**Производство отливок из стали**

**Введение**

Современный окружающий мир невозможно представить без изделий из стали, чугуна или цветных металлов, а это и легко объяснимо, так как продукция, созданная из этих видов материалов, является наиболее прочной, надежной и безотказной. Конечно, нельзя упускать из виду постоянно растущее производство изделий из пластмассы, резины или других синтетических материалов, однако такие изделия считаются менее экологически чистыми, а также не всегда есть возможность их использования в сложных климатических условиях.

Любое металлоизделие можно изготовить различными способами – сваркой, ковкой, литьем или иным способом. Но наиболее предпочтительными в использовании являются литые изделия. Необходимо отметить, что более 20% всех отливок в машиностроении изготовляют из стали. Этот металл применяют для производства большинства узлов и деталей в машинах и агрегатах, для производства различного инструмента, ответственных конструкций.

Целью данной курсовой работы является исследование процесса производства отливок из стали. Задачи данной работы – рассмотреть основы плавки и разливки стали, изучить особенности литья в песчаные и металлические формы, охарактеризовать основные принципы термической обработки отливок из стали и их технический контроль.

В этой курсовой работе будут рассмотрены такие способы изготовления отливок как литье в оболочковые формы, песчаные формы и кокиль, центробежное литье, литье под давлением. Также в данной работе будет изучен один из важнейших этапов производства стальных отливок – термическая обработка, благодаря которой удается придавать металлу заданные свойства.

При производстве любой продукции большое внимание уделяется контролю качества изделий, особенно это касается продукции, которая будет иметь ответственное назначение или использоваться в агрессивной среде. Именно отливки из стали чаще всего применяются в сложных условиях, поэтому в данной курсовой работе одна из глав посвящена изучению возможных дефектов стальных отливок и способов их устранения.

**Глава 1. Основные этапы процесса изготовления отливок из стали.**

1.1 Плавка и разливка стали.

Литейным производством называется отрасль машиностроения, занимающаяся изготовлением фасонных деталей или заготовок путем заливки расплавленного металла в форму, полость которой имеет конфигурацию детали. После затвердевания металла в форме получается отливка (литая деталь или заготовка). Заготовки подвергаются в дальнейшем механической обработке. В машинах и промышленном оборудовании около 50% всех деталей изготовляют литьем.

Литьем изготовляют такие ответственные детали, как детали двигателей внутреннего сгорания (блоки цилиндров, поршни), рабочие колеса насосов, лопасти газовых турбин, станины станков и т.д.

Перед литейным производством стоит задача получения отливок с максимальным приближением их формы и размеров к форме и размерам готовой детали или изделия, при этом наиболее трудоемкая операция механической обработки должна быть ограничена лишь чистовой обработкой или шлифованием. Этого можно достичь усовершенствованием и внедрением специальных, более точных способов литья (в кокиль, литье под давлением, центробежное литье, литье по выплавляемым моделям, литье в оболочковые формы и др.).

В отечественном машиностроении 21% всех отливок изготовляют из стали. При выборе сплава необходимо учитывать его свойства и стоимость. Так, если принять среднюю стоимость отливки из серого чугуна за 100%, то стоимость отливки из стали составит 150%.

Сталью считают сплав железа с углеродом (до 2%). Детали сложной конфигурации, к которым предъявляют повышенные требования по прочности, ударной вязкости или другим свойствам, обычно изготовляют из стали. В машиностроении применяют три группы литейных сталей: конструкционные, инструментальные и со специальными свойствами.

Из конструкционных сталей изготовляют детали, несущие главным образом механические нагрузки (статические, динамические, вибрационные и др.). По химическому составу их подразделяют на углеродистые (низко- и среднеуглеродистые) и легированные, а по структуре – на ферритно-перлитного и перлитного классов.

Из инструментальных сталей изготовляют литой инструмент (режущий, мерительный, штамповочный и т.п.). По химическому составу их подразделяют на средне-, высокоуглеродистые и легированные стали перлитного, мартенситного и карбидного классов.

Из сталей со специальными свойствами (коррозионно-стойкие, жаропрочные, кислотоупорные, износостойкие) выполняют литые изделия, подвергающиеся воздействию различных сред, высоких температур и нагрузок. Эти стали относят в основном к ферритному и аустенитному классам.

В литейных цехах наибольшее применение для плавки стали нашли дуговые электропечи, индукционные электропечи с сердечником, индукционные электропечи без сердечника.

Электроплавильные печи имеют преимущества по сравнению с другими плавильными агрегатами. В электропечах можно быстро нагревать, плавить и точно регулировать температуру металла, создавать окислительную, восстановительную, нейтральную атмосферу или вакуум. В этих печах можно расплавлять сталь с образованием минимального количества неметаллических включений – продуктов раскисления. Поэтому электропечи используют для выплавки конструкционных сталей, высоколегированных, инструментальных, коррозионно-стойких и других специальных сталей.

Электропечи бывают дуговыми и индукционными.

В дуговых электросталеплавильных печах в качестве источника теплоты используют электрическую дугу, возникающую между электродами и металлической шихтой. Эта печь питается трехфазным переменным током и имеет три цилиндрических электрода, изготовленных из графитированной массы. Электрический ток от трансформатора гибкими кабелями и медными шинами подводится к электродержателям, а через них к электродам. Между электродом и металлической шихтой возникает электрическая дуга, электроэнергия превращается в теплоту, которая передается металлу и шлаку излучением. Рабочее напряжение 180-600 В, сила тока 1-10 кА. Во время работы печи длина дуги регулируется автоматически путем вертикального перемещения электродов. Печь имеет стальной сварной кожух. Кожух печи изнутри футерован теплоизоляционным и огнеупорным кирпичом. Подина, стенки и свод также выложены огнеупорным кирпичом. В стенках печи имеются рабочее окно для управления ходом плавки и летка для выпуска готовой стали по желобу в ковш. С помощью специального механизма печи может наклоняться в сторону загрузочного окна и летки. Емкость дуговой электропечи 0,5-400 т.

