**Контрольная работа по теме – «Разработка технологического процесса изготовления отливки в разовой песчано-глинистой форме**

 **Задание**

1. Описать сущность технологии литья в песчано-глинистые формы, достоинства и недостатки данного способа, этапы технологии, применяемые инструменты и оснастку, формовочные и стержневые смеси.
2. Для заданного, в соответствии с вариантом, чертежа детали выполнить следующее:

а) выбрать плоскость разъёма модели и формы с указанием положения отливки в форме - В (верх) и Н (низ);

б) выполнить эскиз отливки с обозначением размеров припусков,
уклонов, усадки металла и стержней;

в) выполнить эскиз модели с указанием габаритных размеров;

г) начертить эскиз стержневого ящика без указания размеров;

д) привести эскиз собранной литейной формы в разрезе с указанием её элементов;

е) дать краткое описание последовательных операций по изготовлению литейной формы и отливки.



Вариант 11. Переходник Чугун СЧ 10

6 Методические указания по выполнению контрольной работы

**6.1 Основные положения**

Сущность литейного производства заключается в получении от­ливок - литых металлических изделий путём заливки расплавленного металла в специальную литейную форму, в которой он, остывая, за­твердевает и сохраняет её очертания.

Для изготовления литейной формы применяют большое число различных приспособлений, которые называют литейной оснасткой. В её состав входят модели, стержневые ящики, опоки, подмодельные плиты и др.

*Модели -* приспособления, при помощи которых в формовочной смеси получают отпечатки полости, соответствующие наружной кон­фигурации отливки. Отверстия и полости внутри отливки, а также иные сложные контуры образуют при помощи стержней, устанавли­ваемых в формы при их сборке.

Размеры модели делают больше, чем соответствующие размеры отливки на величину линейной усадки сплава. Если отливки подвер­гаются механической обработке, то в соответствующих размерах модели учитывают размер припусков - слоя металла, удаляемого при механической обработке. Он зависит от размеров отливки и вида сплава. Припуск на верхние поверхности отливки должен быть больше, чем на нижние и боковые поверхности, так как наверху скапливаются шлаки, частички формовочной смеси и газовые включения.

Отверстия небольших размеров, полученные литьем, трудно очи­стить от спёкшейся внутри стержневой смеси, которая отрицательно влияет на стойкость режущего инструмента при последующей меха­нической обработке. Поэтому литьём следует выполнять отверстия, диаметр которых превышает 25...30 мм.

Чтобы легче удалить модель из формы, поверхности её, располо­женные параллельно направлению движения при извлечении из фор­мы, выполняют с формовочными уклонами, зависящими от высоты отливки до линии разъема. Без уклонов при извлечении модели может быть разрушение формы и осыпание формовочной смеси.

Для получения в форме отпечатков знаковых частей стержней, ко­торыми стержень крепится в форме, модель имеет знаки - выступаю­щие части. Сопряжение стенок в отливках должны быть плавными, без острых углов. Скругление внутренних углов называется галтелью, наружных - закруглением.

Модели делают из древесины, металлических сплавов и пластмасс. Деревянные модели изготавливают из плотной хорошо просушенной древесины (сосна, ясень, бук и др.). Для предотвращения коробления модель делают не из целого куска древесины, а склеивают из отдель­ных брусочков так, чтобы направление волокон было различным. Преимущество деревянных моделей - дешевизна, простота изготовле­ния, небольшая масса; основной недостаток - недолговечность.

Во избежание деформирования модели во влажных формовочных смесях и для лучшей вытяжки из формы деревянные модели окраши­вают модельным лаком; для чугунных отливок принят красный цвет, для стальных - синий, для цветных - желтый.

Металлические модели имеют значительно большую долговеч­ность, высокую точность и чистую рабочую поверхность. Такие моде­ли чаще всего делают из алюминиевых сплавов, которые имеют ма­лую плотность, не окисляются, хорошо обрабатываются резанием.

Модели из пластмасс устойчивы к действию влаги, не подверга­ются короблению, имеют небольшую массу. Перспективным является применение моделей из вспененного полистирола, газифицирующегося при заливке металла, и их не надо вынимать из формы перед заливкой.

