

Контроль качества ОТЛИВОК

В литейных цехах контроль качества отливок осуществляется отделом технического контроля с целью определения наличия дефектов, свидетельствующих о невозможности дальнейшего использования отливок.

Этапы контроля качества в литейном производстве

Контроль качества в литейном производстве проводится на всех этапах изготовления отливок и определяется внутренней структурой производства, различными инструкциями и положениями:

1. контроль качества изготовления и эксплуатационного состояния технологической оснастки и модельных комплектов;
2. входной контроль качества основных и вспомогательных материалов;
3. выборочный пооперационный контроль исполнения технологического процесса;
4. контроль качества готовых отливок.

Основанием для контроля качества готовых отливок служат ГОСТы, действующие технические условия, чертежи на отливку со специальными конструктивными и технологическими требованиями к ней.

Контроль качества готовых отливок

Согласно ГОСТ 15467-79 “Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения” дефектом называют каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям. Изделие, имеющее хотя бы один дефект, называют дефектным. Это означает, что как минимум один из показателей качества отливки превысил предельно допустимое значение.

В зависимости от степени пораженности дефектами все отливки подразделяют на четыре группы:

1. годные, полностью отвечающие всем установленным требованиям технической документации и стандартов;
2. условно годные, имеющие небольшие отклонения от установленных требований (малозначительные дефекты), не оказывающие существенного влияния на эксплуатационные показатели отливки или изделия в целом; отливки допускаются к дальнейшей обработке и используются по своему назначению с разрешения главных специалистов промышленных предприятий после тщательной оценки дефектов;
3. исправимый брак - отливки, имеющие один или несколько устранимых дефектов, после исправления которых они могут быть допущены к дальнейшей обработке и использованию по назначению;
4. неисправимый или окончательный брак - отливки, имеющие такие дефекты, исправление которых технически невозможно или экономически нецелесообразно, либо качество исправления которых невозможно проконтролировать. Отбраковке подлежат отливки, имеющие хотя бы один неустранимый дефект.

Контроль качества готовых отливок

Устранимость или неустранимость дефекта определяют применительно к конкретным условиям производства и ремонта. В зависимости от предрасположенности дефектов к обнаружению они могут быть явными и скрытыми.

Явный дефект выявляется при визуальном контроле или предписанными в нормативной документации инструментальными средствами и методиками дефектоскопии.

Скрытый дефект - это дефект, не обнаруживаемый при внешнем осмотре и не выявляемый предусмотренной для контроля аппаратурой. Скрытые дефекты иногда выявляются в процессе механической обработки отливок или в процессе эксплуатации изделий, а также при дополнительном дефектоскопическом контроле не предусмотренными в технологических картах методами и средствами. Наиболее нежелательно и опасно, когда скрытый дефект проявляется в процессе эксплуатации изделия, что может вызвать аварийную ситуацию.

Основные виды контроля отливок



Контроль размерной точности

Отливки проверяют на соответствие их ГОСТ Р 53464-2009 “Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку” и чертежу.

Контроль выполняют на плите линейкой, штангенциркулем, рейсмусом, циркулем, шаблонами и другим мерительным инструментом. Проверяют каждую первую партию отливок после смены модельного комплекта, периодичность контроля последующих партий устанавливают исходя из конкретных условий производства (материала модели, серийности заказа, массы отливки и т. д.).

Контроль внешнего вида и качества поверхности отливок

Контроль выполняют визуально на соответствие отливок техническим условиям; в некоторых случаях (при серийном и массовом производстве) - с использованием отливки-эталона; шероховатость поверхности (ГОСТ 2789-73 “Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики”) определяют по специальным образцам, изготовленным в соответствии с требованиями РТМ2БВ00-1-75. Дефекты отливок выявляют выборочной механической обработкой, магнитной дефектоскопией, рентгеновским способом контроля и другими способами неразрушающего контроля. Периодичность контроля устанавливают в соответствии с техническими условиями отрасли, или технологическими инструкциями предприятия. Из крупных отливок проверяют каждую, мелкие и средние - выборочно в процентном соотношении от их объема.

Контроль химического состава

Отлитые образцы или стружку отливки проверяют в лаборатории методом химического или спектрального анализа. Проверку проходит каждая партия отливок.

Контроль макро- и микроструктуры

Микроструктуру отливок проверяют по стандартным образцам-приливам и по вырезанным из отливок образцам. Из образцов изготавливают шлифы. Контролю подвергают все ответственные отливки, отливки общего назначения проверяют выборочно в соответствии с технологическими инструкциями.

Контроль механических свойств

Прочность отливок определяют по специальным отлитым образцам, приливам отливок и вырезанным из отливок образцам. Твердость определяют на отливке и в некоторых случаях на образцах, вырезанных из отливки. На прочность проверяют каждую партию отливок; на твердость - каждую крупную отливку, средние и мелкие отливки контролируют выборочно в соответствии с техническими условиями отрасли или технологическими инструкциями предприятия.