Индукционные электропечи с сердечником (низкой частоты) состоят из шахты и каналов (одного или трех), которые охватывают сердечник и первичную обмотку трансформатора. К первичной обмотке (индуктору) подводится ток промышленной частоты. Жидкий металл, предварительно залитый в канал, создает короткозамкнутый вторичный виток, в котором индуктируется (возбуждается) электрический ток большой силы. Возникающая в этом кольце электроэнергия превращается в тепловую; металл, залитый в канал, быстро нагревается и передает теплоту твердой шихте (загружаемой сверху в шахту) в результате циркуляции металла. Плавка в этих печах экономичнее, чем в высокочастотных, но требует предварительной заливки жидкого металла в каналы печи и чистку этих каналов от расплава предыдущей плавки.

Индукционные электропечи без сердечника представляют собой воздушный трансформатор, первичной обмоткой которых является медный полый водоохлаждаемый индуктор, а вторичной – загружаемая в тигель металлическая шихта. Принцип работы печи основан на поглощении электромагнитной энергии материалом металлической шихты, загружаемой в тигель, который установлен в переменном электромагнитном поле; при этом происходит нагрев и расплавление шихты. Применяют графитные или набивные тигли из огнеупорных материалов. В зависимости от частоты переменного тока, питающего индуктор, эти печи подразделяются на печи промышленной частоты (50Гц) и высокой частоты (более 500Гц). В таких печах также плавят сталь.

Выплавленную сталь выпускают из плавильной печи в разливочный ковш, из которого ее разливают в изложницы или кристаллизаторы установок для непрерывной разливки стали. В изложницах или кристаллизаторах сталь затвердевает, и получаются слитки, которые затем подвергают обработке.

Сталеразливочный ковш имеет стальной сварной кожух, выложенный изнутри огнеупорным кирпичом. В дне ковша имеется керамический стакан с отверстием для выпуска стали. Отверстие в стакане закрывается и открывается стопорным устройством. Стопор поднимают и опускают рычажным механизмом вручную или с помощью гидравлического привода с дистанционным управлением. Ковш за две цапфы поднимают краном. Емкость ковша выбирают в зависимости от емкости плавильной печи с учетом слоя шлака (100-200мм), предохраняющего зеркало металла в ковше от охлаждения при разливке. Обычно емкость ковшей 5-260 т. Для крупных плавильных агрегатов применяют ковши емкостью 350-480 т.

Изложницы – чугунные формы для изготовления слитков. Конфигурация изложниц характеризуется формой поперечного и продольного сечений и зависит от сорта заливаемой стали. Изложницы выполняют квадратным, прямоугольным, круглым и многогранным поперечными сечениями.

Для разливки спокойной стали применяют изложницы, расширяющиеся кверху, а для разливки кипящей стали – изложницы, расширяющиеся книзу. Изложницы, расширяющиеся кверху, обычно имеют дно, а расширяющиеся книзу делают сквозными, без дна. Изложницы для разливки спокойной стали имеют прибыльные надставки, футерованные изнутри огнеупорной массой с малой теплопроводностью.

Размеры изложниц зависят от массы слитка. Для прокатки отливают слитки от 200кг до 25т.

Экономически более целесообразна разливка стали в крупные слитки, так как при этом сокращаются затраты труда, на огнеупоры, потери металла, уменьшается продолжительность разливки. Однако масса слитка ограничивается мощностью прокатного оборудования и ухудшением качества слитка из-за неровности химического состава в различных его местах. Обычно углеродистые спокойные и кипящие стали разливают в слитки массой до 25т, легированные и высоколегированные стали – в слитки от 500кг до 7т, а некоторые сорта высоколегированных сталей в слитки массой несколько сот килограммов.

Для разливки стали применяют три основных способа – в изложницу сверху, в изложницу сифоном, на установках непрерывной разливки стали (УНРС).

В изложницы сверху сталь заливают непосредственно из ковша. При разливке сверху исключается расход металла на литники, проста подготовка оборудования к разливке, температура заливаемой стали может быть ниже, чем при сифонной заливке. Однако при разливке сверху сталь падает в изложницу с большой высоты, брызги металла застывают на стенках изложницы и ухудшают поверхность слитка, образуя окисные плены. Окисные плены не свариваются с телом слитка даже при прокатке, после которой необходимо зачищать поверхность для улучшения ее качества, что является очень трудоемкой операцией.

При сифонной разливке сталью заполняют одновременно несколько изложниц (от 4 до 60). Изложницы устанавливают на поддоне, в центре которого находится центровой литник. Сифонная разливка основана на принципе сообщающихся сосудов: жидкая сталь из ковша поступает в центровой литник и через каналы заполняет изложницы снизу. Этот способ разливки обеспечивает плавное, без разбрызгивания заполнение изложниц. Поверхность слитка получается чистой, сокращается продолжительность разливки, можно разливать большую массу металла одновременно на несколько мелких слитков. Однако при сифонной разливке повышается трудоемкость подготовки оборудования, увеличивается расход огнеупоров, появляется необходимость в расходовании металла на литники (до 1,5% от массы заливаемой стали), в перегреве металла в печи до более высокой температуры, так как при течении по каналам он охлаждается.