*Стержневые ящики* служат для изготовления стержней и должны обеспечивать равномерное уплотнение смеси и быстрое извлечение стержня. Как и модели, они имеют уклоны; при назначении размеров ящика учитывают усадку сплава и припуск на обработку. Стержневые ящики делают из тех же материалов, что и модели, а по конструкции -неразъёмными (вытряхными) и разъёмными.

*Опоки -* прочные металлические рамы различной формы, предна­значены для изготовления литейных полуформ из формовочных сме­сей. Их изготовляют из серого чугуна, стали, алюминиевых сплавов, и могут быть литыми, сварными или сборными из отдельных литых частей. Стенки опоки часто делают с отверстиями для уменьшения их массы, удаления газов из формы и для лучшего скрепления формовоч­ной смеси с опокой. Соединяют опоки штырями и центрирующими отверстиями в приливах. Для скрепления опок применяют скобы или другие приспособления.

**Формовочные и стержневые смеси**

В литейном производстве наиболее распространено получение от­ливок в разовых формах, изготовленных из песчано-глинистых и дру­гих смесей. Разовая форма пригодна для получения только одной от­ливки. При выемке (выбивке) готовой детали форму разрушают.

Формовочные и стержневые смеси должны обладать определен­ными механическими, технологическими и теплофизическими свой­ствами, основными из которых являются: прочность, поверхностная прочность, пластичность, податливость, непригораемость, газопрони­цаемость и др.

*Прочность -* способность смеси обеспечивать сохранность формы (стержня) без разрушения при её изготовлении и использовании. Формы не должны разрушаться от толчков при сборке и транспорти­ровке, выдерживать давление заливаемого металла.

*Поверхностная прочность (осыпаемость)* - сопротивление исти­рающему воздействию струи металла. Если она недостаточна, то про­исходит отделение частиц формовочной смеси, которые попадают в отливку.

*Пластичность* - способность смеси воспринимать очертания мо­дели (стержневого ящика) и сохранять полученную форму.

*Податливость -* способность смеси сокращаться в объёме под действием усадки металла. При недостаточной податливости в отлив­ке возникают напряжения, которые могут привести к образованию трещин.

*Непригораемость -* способность смеси выдерживать высокую температуру заливаемого сплава без оплавления и химического с ним взаимодействия. Плёнки пригара ухудшают качество поверхности и затрудняют последующую обработку. При оплавлении смеси резко снижается её газопроницаемость.

*Газопроницаемость -* способность пропускать газы через стенки формы вследствие пористости. В расплавленном металле всегда со­держатся растворённые газы, выделяющиеся при его охлаждении и за­твердевании. Большое количество водяных паров и газов выделяется также из самих формовочных материалов при их нагревании. При не­достаточной газопроницаемости в теле отливки могут образоваться газовые пузыри - раковины.

Для приготовления формовочных и стержневых смесей использу­ют как природные, так и искусственные материалы.

Песок - основной исходный материал смесей. Наиболее часто применяют кварцевый песок, в основном состоящий из кремнезема, обладающего высокой прочностью, твёрдостью, огнеупорностью (tпл =1713 °С). Мелкозернистые пески используют для мелкого литья, что обеспечивает получение гладкой поверхности отливок. Для круп­ных отливок применяют крупнозернистые пески, обеспечивающие бо­лее высокую газопроницаемость формовочной смеси.

Реже для формовочных смесей применяют цирконовый песок (tпл = 2000 °С), хромит (хромистый железняк tплl= 1850 °С) и некоторые другие материалы. Они превосходят кварцевый песок по термохими­ческой устойчивости, теплопроводности, но они более дорогие их ис­пользуют в особо ответственных случаях, например, для получения крупных стальных отливок с чистой поверхностью.

Глина - второй основной исходный материал в формовочных сме­сях. Она является связующим веществом, обеспечивающим их проч­ность и пластичность. На практике наиболее широко используют каолинитовые или бентонитовые глины. При наличии влаги на поверхно­сти глинистых частиц образуются гидратные оболочки из молекул во­ды, которые обеспечивают сцепление частиц и вместе с тем лёгкое скольжение между ними. Чем больше глина удерживает на поверхно­сти воды, тем выше её связующая способность, а также и пластич­ность формовочной смеси. При нагревании (сушке) по мере удаления влаги прочность смеси возрастает.