Испытание на гидропроницаемость

Испытание проводят на стендах. В испытываемую полость наливают жидкость (воду, керосин) до требуемого уровня. Места течи определяют визуально. Отливки, работающие под давлением, испытываются после механической обработки. Проверяют каждую отливку, если требуется по техническим условиям.

Контроль на соответствие отливки специальным конструкторским и технологическим требованиям

Проверяют точность некоторых геометрических размеров (например, мест сопряжения); наличие специальных транспортировочных скоб, цапф, ремболтов, а также технологических приливов, перемычек, напусков; контролируют покрытие отливок специальными грунтами, их жаростойкость и другие параметры. Основанием для контроля является чертеж литой детали. Проверяют каждую крупную отливку, средние и мелкие отливки - выборочно в соответствии с техническими условиями и технологическими инструкциями предприятия.

Контроль массы

Отливки взвешивают после проверки их на геометрическую точность. Периодичность контроля устанавливают в соответствии с техническими условиями отрасли.

Основные дефекты при литье

Согласно ГОСТ 19200-80 дефекты отливок из чугуна и стали подразделяют на пять основных групп.

Несоответствие по геометрии

Размерная
точность
отливок

Дефекты поверхности

Дефекты
возникающие
вследствие
сложных
физико-
химических
процессов,
проходящих на
границе раздела
металл – форма

Несплошности в теле отливки

Внутренние
дефекты
различного вида
и
происхождения,
в виде пустот
полостей и
трещин

Включения

Дефекты в виде
инородных
металлических
или
неметаллически
х частиц

Несоответствие по структуре

Отклонения в
макро- и
микроструктуре

Несоответствие по геометрии



Недолив - неполное образование отливки вследствие незаполнения полости литейной формы металлом при заливке.



Основные причины: недостаточное количество металла, низкая жидкотекучесть металла, низкая температура металла при заливке, нетехнологичность отливки, например не выдержано правильное соотношение между толщиной стенки и величиной поверхности отливки, неправильно спроектированная литниковая система (удалённость от питателей).

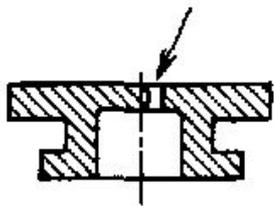


Фрагмент отливки «Рама боковая» с недоливом металла



Фрагмент отливки «Рама боковая» с недоливом ребра, помеченного мелом.

Несоответствие по геометрии

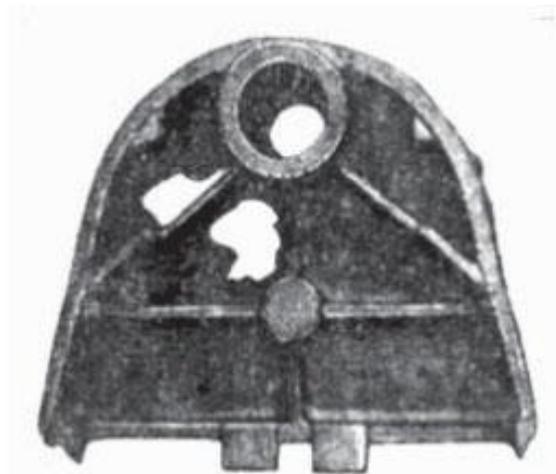


Неслитина - сквозная щель или произвольной формы отверстие в стенке отливки, образовавшееся вследствие неслияния встречных потоков металла. Неслитина характерна для сплавов с широким интервалом кристаллизации и наблюдается обычно в тонких стенках отливок. Эти дефекты легко обнаруживаются при визуальном осмотре отливок.

Основные причины: пониженная жидкотекучесть металла, низкая температура заливаемого металла, низкая скорость заполнения формы металлом, нарушение технологического процесса заливки

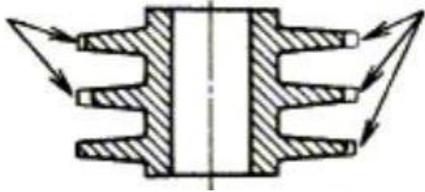


Отливка с неслитиной



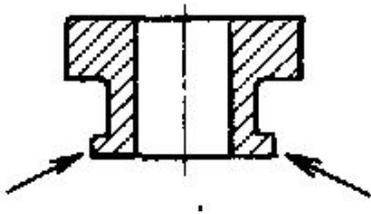
Неслитины в результате недостаточной жидкотекучести металла

Несоответствие по геометрии



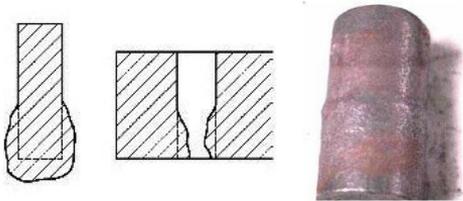
Незалит - несоответствие конфигурации отливки чертежу вследствие износа модельной оснастки или дефектов формы.