Оба способа разливки широко применяют. Для обычных углеродистых сталей используют разливку сверху; для легированных и высоколегированных сталей – разливку сифоном.

Наиболее прогрессивный способ разливки – непрерывная разливки стали. Этот способ заключается в том, что жидкую сталь из ковша через промежуточное разливочное устройство непрерывно подают в изложницу (охлаждается водой) без дна – кристаллизатор, из нижней части которого вытягивается затвердевающий слиток. Перед заливкой металла в кристаллизатор вводят затравку, образующую его дно. Затравка имеет головку в форме ласточкина хвоста. Жидкий металл, попадая в кристаллизатор и на затравку, охлаждается, затвердевает, образуя корку. Затравка тянущими валками вытягивается из кристаллизатора вместе с затвердевающим слитком, сердцевина которого находится в жидком состоянии. Скорость вытягивания слитка из кристаллизатора зависит от сечения слитка. Например, скорость вытягивания прямоугольных слитков сечением 150х500 и 300х2000 мм равна 1 м/мин. На выходе из кристаллизатора слиток охлаждается водой. Из зоны охлаждения слиток выходит полностью затвердевшим и попадает в зону резки, где его разрезают газовым резаком на куски заданной длины. Для предотвращения приваривания слитка к стенкам кристаллизатора последний совершает возвратно-поступательное движение с шагом 10-50мм и частотой 10-100 циклов в минуту, а рабочая поверхность кристаллизатора смазывается специальными смазками. Высота кристаллизатора 500-1500мм. В них получаются слитки прямоугольного поперечного сечения с габаритными размерами от 150х500 до 300х2000мм, квадратного от 150х150 до 400х400мм, круглые в виде толстостенных труб.

Вследствие направленного затвердевания и непрерывного питания при усадке в слитках непрерывной разливки отсутствуют усадочные раковины, они имеют плотное строение и мелкозернистую структуру. Поверхность слитка получается хорошего качества. Выход годных заготовок может достигать 96-98% от массы разливаемой стали.

УНРС имеют один, две, три, четыре и более кристаллизатора (до восьми), что делает возможным одновременную заливку нескольких слитков.

1.2 Литье в песчаные формы.

Независимо от способа литья отливки получают в литейной форме, полость которой соответствует конфигурации отливки.

Литейная форма – элемент, образующий рабочую полость, при заливке которой расплавленный металл формирует отливку. Форму изготовляют из формовочной смеси, состоящей из формовочных материалов (песка, глины и добавок воды, связующих материалов и т.д.).

Формовочная смесь – многокомпонентная смесь формовочных материалов, состав которой соответствует условиям технологического процесса изготовления неметаллических литейных форм. Формовочную смесь засыпают в литейные опоки и выполняют в них отпечаток модели.

Литейная опока – приспособление для удержания формовочной смеси при изготовлении литейной формы, ее транспортировке и заливке жидким металлом.

Модель имеет конфигурацию внешней поверхности отливки; ее изготовляют из древесины или металла. Внутренняя поверхность отливки образуется с помощью литейного стержня, который устанавливают в форму.

Литейный стержень – элемент литейной формы для образования отверстия, полости или иного сложного контура в отливке. Литейные стержни выполняют из стержневой смеси, состоящей из песка и связующих материалов. Между полостью формы и стержнем образуется пространство, заливаемое жидким металлом. После его затвердевания образуется отливка.

Из формовочных смесей изготовляют формы, а из стержневых смесей – стержни. Смеси приготовляют из песка, глины, связующих материалов и др. Формовочные материалы (песок и глина) должны иметь определенные свойства, поэтому их добывают из заранее исследованных карьеров. Формовочные и стержневые смеси должны иметь хорошую пластичность, текучесть, газопроницаемость, достаточно высокую прочность и противопригарность.

Для стальных отливок формовочные и стержневые смеси должны обладать большой противопригарностью, поэтому в них вместо обычной глины добавляют более огнеупорную глину. Для изготовления крупных отливок формовочную смесь приготовляют из хромистого железняка.

Литье в песчаные формы включает следующие основные этапы:

изготовление литейной формы;

изготовление стержней;

сборка форм;

заливка форм сплавом;

выбивка отливок из песчаной формы;

очистка и обрубка отливок.

Литейную форму изготовляют в следующей последовательности: устанавливают на модельную плиту опоку и на нее наполненную рамку, высота которой соответствует степени уплотнения формовочной смеси в форме. Из бункера засыпают формовочную смесь в опоку и рамку, уплотняют ее, затем модель извлекают из формовочной смеси. В результате образуется литейная форма. Формовочную смесь в форме уплотняют различными способами – вручную с помощью трамбовки и машинами (прессованием, встряхиванием, сбрасыванием комков смеси с большой скоростью пескометом или пескострельной машиной). Кроме того, форму изготовляют заливкой текучей формовочной смеси в опоку с последующим ее затвердеванием.

Изготовление форм для стальных отливок отличается применением прибылей для питания большой (6%) объемной усадки стали. При этом надо учитывать, что сталь имеет пониженную жидкотекучесть и высокую температуру заливки. Часто масса прибыли приближается к массе отливке. В среднем масса прибыли составляет 0,6 от массы отливки.

Стержни изготовляют из стержневой смеси. Стержневую смесь уплотняют в стержневом ящике вручную или машинным способом. Сложные и крупные стержни изготовляют по частям, а затем эти части склеивают и собирают в узлы, после чего ставят в форму. В единичном и мелкосерийном производствах для крупных стержней применяют дешевые органические связующие материалы.

