение содержания глины в смесях до минимума;
- в) применение формовочных материалов с высокой теплоаккумулирующей способностью;
- г) выбор оптимальной температуры расплава при заливке.

В реальных условиях все виды пригара присутствуют одновременно.

Спаи. Сквозные или поверхностные щели в теле отливки, образованные не слившимися потоками металла, называют спаями. Схематически спай показан на рис.1.6.



Рис.1.6 Вид в разрезе сквозного и поверхностного спаев

Спаи образуются, главным образом, на тонких сечениях отливки или удаленных от питателя частях отливки, куда металл поступает окисленным и охлажденным. Дефекты обнаруживаются визуально, или при механической обработке. Спаи получаются при низкой жидкотекучести сплава.

Причиной образования спая может быть недостаточная скорость заполнения, особенно в тонких вертикальных стенках. Заливка прерывистой струей также может спровоцировать образование спаев, даже в толстых стенках отливки.

Если глубина спая меньше величины припуска на механическую обработку, отливка считается годной.

Причины образования спаев:

- а) низкая температура расплава при заливке;
- б) неправильное устройство литниковой системы (встречные потоки);
- в) низкая скорость заливки.

Ужимины. Ужимами называются плоские наросты металла на поверхности отливок, отделенные от тела отливки прослойкой формовочного материала. Причина образования ужимин-отделение поверхностного слоя формы или стержня под воздействием высокой температуры и потока движущегося расплава в форме.

Механизм образования ужимин. При нагревании в кварце происходят аллотропические превращения по схеме: β -кварц (573°C) \rightarrow α -кварц (870°C) \rightarrow α -тридимит (1470°C) \rightarrow α -кристобалит (1713°C) \rightarrow плавленый кварц. Полиморфные превращения сопровождаются резким увеличением объема, особенно при $t=870^{\circ}\text{C}$ (до 15%). При этом слои формы неизбежно деформируются и выпучиваются в сторону свободного пространства, т.е. в полость литейной формы.

Процесс образования дефектов от деформации литейной формы (его стадии) может быть схематично изображен следующим образом:

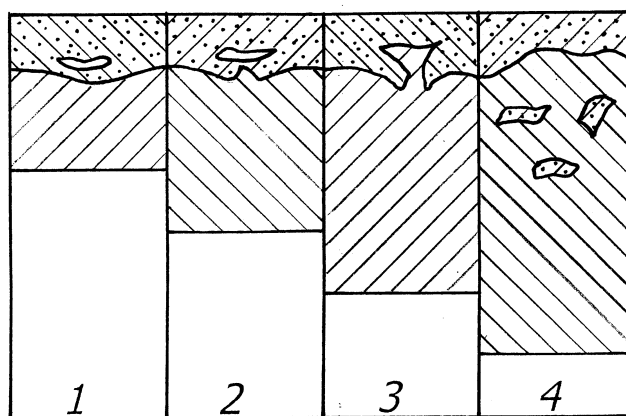


Рис.1.7 Влияние продолжительности теплового воздействия зеркала металла на характер дефекта поверхности (1,2,3,4 - стадии образования дефекта)

По мере прогрева слоя смеси части формы, ближе расположенные к жидкому металлу, уже перестают расширяться, а более глубоко лежащие слои продолжают расширяться и выдавливают наружные слои в сторону расплава. Наиболее опасны, с точки зрения образования ужимин, горизонтальные поверхности верхних полуформ, т.к. они более продолжительное время подвергаются тепловому воздействию от зеркала, поднимающегося в форме расплава.

Влияние газового режима литейной формы на образование ужимин. Образующиеся при заливке расплава в форме или стержне газ, содержит в своём составе водяные пары. При фильтрации газов через слои формы, вследствие её газопроницаемости, пары воды конденсируются на непрогретых слоях формы, тем самым создают переувлажнённый слой, обладающий низкой прочностью. Происходит разрушение (отслаивание) формы или стержня в этом месте. Механизм образования ужимины из-за конденсации влаги показаны на рис.1.8.

Причины образования ужимин.

- а) недостаточная глубина просушки формы или стержня;
- б) низкая газопроницаемость смеси;
- в) неравномерное уплотнение формы или стержня, обуславливающее неравномерную прочность и газопроницаемость;
- г) неравномерное распределение огнеупорной глины в смеси (плохое перемешивание).

Меры предупреждения образования ужимин.

- а) просушка форм и стержней на достаточную глубину (регламентируется техпроцессом);
- б) достаточная линейная скорость заливки расплава в форму;

в) повышение газопроницаемости смеси, создания направленного газового потока в стержне и в форме;

г) увеличение времени перемешивания формовочной или стержневой смеси;

д) применение предварительной декриптации (растрескивания) зерен песка путем нагрева их до температуры 650°C.

Вмятины, забоины, повреждения получают при нарушении режима выбивки, очистки и транспортировки отливки.

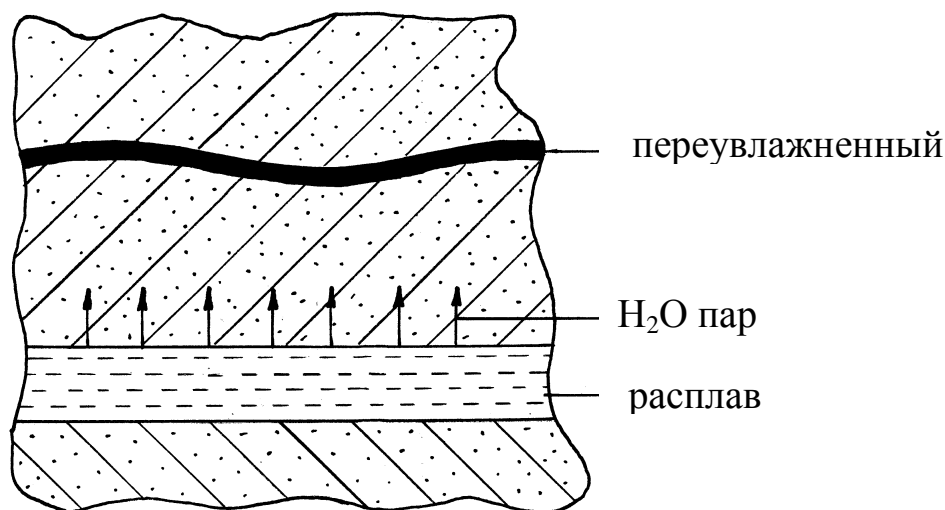


Рис.1.8 Возникновение ужимин под влиянием низкой газопроницаемости и повышенной влажности формы

Методика проведения работы.

Студентам предлагаются реальные отливки с дефектами, описанными в данном пособии.

Требуется:

а) составить визуальные описания реальных дефектов, сделать эскизы;

б) определить величину дефектов, их соотношение с размерами отливки;

в) дать оценку возможности и трудоемкости исправления дефектов;

г) указать предположительные причины возникновения дефектов на предложенных отливках;

д) в выводах дать рекомендации по их предотвращению.

Отчет по работе должен содержать общее описание изучаемых дефектов и ответы по пунктам а, б, в, г, д.