Основные причины: износ модельной оснастки, дефекты формы, нарушение технологических режимов.



Обжим - местное нарушение конфигурации отливки. Обычно образуется вблизи плоскости разъема в виде прилива или утолщения произвольной формы.

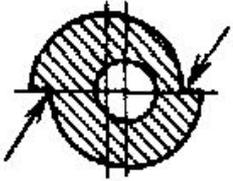
Основные причины: деформация формы из-за механических воздействий при ее сборке или заливке.



Подутость - представляет собой местное утолщение отливки, возникшее вследствие расширения недостаточно уплотненной формы заливаемым металлом.

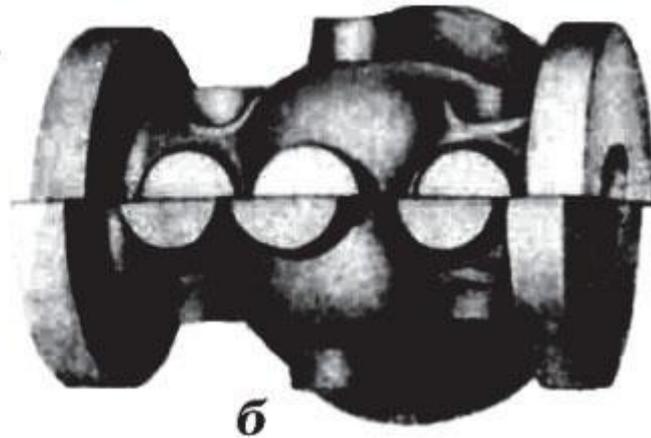
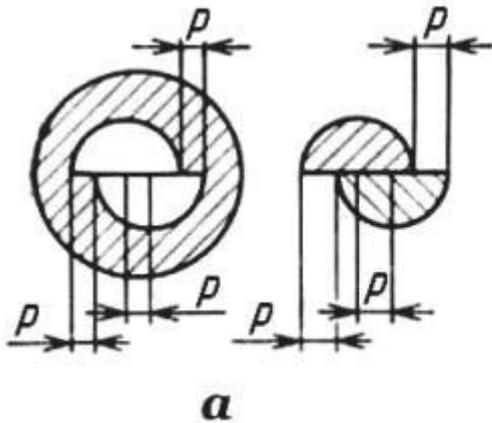
Основные причины: низкая прочность формовочных либо стержневых смесей, слабое уплотнение форм либо стержней, высокое металостатическое давление.

Несоответствие по геометрии



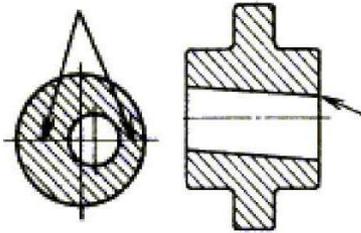
Перекас (сдвиг) - дефект в виде смещения одной части отливки относительно осей или поверхностей другой части по разьему формы, модели или опок вследствие их неточной установки и фиксации при формовке и сборке.

Основные причины: неточная установка и недостаточная фиксация форм, моделей, опок при сборке.

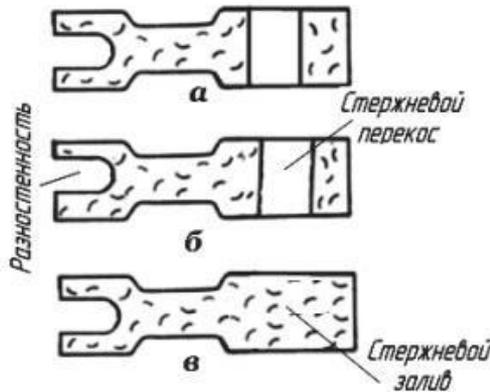


Перекас: а - схема, б - дефектные отливки

Несоответствие по геометрии



Разностенность и стержневой перекос



Дефекты возникающие из-за неправильной установки стержней.
а - нормальная отливка, б, в - отливки с дефектами.

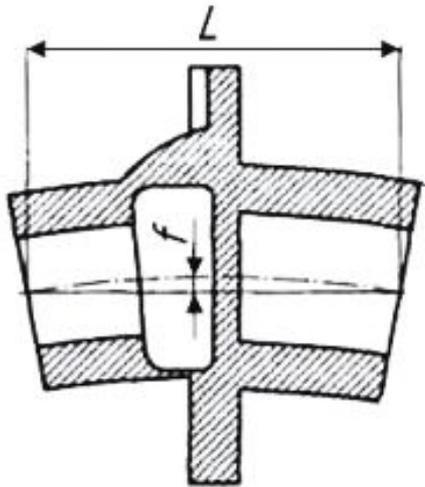
Стержневой перекос - дефект в виде смещения отверстия, полости или части отливки, выполняемой с помощью стержня, вследствие его перекоса.