Стержни сушат для увеличения их прочности и газопроницаемости. Связующие материалы, находящиеся в стержневой смеси, во время сушки при определенной температуре (150-300°С), спекаются, окисляются или в них происходят химические реакции, благодаря которым частицы песка склеиваются. Сушат стержни в сушилах непрерывного действия

Отделка и контроль сухих стержней является обязательными операциями перед установкой их в форму. Часто стержни окрашивают противопригарной краской, улучшающей поверхность отливки.

При сборке форм небольшие стержни устанавливают вручную, большие – с помощью крана. Если стержень по ряду причин не может быть устойчиво установлен в форму, применяют жеребейки (специальное металлическое приспособление, применяемое при установке и закреплении в определенном положении стержня в литейной форме для получения нужной толщины тела отливки). Они предохраняют стержни от провисания или всплывания при заполнении формы металлом. Эти жеребейки заваривают в стенки отливки.

Сплав заливают в форму с помощью ковша, конструкция которого зависит от емкости и свойств заливаемого сплава. Чаще применяют барабанные ковши. Ковш от плавильных печей к месту разливки перевозят мостовым краном или по монорельсовому пути.

Формы заливают на рольганговых транспортерах и на движущихся тележках конвейера. При заливке формы подвергаются давлению жидкого металла, который стремиться приподнять верхнюю опоку, отчего по разъему может образоваться щель и металл выльется через нее из формы. Во избежание этого верхнюю полуформу скрепляют с нижней скобами или помещают на нее груз.

Для стального заливаемого сплава ориентировочно принимают температуру от 1500ºС до 1600ºС. Температура заливаемого сплава зависит от толщины стенок отливки: чем меньше толщина отливки, тем выше температура.

После заливки и охлаждения металла в форме отливку из нее удаляют (выбивают), при этом форма разрушается. С места выбивки отливки транспортируют в отделение выбивки стержней или непосредственно в отделение очистки и обрубки отливок. Стержни выбивают из отливки вибрационными установками или струей воды. Воду тонкой струей под давлением 235-980 кН/м2 направляют на стержень. Вода с песком стекает в особый отстойник.

Последним этапом изготовления отливок в песчаные формы является процесс очистки и обрубки отливок.

Литники стальных отливок удаляют чаще всего дисковыми пилами. Прибыли удаляют газовой резкой.

После выбивки отливок из формы на их поверхности остается пригоревшая формовочная смесь и заусенцы, которые очищают в обрубном отделении цеха. Основными способами очистки отливок являются:

1) дробеметная или дробеструйная обработка, при которой струю чугунной или стальной дроби направляют на поверхность отливки с большой скоростью;

2) обработка ударным действием гидравлической или пескогидравлической струей, при которой на поверхность отливки направляют струю воды с песком под давлением 35 атмосфер и очищают ее от пригоревшей к ней формовочной смеси.

Остатки питателей и заусенцев обрубают и обдирают абразивным кругом или на обрезных прессах. На заводах массового производства применяют абразивные автоматы и полуавтоматы.

**Глава 2. Специальные способы литья отливок из стали.**

2.1 Литье точных отливок в разовых формах.

Развитие массового производства отливок привело к разработке новых специальных способов литья: в разовые формы, в полупостоянные формы, в металлические формы.

При производстве точных отливок в разовые формы исключается или уменьшается механическая обработка отливок. К таким способам литья относится литье в оболочковые формы, по выплавляемым моделям, литье в гипсовые и стеклянные формы, литье по пенополистироловым моделям.

В полупостоянных формах (из шамота, металлокерамики, графита), без их разрушения можно получить несколько десятков и даже сотен отливок.

В металлической форме можно изготовить несколько тысяч отливок с размерами большой точности. К литью в металлические формы относятся литье в кокиль, центробежное литье, литье под давлением и др.

Литье в оболочковые формы – процесс получения отливок путем свободной заливки расплавленного металла в оболочковые формы из термореактивных смесей.

Этот способ литья является разновидностью литья в разовые песчаные формы, обеспечивает получение отливки с высоким качеством поверхности. Оболочковые формы изготовляют из смеси, которая состоит из кварцевого песка и синтетической смолы (6-7% фенолформальдегидной) в виде порошка. Фенолформальдегидная смола при 70°С размягчается, а при температуре свыше 120°С плавится, превращаясь в жидкую клейкую массу. Через несколько секунд и по мере увеличения температуры смола становится твердой и вторичному расплавлению не поддается. При 450°С смола начинает выгорать. На свойстве смолы, переходить из жидкого состояния в необратимое твердое состояние, основаны способы получения оболочковых форм. Оболочковая форма из песчано-смоляной смеси после заливки металлом легко разрушается, освобождая отливку.

Литье по выплавляемым моделям. Этим способом литья изготовляли литые скульптуры много столетий назад. В машиностроении его начали применять в 40-х годах 20 века.

Этот способ изготовления отливок трудоемок и дорог. Однако его применение во многих случаях оправдано, например, при получении точных отливок без последующей механической обработки, при изготовлении деталей со сложной и трудоемкой механической обработкой, при использовании труднообрабатываемых сплавов (высоколегированных сталей и др.) и т.д.

Имеется большое число вариантов изготовления отливок по выплавляемым моделям, а также рецептур модельных и формовочных смесей.

Наиболее часто применяют смесь: 50% парафина и 50% стеарина. Расплавленный легкоплавкий сплав из печи заливают под небольшим давлением в пресс-форму. При этом получают легкоплавкую модель точных размеров.