Кроме глины в качестве связующих веществ в формовочные, а особенно стержневые смеси, вводят жидкое стекло, синтетические смолы, декстрин, сульфитно-спиртовую барду и др. Их вводят в состав смеси в количестве 1...3%, но они значительно сокращают продолжи­тельность затвердевания.

Для улучшения свойств песчано-глинистых смесей в них вводят добавки. В качестве противопригарных материалов для стального литья используют пылевидный кварц (маршалит), хромистый железняк, для чугунного и цветного литья – каменноугольную пыль, мазут. С целью увеличения податливости и газопроницаемости литейных форм в сме­си добавляют древесные опилки.

По характеру использования формовочные смеси подразделяются на облицовочные, наполнительные и единые, а по состоянию литей­ной формы при её изготовлении и перед заливкой - на сырые и сухие.

Состав формовочной смеси выбирается в зависимости от литейно­го сплава с учётом его температуры плавления и усадки, а также мас­сы, размеров и конфигурации отливки.

Для предотвращения пригара и улучшения чистоты поверхности отливок формы и стержни покрывают тонким слоем противопригар­ных материалов. Для сырых форм применяют припылы.

В формах для чугунных отливок используют порошкообразную смесь оксида магния, древесного угля и бентонита, порошкообразный графит. В формах для стальных отливок применяют порошкообраз­ную смесь оксида магния и огнеупорной глины, пылевидный кварц, циркон и другие материалы. Для сухих форм применяют противопри­гарные краски, водные суспензии этих материалов с добавками свя­зующих.

 **Литниковые системы**

Литейную форму заливают металлом через литниковую систему, под которой понимают совокупность каналов и резервуаров, по кото­рым расплав поступает из ковша в полость формы. Литниковая систе­ма должна обеспечивать непрерывное поступление металла в форму, питание отливки для компенсации усадки, предотвращать разрушение формы, попадание шлака и воздуха со струёй расплава.

Основными элементами литниковой системы являются литниковая чаша, стояк, шлакоуловитель, питатели (рис. 1.1). Чаша уменьшает размывающее действие струи расплава, задерживает всплывающий шлак. Для лучшего задержания шлаковых включений в литниковые чаши или другие элементы литниковой системы иногда устанавлива­ют фильтры (например, керамические сетки, либо фильтры из специ­альной стеклоткани).

Стояк представляет собой вертикальный конический, обычно су­живающийся к низу канал круглого сечения, по которому металл из литниковой чаши или воронки попадает в шлакоуловитель.

Шлакоуловитель служит для задержания попавших в металл шла­ка и других включений и представляет собой горизонтальный канал, обычно трапециевидного сечения, располагающийся в верхней полу­форме.

Питатели представляют собой каналы прямоугольного или трапе­циевидного сечения, которые примыкают к нижней части шлакоулови­теля и предназначаются для подвода металла непосредственно в по­лость формы. Их располагают в нижней полуформе на некотором рас­стоянии от стояка и концов шлакоуловителя, так как в противном слу­чае в них, а следовательно, и в полость формы, может попасть шлак. Для лучшего задержания шлака в литниковой системе выдерживается следующее соотношение размера сечения стояка, шлакоуловителя и питателей: FCT> *Fшл>* FnHT.

Над самым высоким местом полости формы, на стороне, противо­положной месту подвода в неё металла, делают выпоры - каналы для выхода из формы воздуха и газов и всплывающих неметаллических включений. Они содействуют нормальной усадке застывающего спла­ва и позволяют контролировать полноту заполнения формы металлом.

При изготовлении отливок из стали у наиболее массивных частей делают прибыли - наполненные жидким металлом полости, предна­значенные для предупреждения образования в отливках усадочных ра­ковин и рыхлот. Они должны всё время пополнять затвердевающую отливку жидким металлом и сами затвердевают последними.

В зависимости от формы, размера отливки, состава и свойств ли­тейного сплава применяются верхняя, нижняя (сифонная) и ярусная литниковые системы. Верхняя система наиболее проста, её применяют для мелких деталей небольшой высоты.