Разностенность - увеличение или уменьшение толщины стенок отливки. Разностенность выявляется визуально или с помощью измерительных средств.

Стержневой залив - дефект в виде залитого металлом отверстия или полости в отливке. Возникает из-за непроставленного в литейной форме стержня или его обрушения.

Основные причины: дефекты оснастки (коробления, поломки); неудовлетворительное состояние опочной оснастки и подмодельных плит (износ центрирующих элементов), некачественная сборка формы. Кроме того, зачастую данные дефекты определяют несоответствие знаковых частей форм знакам стержней.

Несоответствие по геометрии



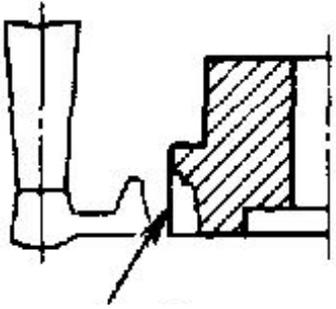
Коробление - дефект в виде искажения конфигурации отливки под влиянием напряжений, возникающих при охлаждении, а также в результате неправильной модели, может проявляться в различных формах, наиболее характерным является появление вогнутости или выпуклости на плоских поверхностях отливок.

Основные причины: искажение конфигурации отливки возникает под влиянием напряжений, возникающих при охлаждении отливки или вследствие деформации модельной оснастки либо коробления литейных форм.

Вероятность коробления возрастает при увеличении протяжённости отливки, усложнении её конфигурации, уменьшения толщины её стенок. Коробление может вызываться неправильным охлаждением отдельных частей отливки, сопротивлением усадки отдельных частей отливки со стороны литейной формы или же самой отливки. Для предупреждения коробления в отливке нужны мероприятия, которые применяются для предупреждения холодных трещин, следует предусматривать рёбра жёсткости в конструкционных тонкостенных литых деталях, увеличивать податливость формы, создавать рациональную конструкцию отливки и т. д.

Схема коробления
цилиндрической отливки

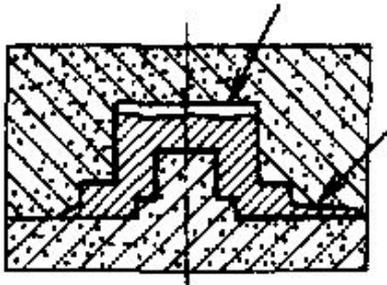
Несоответствие по геометрии



Вылом - дефекты в виде нарушений конфигурации отливки при выбивке ее из формы, выбивке стержней, обрубке литников, зачистке отливок или их транспортировании.

Зарез - дефект в виде искажения контура отливки при отрезке литников, обрубке и зачистке.

Основные причины: неправильный подвод металла к отливке, воздействие больших механических нагрузок на отливку ввиду её конструктивных особенностей.



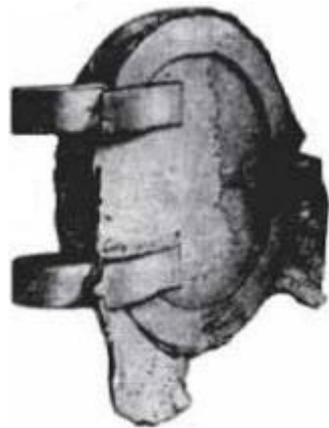
Прорыв металла и уход металла – дефект в виде неполного образования или искажения формы отливки (прорыв), либо дефект в виде пустоты в теле отливки, ограниченный тонкой коркой затвердевшего металла (уход), образовавшиеся вследствие вытекания металла из формы при заливке либо по истечению некоторого времени.

Основные причины: слабое крепление формы, недостаточный вес груза, коробление форм или их недостаточная прочность.

Дефекты поверхности



Складчатость – дефект в виде незначительных гладких возвышений и углублений на поверхности отливки, возникающих вследствие пониженной жидкотекучести металла. Основные причины: тепловые деформации поверхностного слоя формы или затвердевающего металла, пониженная жидкотекучесть металла.



Залив - дефект в виде металлического прилива или выступа, возникающего вследствие проникновения жидкого металла в зазоры по разъемам формы, стержней или по стержневым знакам

Основные причины: применение дефектной модельной оснастки, некачественная сборка форм.

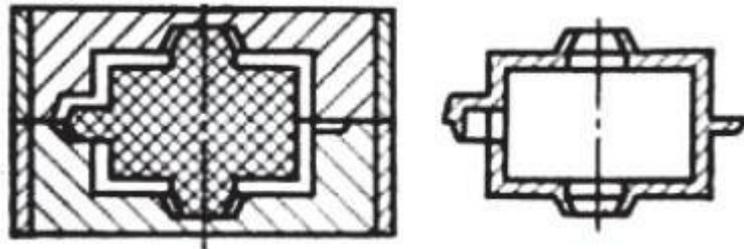


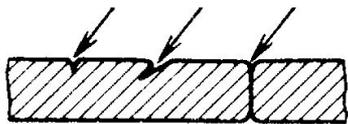
Схема образования заливов в зазорах между знаками формы и стержня

Дефекты поверхности



Пригар - специфический трудноотделяемый слой на поверхности отливки, возникший при взаимодействии расплавленного металла с материалом формы. Этот дефект образуется преимущественно на поверхности отливок из сплавов с высокой температурой плавления и при заливке в песчаные формы.