После затвердевания легкоплавкую модель вынимают из пресс-формы, собирают в блоки с общей литниковой системой и погружают в огнеупорную суспензию, состоящую из 30% гидролизованного раствора этилсиликата (обладает большой клейкостью) и 70% кварцевой муки. Затем блок моделей посыпают сухим песком и сушат на воздухе. Повторяя эти операции несколько раз, получают форму толщиной 5-8мм.

Модель выплавляется из формы с помощью горячего воздуха при 120-150°С, паром или горячей водой. Для крупных отливок облицованную и просушенную форму с литниковой системой помещают в металлический жакет и засыпают песком, уплотняют или засыпают металлической дробью.

Готовую форму прокаливают до температуры 850-900°С, при которой остатки легкоплавкого состава выгорают. Форма при этом превращается в прочную керамическую оболочку.

Форму заливают расплавленным сплавом. При необходимости сплав подают в форму под действием центробежных сил.

После затвердевания металла блоки отливок выбивают из опок. Керамическую корку отбивают. Для удаления керамической корки с детали, имеющей отверстия и внутренние каналы, отливки выщелачивают при 120°С в ванне с щелочным раствором с последующей промывкой их в горячей воде. После контроля отливок отрезают литники и зачищают их остатки. На многих заводах при литье по выплавляемым моделям все процессы изготовления отливок механизированы и автоматизированы.

В промышленности начали применять следующие способы получения точных отливок: литьем по выжигаемым, растворяемым, размораживаемым и по газифицируемым моделям. Наиболее перспективным из этих способов литья является способ с применением моделей из пенопласта (пенополистирола) или, как его называют, литьем по газифицируемым моделям.

Особенность литья по пенопластовым моделям – применение неразъемных форм, из которых модель не извлекается, газифицируется за счет теплоты расплавленного металла. Таким способом получают отливки массой от 0,2кг до нескольких тонн.

Пенополистирол, из которого изготовляют модель, имеет малую плотность, разлагается при 300-350°С, выделяя пары стирола, легко обрабатывается, даже простым ножом и разогретой проволокой.

В единичном производстве пенопластовые модели изготовляют механической обработкой вручную с помощью пил, рубанка, фуганка и на станках (строгальных, фрезерных, сверлильных и шлифовальных). Модели часто изготовляют по частям, которые затем соединяют склеиванием, сваркой, спеканием.

В крупносерийном производстве модели из полистирола получают методом вспенивания в металлических или пластмассовых формах. В форму, полость которой имеет конфигурацию и размеры модели, загружают полистироловые гранулы. При нагревании гранулы вспениваются, расширяются, спекаются между собой, полностью заполняют полость формы. После охлаждения модель извлекают из формы.

Пенопластовую модель формуют в опоке обычным способом. Формовочную смесь чаще уплотняют на встряхивающих и вибрационных станках.

После изготовления форму заливают сплавом, при этом модель, которая осталась в форме, газифицируется, и газы удаляются в выпоры, а место, где находилась модель, заполняют сплавом для образования отливки.

Применяют и другие способы изготовления отливок с помощью модели из пенопласта. После изготовления формы пенопластовую модель удаляют растворением ее, прокаливанием формы, электроплавкой, продувкой формы горячими газами. Форму заливают после удаления модели. Пенопластовые модели применяют также вместо выплавляемых моделей.

2.2 Литье в металлические формы.

Литье в кокиль – процесс получения отливок путем свободной заливки расплавленного металла в металлические формы-кокили.

Кокиль изготовляют из чугуна, стали и других сплавов. Способ литья в кокиль имеет преимущества перед литьем в песчаные формы. Кокили выдерживают большое число заливок (от нескольких сот до десятков тысяч) в зависимости от заливаемого в них сплава: чем ниже температура заливаемого сплава, тем больше их стойкость. При этом способе исключается применение формовочной смеси, повышаются технико-экономические показатели производства, улучшаются санитарно-гигиенические условия труда.

Высокая теплопроводность кокиля ускоряет процесс кристаллизации сплава и способствует получению отливок большой герметичности и с высокими механическими свойствами.

Высокая прочность металлических форм позволяет многократно получать отливки одинаковых размеров. Минимальное физико-химическое взаимодействие металла отливки и формы повышает качество поверхности отливки.

К недостаткам этого способа литья относится сравнительно малая стойкость и высокая стоимость изготовления кокиля. Образование внутренних напряжений в отливке требует соблюдения точного технологического процесс литья.

В кокилях получают 6% стальных отливок. Этот способ литья экономически целесообразен в серийном и массовом производствах.

Кокиль чаще изготовляют из двух половин, соответствующим двум полуформам при литье в песчаные формы. Рабочая полость кокиля соответствует внешней конфигурации отливки. Установленные в эту форму песчаные стержни образуют полость с конфигурациями отливки. Для заливки кокиля жидким металлом в плоскости разъема или в стержне выполняют каналы для литниковой системы. Сплав заполняет пространство между полостью кокиля и стержнем, образуя отливки. После затвердевания отливки кокиль раскрывают, и из него выталкивается готовая отливка. Затем все процессы повторяются.

В зависимости от конфигурации отливки кокиль изготовляют с одним или несколькими разъемами. Плоскости разъема кокиля могут быть вертикальными, горизонтальными или комбинированными.

Чтобы уменьшить скорость охлаждения отливок, избежать образования закаленного слоя около поверхности и повысить стойкость кокиля, на его рабочую поверхность наносят теплоизоляционные покрытия. Их изготовляют из одного или нескольких огнеупорных материалов (кварцевой муки, молотого шамота, графита, мела, талька) и связующего материала (жидкого стекла, патоки).