С увеличением высоты про­исходит размывание формы струёй металла, разбрызгивание и окис­ление его, увеличивается количество неметаллических включений в теле отливки.

Нижнюю систему применяют для средних и толстостенных отли­вок значительной высоты. Она обеспечивает спокойное заполнение формы металлом, но она более сложна.



Рисунок 1.1 – Элементы литниковой системы:

1 - литниковая чаша; 2 - стояк; 3 - шлакоуловитель; 4 - питатели; 5,6 - чаша

и стояк выпоров (прибылей); 7 - фильтр из специальной стеклоткани

Ярусная система обеспечивает последовательное питание отливки снизу вверх, и её применяют для крупных отливок. Недостатки ярус­ной системы - сложность в изготовлении и значительный расход ме­талла на литники.

**6.2 Порядок выполнения работы**

**6.2.1 Изготовление чертежа отливки, модели, стержневого ящика**

Основой для разработки технологического процесса изготовления отливки является чертёж детали. На чертеж детали в соответствии с ГОСТ 3.1125-88 наносят технологические указания, необходимые для изготовления модельного комплекта, формы и стержня.

На рис. 1.2 в качестве примера приведены эскизы стальной (а) и чугунной (б) деталей. Поверхности деталей, подвергающиеся механи­ческой обработке, условно обозначаются знаком  Остальные по­верхности механической обработке не подлежат, на что указывает знак в правом углу эскиза.

При разработке эскиза отливки с модельно-литейными указаниями на эскиз детали условно наносят (рис. 1.3):

1. Разъем модели и формы (1), ее показывают отрезком или ломаной штрих- пунктирной линией, заканчивающейся знаком х х , над которым указывается буквенное обозначение разъёма МФ. На­правление разъёма показывается сплошной основной линией, ограни­ченной стрелками и перпендикулярной линии разъёма. Положение от­ливки в форме при заливке обозначается буквами В (верх) и Н (низ). Буквы проставляются у стрелок, показывающих направление разъёма.

При выборе плоскости разъёма наиболее ответственные поверхно­сти отливки целесообразно располагать в нижней части формы или вертикально, так как в верхней части отливки скапливаются дефекты -газовые раковины и шлаковые включения. Плоскость разъёма выби­рают с учётом удобства формовки и извлечения модели из формы. Кроме того желательно, чтобы отливка или, по крайне мере, её базо­вые поверхности для механической обработки были расположены в одной полуформе.



Рисунок 1.3 – Эскизы отливок: а) стальной б) чугунной; 1 - разъём модели; 2 - припуск на механическую обра­ботку; 3 - стержень; 4 - формовочные уклоны; 5 - необрабатываемые отверстия

2. Припуски на механическую обработку (2), их обозначают сплошными тонкими линиями у поверхностей, где указан знак обра­ботки  (допускается выполнять линию припуска красным каранда­шом). Величины припусков определены ГОСТ 26645-85 и выбираются по классу точности в зависимо­сти от способа литья, материала отливки, положения обрабатываемой поверхности при заливке (верх, низ, бок), наибольшего габаритного и номинального размера отливки (табл. 1.1, 1.2). Под номинальным раз­мером отливки подразумевается расстояние между двумя противопо­ложными обрабатываемыми поверхностями или расстояние от устано­вочной базовой поверхности до обрабатываемой.

1. Отверстия, впадины, выемки, не выполняемые при литье, зачёр­кивают сплошными тонкими линиями (5), которые допускается вы­полнять красным карандашом.
2. Контуры стержня со стержневыми знаками (3) изображаются сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять синим цве­том. Стержни в разрезе штрихуются только у контура. Размеры знаков стержней и зазоры между знаками стержней и модели принимаются по ГОСТ 3606-92.