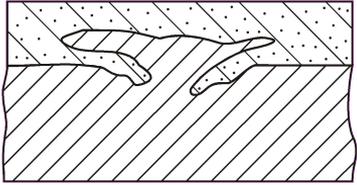
Основные причины: проникновение металла в поры стенок формы в пространство между зёрнами песка, в результате чего образуется металлический скелет, прочно удерживающий зёрна (механический пригар); спекание и химические реакции образующейся на поверхности металла окисной пленки с формовочным материалом (химический пригар).



Спай - дефект в виде углубления с закругленными краями на поверхности отливки, образованного неполностью слившимися потоками металла с недостаточной температурой или прерванного при заливке.

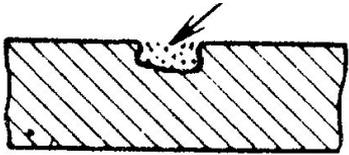
Основные причины: пониженная жидкотекучесть металла, низкая температура заливаемого металла, низкая скорость заполнения формы металлом, нарушение технологического процесса заливки.

Дефекты поверхности



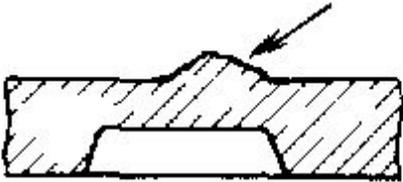
Ужимина - дефект в виде углубления с пологими краями, заполненного формовочным материалом и прикрытого слоем металла, образовавшегося вследствие отслоения формовочной смеси при заливке.

Основные причины: высокая влажность формовочной или стержневой смеси, отслоение и разрушение поверхности формы вдоль зоны конденсации влаги при заполнение формы металлом.



Засор - дефект в виде формовочного материала, внедрившегося в поверхностные слои отливки, захваченного потоками жидкого металла

Основные причины: отслоение формовочной смеси при заливке, низкая прочность смеси, слабое уплотнение формы.



Нарост - дефект в виде выступа произвольной формы, образовавшегося из загрязненного формовочными материалами металла вследствие местного разрушения литейной формы.

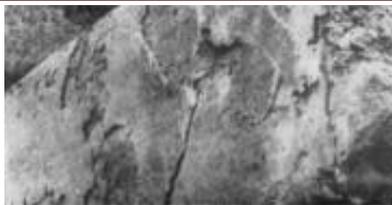
Дефекты поверхности



Газовая шероховатость – дефект в виде сферообразных углублений на поверхности отливки, возникающих вследствие роста газовых раковин на поверхности раздела металл-форма.

Грубая поверхность – дефект в виде шероховатости поверхности с параметрами, превышающими допустимые значения.

Основные причины: выделение газовых пузырьков на поверхности раздела металл – форма.



Плена - дефект в виде самостоятельного металлического или окисного слоя на поверхности отливки, образовавшегося при недостаточно спокойной заливке.

Основные причины: холодная длительная или кратковременно прерываемая разливка.



Просечка - дефект в виде невысоких прожилок на поверхности отливки, возникших вследствие затекания металла в трещины на поверхности формы или стержня.

Основные причины: растрескивание литейной формы при её изготовлении, транспортировке и заливке.

Дефекты поверхности

Поверхностное повреждение – случайные повреждения поверхности во время выбивки отливок или транспортирования. При этом образуются различные дефекты в виде забоин, вмятин и т. п.

Несплошности в теле отливки

Горячая трещина – разрыва или надрыва тела отливки усадочного происхождения, возникшего в интервале температур затвердевания. Горячая трещина располагается по границам кристаллов, имеет неровную окисленную поверхность, на которой иногда видны дендриты. По мере нарастания твердой корки в зависимости от величины затрудненной усадки трещина выходит на поверхность отливки или на отдельных участках остается под коркой металла.

Основные причины: затрудненная усадка в интервале температур затвердевания сплавов, разница в скоростях охлаждений отдельных частей отливки; недостаточная податливость, теплоаккумулирующая способность смеси; высокая температура металла; нетехнологичность конструкции отливки.