Кокиль практически газонепроницаем. Газы удаляются из формы через выпор и газовые каналы, выполненные по линии разъема кокиля или в специальных пробках. Газовые каналы делают обычно глубиной 0,2-0,5мм. Через такие каналы не вытекает жидкий сплав, но легко удаляются газы.

Механизировать и автоматизировать технологический процесс кокильного литья легче, чем процесс литья в песчаные формы. Для механизации применяют кокильные машины – однопозиционные и карусельные. На этих машинах автоматизируют следующие технологические процессы: открывание и закрывание кокилей, постановку и удаление металлических стержней и выталкивание отливок из кокиля.

Литье под давлением – процесс получения отливок в металлических формах, при котором их заполнение сплавом и формирование отливок осуществляется под давлением. Этот способ литья применяют в массовом производстве (так как стойкость пресс-форм высока) тонкостенных отливок. При данном способе литья достигаются большая точность размеров отливок и высокое качество поверхности, не требуется механической обработки. Этот способ литья очень производителен (200-400 циклов в час). При литье под давлением формы изготовляют стальными. Они имеют более сложную конструкцию и большую точность, чем кокили, поэтому и стоимость их выше. Применяются только неразъемные металлические стержни. Использование песчаных стержней исключено, так как струя металла может их разрушить. Струя металла подается под большим давлением и скоростью. При этом газы из полости формы не успевают удалиться, что приводит к образованию в толстостенных отливках газовой пористости.

Пресс-форма – сложное приспособление, состоящее из 30-100 деталей. Рабочая часть пресс-формы выполнена из вкладышей. Металлические стрежни для образования отверстий в отливке устанавливаются и извлекаются автоматически с помощью приспособления.

Сплав заливается в камеру прессования. При прессовании струя металла, проходя через литниковые каналы, заполняет полость пресс-формы. При раскрытии пресс-формы отливка выталкивается толкателями.

Машины для литья под давлением являются сложными техническими устройствами. Машина состоит из корпуса, направляющих, гидравлических цилиндров, которые приводят в движение половины пресс-формы и металлические стержни, а также создают давление (30-100 МН/м2) для прессования металла.

Литье под низким давлением (0,01-0,08 МН/м2) – промежуточный способ между литьем в кокиль и литьем под давлением. Сплав, находящийся в герметически закрытом тигле, расплавляется электронагревателями, поступает в полость формы по стальному металлопроводу и под давлением инертного газа на зеркало металла. После затвердевания отливки снимают давление газа в тигле, раскрывают форму и удаляют из нее отливку. Этим способом можно заливать тонкостенные отливки крупногабаритные отливки с применением песчаных стержней.

При изготовлении литых деталей в кокиль и литьем под давлением необходимо учитывать следующие особенности металлических форм. Формы практически неподатливы. Металл, заливаемый в металлическую форму, охлаждается быстрее, чем при литье в песчаные формы, вследствие чего повышается возможность появления внутренних напряжений в отливке. Поэтому нельзя допускать в отливках резких переходов от толстой стенки к тонкой и острых углов. Радиусы галтелей должны быть в 1,5 раза больше, чем радиусы при литье в песчаные формы. Жидкий сплав, протекая по металлической форме, охлаждается интенсивно и теряет жидкотекучесть, поэтому при литье в кокиль минимальная толщина стенок должна быть больше.

Для стальных сплавов конструктивные размеры отливок при литье в металлические формы должны быть следующими: наружный уклон стенок от высоты 0,4%, внутренний – 2-6%; минимальный диаметр отверстия – 8мм; максимальная непроходная глубина отверстия – 3мм, проходная – 4мм. При изготовлении отливок из стали и стальных сплавов минимальная толщина стенки отливки при литье в кокиль должна быть 6,0-25мм, а при литье под давлением – 1,5-4,0мм.

Центробежное литье. При этом способе литья отливки получают свободной заливкой во вращающиеся формы. Отливки формируются под действием центробежных сил. Центробежные силы отбрасывают заливаемый металл к стенкам формы, где он затвердевает, образуя пустотелую отливку. Центробежным литьем в промышленности получают стальные кольца, трубы и др.

При этом способе литья исключается применение стержней для образования полостей цилиндрических отливок. Отливки отличаются большой плотностью и высокими механическими свойствами. Центробежным литьем можно получить тонкостенные отливки из сплавов с низкой жидкотекучестью.

К недостаткам центробежного литья относится трудность получения качественных отливок из ликвирующих сплавов и невозможность выполнения отверстий в отливках точных размеров. Размеры отверстий отливок зависят от количества залитого в форму металла.

Формы приводят во вращение специальными машинами, называемыми центробежными. В зависимости от расположения оси вращения формы в пространстве различают машины с горизонтальной и вертикальной осями вращения.

На машинах с горизонтальной осью вращения отливки получают со стенками равномерной толщины по длине и в поперечном сечении. На них отливают короткие и длинные трубообразные отливки. Металл из ковша заливают в форму через желоб. Попадая на внутреннюю стенку вращающейся формы, жидкий металл образует вокруг нее полую цилиндрическую отливку, которую после затвердевания извлекают из формы. Для центробежных машин изготовляют металлические формы. Иногда металлические формы облицовывают формовочной смесью.

В машинах с вертикальной осью вращения металл из ковша заливают в форму, укрепленную на шпинделе, который вращается от электродвигателя. Металл центробежной силой прижимается к боковой цилиндрической стенке, образуя возле нее жидкий кольцевой слой. Форма вращается до полного затвердевания металла, после чего ее останавливают и извлекают отливку. При вертикальной оси вращения формы отливки имеют параболическую внутреннюю поверхность. Толщина верхней части отливки меньше, чем нижней части, так как при вращении формы часть металла стекает вниз. Этим методом литья получают отливки небольшой высоты.

**Глава 3. Термическая обработка и технический контроль отливок из стали..**3.1 Термическая обработка отливок.

Отливки часто имеют крупное строение зерен, ликвационные включения; в них часто неравномерно распределяются неметаллические включения и легирующие элементы. Все это снижает их механические свойства.

Для улучшения механических и других свойств сплавов отливки подвергают термической обработке.

Академик А. А. Бочвар классифицировал следующие виды термической обработки: отжиг первого рода (включая гомогенизацию, рекристаллизацию, отжиг для снятия внутренних напряжений); отжиг второго рода или перекристаллизацию, включающую нормализацию; закалку, отпуск.

При выборе режима термической обработки руководствуются диаграммами состояния сплавов, а также учитывают технологию изготовления и области применения отливок.

По диаграмме состояния определяют температуру начала рекристаллизации. А. А. Бочвар нашел, что для сплавов, состоящих из твердых растворов, температура рекристаллизации Тр = 0,5 ÷ 0,6 от температуры плавления Т [Тр = (0,5 ÷ 0,6) Т].

Для отливок из стали гомогенизацию не применяют, так как этот вид термической обработки для отливок из цветных сплавов для обеспечения выравнивания химического состава сплава.

Отжиг второго рода изменяет структуру сплавов посредством перекристаллизации. В этом случае нагревают отливки ни 30-50°С выше температуры рекристаллизации, выдерживают при этой температуре и затем медленно охлаждают. В результате такой термической обработке изменяется микроструктура сплава, размельчаются его зерна и более равномерно распределяются неметаллические и другие включения. Выдержка при высоких температурах необходима для выравнивания температуры по сечению отливки.

Большое значение имеет скорость охлаждения отливок после выдержки их при высоких температурах. Регулируя скорость охлаждения, можно получить грубую или более тонкую структуру с игольчатым, сетчатым или зернистым строением. При больших скоростях охлаждения при прохождении температур рекристаллизации образуется больше центров кристаллизации, а следовательно, и более мелкое строение зерна в отливке. Например, при нормализации (отливка после выдержки при высоких температурах охлаждается на воздухе) образуется более мелкое строение зерна; при закалке (отливка охлаждается в воде, масле или в струе воздуха) – еще более мелкое строение зерен.

Отпуск служит для снятия внутренних напряжений в отливке. В процессе его происходит самопроизвольные процесс распада пересыщенного твердого раствора и тем самым возвращение кристаллической решетки основы сплава в более устойчивое положение. При отпуске отливки нагревают до температуры ниже температуры рекристаллизации, выдерживают при этой температуре и затем медленно охлаждают.

В зависимости от технологических требований отливки подвергают одному или нескольким видам термической обработки.

3.2 Контроль брака в отливках. Причины возникновения брака в отливках из стали.

Основной задачей технического контроля является анализ брака промежуточной или окончательной продукции литейного цеха, определение его вида и принятие мер для устранения. Это осуществляется контролем сырья и материалов, поступающих в производство, модельной и опочной оснастки, мерительного инструмента и технологических процессов на всех участках цеха. Кроме того, проводится пооперационный контроль качества изготовляемых в цехе полуфабрикатов, контроль готовой продукции, анализ брака и рекламаций.

После очистки отливок их тщательно контролируют с целью обнаружения дефектов. Проверяют также основные размеры продукции и соответствие ее техническим условиям. В соответствии с техническими условиями отливки подвергают специальным испытаниям на герметичность, электропроводность, магнитные свойства.

Бракованной, непригодной к эксплуатации, называют такую отливку, которая имеет хотя бы один неисправимый и недопустимый по техническим условиям дефект.

Дефекты литья классифицированы ГОСТом. Выделяют 22 вида дефектов: заливы, коробление, корольки, наросты, недолив, отбел, пригар, газовые и шлаковые раковины, рыхлоты или пористость, спаи, горячие и холодные трещины, ужимы, несоответствие металла стандартам и техническим условиям по химическому составу, микроструктуре и физико-механическим свойствам и др..

Брак может быть вызван несоблюдением технологии, ошибками при конструировании деталей и при проектировании технологического процесса изготовления отливки.

Короблением называется изменение размеров и контуров отливки под влиянием усадочных напряжений. Причинами этого вида брака могут быть нерациональность конструкции отливки, что приводит к образованию внутренних напряжений; неправильный подвод металла, ухудшающий равномерность его остывания. Также коробление может вызвать неправильный состав или температура заливаемого металла, вызывающие чрезмерную усадку; неправильный режим охлаждения отливки и недостаточная податливость формы и стержней.

Газовыми раковинами называют пустоты, расположенные на поверхности или внутри отливки. Форма раковины сферическая или округленная, поверхность гладкая блестящая. Раковины могут быть одиночными или расположенными гнездами различного объема. В большинстве случаев раковины обнаруживают при механической обработке.

Газовые раковины появляются в том случае, когда в металле большое содержание газов вследствие плохого качества исходных материалов, неправильного режима плавки или неправильно проведенного модифицирования металла. Пониженная газопроницаемость или повышенная влажность формовочных или стержневых смесей, чрезмерно высокая температура металлических форм, низкая температура заливаемого сплава, не обеспечивающая выхода из него газов, также могут служить причинами образования газовых раковин.