Несплошности в теле отливки

Холодная трещина – дефект в виде разрыва тела затвердевшей отливки, отличается сравнительно гладкой светлой поверхностью и, как правило, имеет прямолинейную форму. Дефект образуется в твердом металле в местах наибольшего воздействия внутренних напряжений, в зонах перехода от толстых сечений к тонким, преимущественно в острых углах и других местах концентрации напряжений. Холодная трещина обычно имеет чистую светлую или с цветами побежалости зернистую поверхность

Основные причины: остаточные внутренние напряжения, возникающие в отливке при ее охлаждении, ранняя выбивка из формы, нарушение технологии шихтовки сплава и плавки.



Несплошности в теле отливки

Усадочная раковина – дефект в виде открытой или закрытой полости, образующейся в тепловых узлах отливки. Поверхность такой раковины обычно грубая, иногда окисленная.

Основные причины: затрудненное питание отливки, неравномерное охлаждение отливки, высокая температура металла, неправильный расчёт и расположение прибылей.

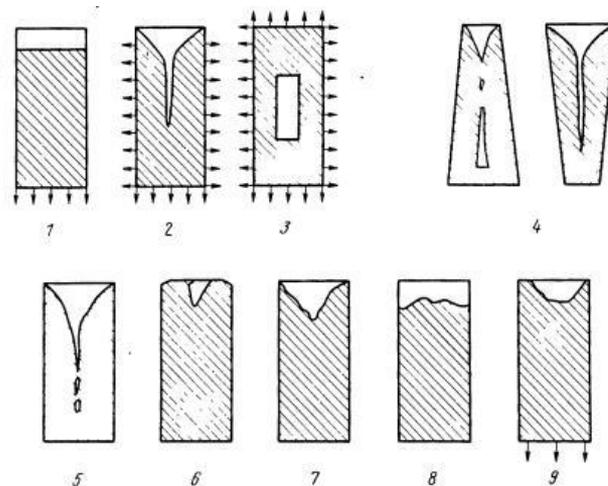


Схема расположения усадочных раковин: 1 - одностороннее охлаждение, 2 - многостороннее охлаждение, 3 - всестороннее охлаждение, 4 - конический кокиль, 5 - быстрое наполнение, 6 - медленное наполнение, 7 - разогретое состояние головки слитка, 8 - давление сверху, 9 - медленное охлаждение снизу.

Несплошности в теле отливки

Газовая раковина – дефект в виде полости, образованной выделившимися из металла или внедрившимися в металл газами.

Газовая пористость - дефект в виде мелких пор, образовавшихся в отливке в результате выделения газов из металла при его затвердевании.

Основные причины: отсутствие эффективной вентиляционной системы в стержнях и форме.



Несплошности в теле отливки



Усадочная пористость – дефект в виде мелких пор, образовавшихся вследствие усадки металла во время его затвердевания при недостаточном питании отливки.

Рыхлота – дефект в виде скопления мелких (микроскопических) усадочных раковин, обнаруживается при механической обработке отливки или методами дефектоскопии.



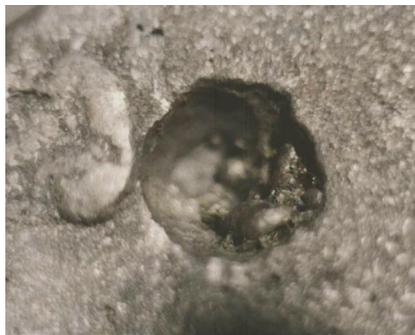
Утяжина - дефект в виде углубления с закругленными краями на поверхности отливки, образовавшегося вследствие усадки металла при затвердевании.

Несплошности в теле отливки

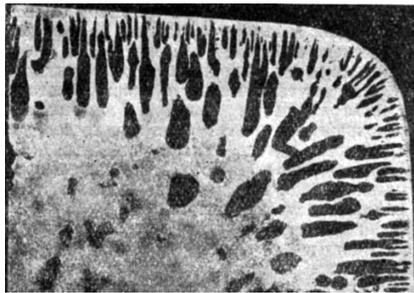
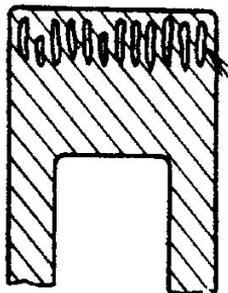
Песчаная раковина - полость, частично или полностью заполненная формовочным материалом.



Шлаковая раковина (залитый шлак) – полость, частично или полностью заполненная шлаком.



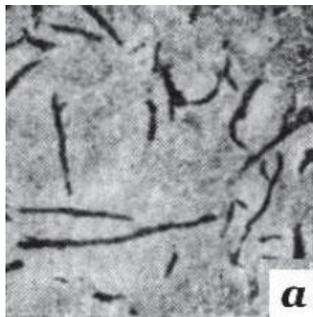
Несплошности в теле отливки



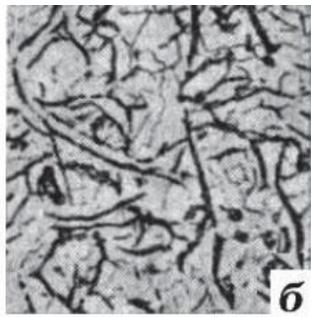
Схематическое изображение и ситовидная пористость в латунном слитке.