Песчаными раковинами называются открытые или закрытые раковины, полностью или частично заполненные формовочным материалом. Причины такого брака следующие – местное разрушение и засорение форм при сборке, недостаточная прочность формовочной или стержневой смеси или красок, недостаточное крепление выступающих частей формы, слабая или неравномерная набивка формы или стержней.

Усадочными раковинами называют открытые или закрытые пустоты в теле отливки, имеющие шероховатую поверхность с грубокристаллическим строением.

Рыхлотами или пористостью называется крупнозернистое и неплотное строение сплава с наличием межкристаллических пустот большей или меньшей величины.

Причинами брака по усадочным раковинам и рыхлотам могут быть неправильная конструкция отливки, не обеспечивающая равномерного ее охлаждения; недостаточное питание отливки жидким металлом в процессе затвердевания из-за неправильного расположения прибылей, выпоров и литников; чрезмерно высокая температура заливки.

Шлаковыми раковинами называются открытые или закрытые пустоты, полностью или частично заполненные шлаком.

Причина такого брака: окисленная или загрязненная шихта и загрязненные флюсы; нестойкие огнеупоры, способствующие обильному выделению шлаков; небрежная очистка металла от шлака в ковше перед заливкой и небрежная (с пропуском шлака) заливка металла в формы; нераскисленный металл.

Трещинами горячими и холодными называют сквозные и несквозные разрывы или надрывы в стенках отливок. Поверхность излома в горячих трещинах, поскольку они появляются при высоких температурах, всегда окислена. В холодных трещинах поверхность излома совершенно чистая. Трещины обнаруживаются постукиванием, гидропробой и способом магнитной дефектоскопии.

Причинами появления горячих и холодных трещин могут быть неправильная конструкция отливки с резким переходом от толстых к тонким сечениям; острые внутренние углы в отливках; неправильно подготовленный состав формовочной или стержневой смесей и малая податливость их. Также причиной появления трещин может служить неправильный режим заливки и термической обработки; удары при отбивке литников или при транспортировке отливок, имеющих большие внутренние напряжения.

Недолив характеризуется тем, что при заливке некоторые части отливки остаются незаполненными. Спай – сквозные или поверхностные с закругленными краями потоки преждевременно застывшего металла. Причинами такого брака являются недостаточное количество металла в ковше; низкая температура сплава при заливке и недостаточная жидкотекучесть его; нерациональная конструкция отливок из-за наличия слишком тонких стенок.

Незначительные дефекты в неответственных местах отливок исправляют. В зависимости от характера дефекта, размеров и конфигурации отливки его исправляют одним из следующих способов: заделывают замазкой, пропитывают мастикой, металлизацией, заваркой жидким металлом, ввертыванием пробок, газовой сваркой, электросваркой и термической обработкой.

Раковины на неответственной части детали заделывают бакелитовым лаком или замазкой, состоящей из графита и масла.

При недоливе крупных отливок иногда допускается исправление дефектного места наплавкой жидкого металла. Для этого дефектную часть тщательно очищают, обкладывают стержнями или формовочной смесью, образующих форму недолитой части, и устраивают приямок для слива металла. Вначале заливают металл для разогрева завариваемой части отливки, затем отверстие заделывают и оставляют металл в форме до остывания. Дефекты отливок в метах, испытывающих большую нагрузку, наиболее надежно исправляют газовой или электрической сваркой. Отливки термически обрабатывают, когда необходимо изменить их твердость, снять внутренние напряжения и в отдельных случаях изменить микроструктуру металла.

**Заключение**

В данной курсовой работе было рассмотрено производство стальных отливок, начиная от плавки стали и заканчивая техническим контролем уже готовых изделий. Здесь представлены и охарактеризованы основные способы литья: в песчаные формы и специальные способы литья.

Производство стальных отливок – сложный и трудоемкий процесс, требующий больших финансовых вложений, квалифицированных кадров, соблюдения технологии. Этот процесс включает в себя несколько отличных друг от друга этапов: плавка металла, производство форм, разливка жидкого сплава в формы, термическая обработка готовых изделий, контроль качества. Каждый из этих этапов обладает своими особенностями и тонкостями, соблюдение которых необходимо для изготовления качественной продукции. Так, например, при литье в металлические формы необходимо соблюдение определенных конструктивных размеров, а при заливке жидкого металла в формы необходимо строго контролировать температуру сплава, потому что любое отклонение может вызвать множество неисправимых дефектов, а, значит, принести убытки для предприятия.

В отечественном машиностроении широко применяются отливки, изготовленные из конструкционных, инструментальных сталей и сталей со специальными свойствами. Коррозионно-стойкие, жаропрочные, кислотоупорные, износостойкие стальные отливки удобно использовать в различных средах, при высоких температурах или при больших нагрузках. Стальные отливки способны при правильной технологии изготовления обеспечить большой запас прочности и надежность конструкций с их использованием.

**Список литературы**

1. Литейное производство / под ред. И.Б. Куманина – М., «Машиностроение», 1971г.

2. Литье повышенной точности по разовым моделям / Озеров В. А., Гаранин В. О. – М., «Высшая школа», 1988г.

3. Стальное литье / под ред. Н. П. Дубинина – М., «МАШГИЗ», 1961г.

4. Стальные отливки / Арсов Я. Б. – М., «Машиностроение», 1974г.

5. Технические и экономические основы литейного производства / под ред. В.М. Шестопала – М., «Машиностроение», 1974г.

6. Технология конструкционных материалов / под ред. А. М. Дальский, Н.П. Дубинин – М., «Машиностроение», 1977г.

7. Технология литейного производства / Титов Н.Д., Степанов Ю.А. – М., «Машиностроение», 1985г.