Ситовидная раковина (ситовидная пористость) - скопление удлиненных тонких раковин, расположенных в подповерхностном слое отливки и ориентированных перпендикулярно к ее поверхности.

Основные причины: обычно появление ситовидной пористости вызвано повышенным содержанием водорода в кристаллизующемся слое металла.



а



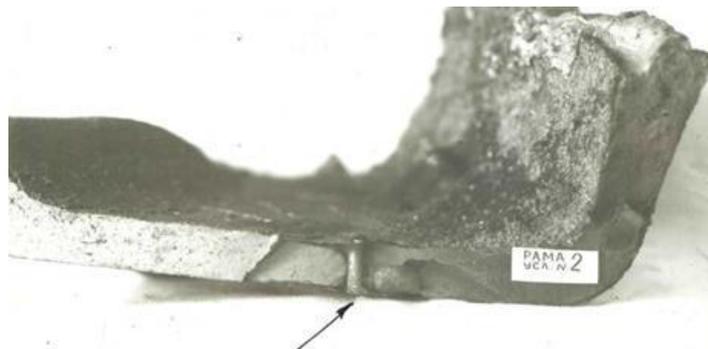
б

Микроструктура с изолированными (а) и соединенными (б) графитовыми включениями

Графитовая пористость - дефект отливок из серого чугуна в виде сосредоточенных или паукообразных выделений графита, вызывающих неплотности металла при испытании гидравлическим или газовым давлением.

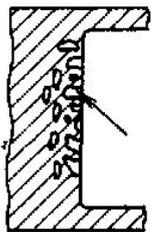
Основной причиной появления крупных грубых пластинок графита в структуре серого чугуна является грубая структура графита в исходном чушковом чугуне.

Несплошности в теле отливки



Непровар жеребеек (холодильников) – дефект в ряде несплошности соединения металла отливки с поверхностью жеребеек (холодильников).

Основные причины: загрязнения, несоответствия масс, излишнее количество или массивность холодильников, пониженная температура заливаемого металла.



Вскип - дефект в виде скопления раковин и наростов. Подобные дефекты могут не только располагаться в теле отливки, но и выходить на поверхность.

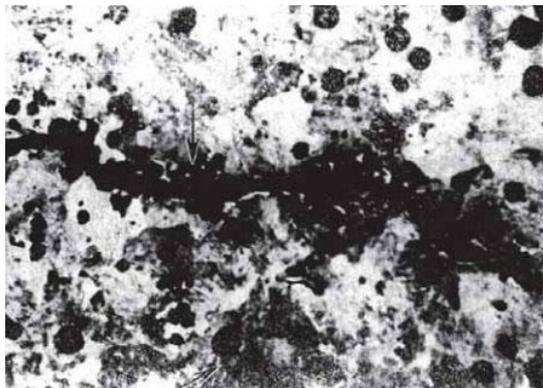
Основные причины: интенсивное парообразование в местах переувлажнения формы или стержня, а также вследствие переуплотнения формы.

Включения

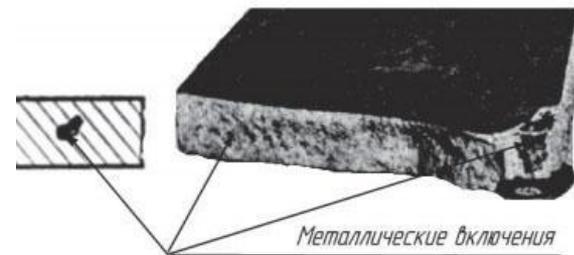
Королек – дефект в виде шарика металла, отдельно застывшего и несплавившегося с отливкой. Образуется в результате затвердевания брызг металла при неправильной заливке.



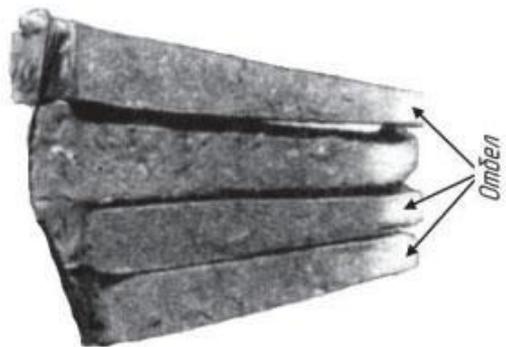
Неметаллические включения – дефект в виде неметаллической частицы, попавшей в металл механическим путем либо образовавшееся в результате химического взаимодействия компонентов при расплавлении и заливке металла.



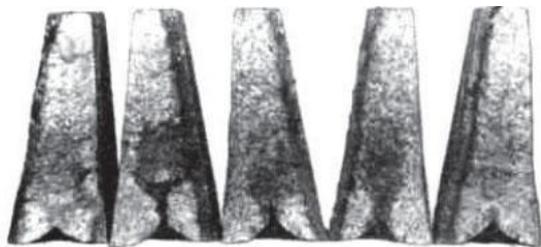
Металлические включения – дефект в виде инородного металлического включения, имеющего поверхность раздела с отливкой. Образуются в результате неполного растворения в расплаве металлических примесей вводимых в ковш или литейную форму.



Несоответствие по структуре

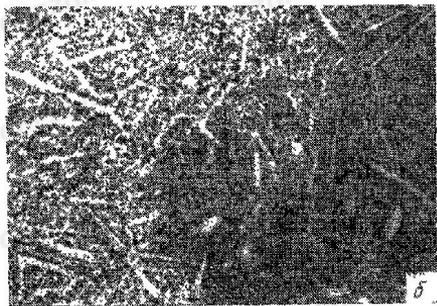
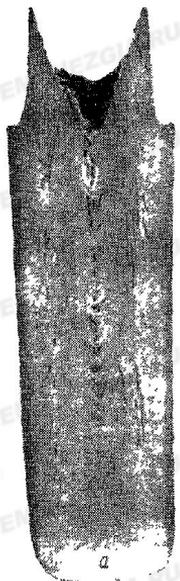


Отбел - дефект в виде твердых, трудно поддающихся механической обработке мест в различных частях отливки из серого чугуна, вызванных скоплением структурно свободного цемента. Они характерны для тонких сечений отливок (стенок, ребер и т.п.). Возникают при ускоренном охлаждении, но могут быть связаны с отклонениями химического состава. По существу, это появление структуры белого чугуна в сером чугуне.



Половинчатость – появление структуры серого чугуна (графита) в отливках из белого чугуна. Характерна для массивных участков отливок. Возникает при пониженных скоростях охлаждения.

Несоответствие по структуре



Макро- (а) и микроликвация (б), определенная по серным отпечаткам соответственно со слитка стали 60 массой 8 т и со слитка стали 15 массой 6 т

Ликвация – местное обогащение участков отливки одним или несколькими компонентами сплава или примесями.

Различают внутрикристаллическую (дендритную) ликвацию, проявляющуюся в обогащении границ зерен ликвирующими элементами и образовании неравновесных структурных составляющих; зональную ликвацию - неоднородность химического состава в макрообъемах отливки: ликвацию по плотности, связанную с различием плотности жидких фаз или твердой и жидкой фаз сплава.

Возникает в результате избирательной кристаллизации при затвердевании.

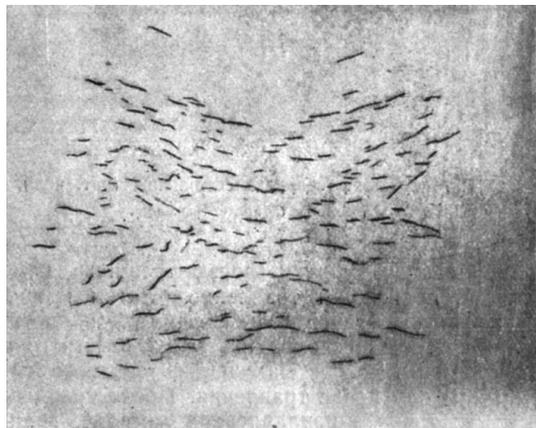
Несоответствие по структуре



Межкристаллическая трещина - дефект в виде разрыва тела отливки. Возникает при охлаждении отливки в форме на границах первичных зерен аустенита в температурном интервале распада.

Межкристаллическая трещина в изломе термически обработанной пробы (отливки) имеет вид сглаженных поверхностей с зеркальным блеском на общем сером фоне волокнистой составляющей излома и образуется под воздействием водорода, растворенного в стали.

На рисунке показана трещина, располагающаяся между зернами грануляционной структуры (х6).



Флокен - дефект в виде разрыва тела отливки под влиянием растворенного в стали водорода и внутренних напряжений, проходящего полностью или частично через объемы первичных зерен аустенита. Флокен в изломе термически обработанной пробы (отливки) имеет вид сглаженных поверхностей без металлического блеска (матового цвета) на общем сером фоне волокнистой составляющей.

На рисунке показаны флокены в хромоникелевой стали, глубокое травление.

Список литературы

1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, А. В. Ковалев и др.; Под ред. В. В. Клюева. 2-е изд., испр. и доп. - М: Машиностроение, 2003. - 656 с.
2. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
3. ГОСТ 19200-80. Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов.
4. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
5. Можарин В.П. Литейное производство: учебное пособие в двух книгах. Книга 2; Юргинский технологический институт. - Издательство Томского политехнического университета, 2011. - 468 с.
6. Каторгин С. В., Воронин Ю. Ф. О влиянии технологических параметров на качество отливок «Рама боковая» // Молодой ученый. — 2011. — №11. Т.1. — С. 50-52.