Т а б л и ц а 1.1 – Припуски на механическую обработку отливок из серого чугуна при единичном производстве в мм

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наибольшийгабаритныйразмер детали,мм | Положение поверхности при заливке | Номинальный размер в мм |
| До 50 | 51...120 | 121...260 | 261...500 |
| До 120 | верх | 3,5 | 4,5 |  |  |
| низ, бок | 2,5 | 3,5 |  |  |
| 121...260 | верх | 4,0 | 5,0 | 5,5 |  |
| низ, бок | 3,0 | 4,0 | 4,5 |  |
| 261...500 | верх | 4,5 | 6,0 | 7,0 | 7,0 |
| низ, бок | 3,5 | 4,5 | 5,0 | 6,0 |
| 501...800 | верх | 5,0 | 7,0 | 7,0 | 8,0 |
| низ, бок | 4,0 | 5,0 | 5,0 | 6,0 |

Т а б л и ц а 1.2 – Припуски на механическую обработку фасонных отливок из стали при единичном производстве в мм

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наибольшийгабаритныйразмер детали,мм | Положение поверхности при заливке | Номинальный размер в мм |
| До 120 | 121...260 | 261...500 | 501...800 |
| До 120 | верх | 5 |  |  |  |
| низ, бок | 4 |  |  |  |
| 121...260 | верх | 5 | 6 |  |  |
| низ, бок | 4 | 5 |  |  |
| 261...500 | верх | 6 | 8 | 9 |  |
| низ, бок | 5 | 6 | 6 |  |
| 501...800 | верх | 7 | 8 | 10 | 11 |
| низ, бок | 5 | 6 | 7 | 7 |
| 801...1250 | верх | 9 | 10 | 11 | 12 |
| низ, бок | 6 | 7 | 8 | 8 |

5. Формовочные уклоны (4) на вертикальных стенках обозначают­ся тонкими линиями и выбираются в зависимости от высоты отливки, от плоскости разъёма ГОСТ 3212-92. Рекомендуемые уклоны представлены в таблице 1.3.

Т а б л и ц а 1.3 – Формовочные уклоны на отливках

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Высота отливки от плоскости разъёма | Величина уклона | Высота отливки от плоскости разъёма | Величина уклона |
| мм | град. | мм | мм | град. | мм |
| До 20 | 3° | 1,0 | 201...300 | 0°30' | 2,5 |
| 21...50 | 1о 30' | 1,3 | 301...800 | 0°30' | 4,5 |
| 51...100 | 1° | 1,5 | 801...2000 | 0°20' | 9,0 |
| 101...200 | 0°45' | 2,0 | св. 2000 | 0°15' | 11,0 |

Помимо этих обозначений указывается процент усадки сплава, из которого изготовляют отливку, наносятся литниковая система, при­были, выпоры, которые на рассматриваемом эскизе для простоты не указаны.

На рисунке 1.3 приведены эскизы отливки с модельно-литейными указаниями. Для этой отливки используется горизонталь­ный стержень, имеющий цилиндрические стержневые знаки в отличие от вертикального стержня, у которого стержневые знаки конусные ГОСТ 3212-92.



6. По эскизам отливок выполняются эскизы моделей (рис. 1.4). Модели имеют стержневые знаки (они закрашены чёрным цветом), формовочные уклоны для вертикального стержня и радиусы закругле­ний в местах перехода стенок (г). Размеры моделей выполняют с учётом размеров детали, припусков на механическую обработку, формовочных уклонов и усадки сплава, которую выбирают по табл. 1.4.

 а) б)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Литейный сплав | Линейная усадка, %**%** |
| 1. | Чугун серый |  |
| мелкие отливки (не более 100 кг) | 1...1,25 |
| средние отливки (100...500 кг) | 0,75... 1,00 |
| крупные отливки (более 500 кг) | 0,5...0,75 |
| 2. | Чугун ковкий | 1,5...1,75 |
| 3. | Сталь углеродистая |  |
| мелкие отливки (не более 100кг) | 1,8...2,2 |
| средние отливки (100.. .500 кг) | 1,6...2,0 |
| крупные отливки (более 500 кг) | 1,4...1,8 |
| 4. | Бронзы | 1,0...1,8 |
| 5. | Латуни | 1,0...2,0 |
| 6. | Алюминиевые сплавы | 1,0...1,25 |
|  |

Рисунок 1.4 – Эскизы моделей

Т а б л и ц а 1.4 – Линейная усадка литейных сплавов

1. Для изготовления стержней служат стержневые ящики - разъ­ёмные либо неразъёмные. На рисунке 1.5 приведены эскизы стержневых ящиков для вертикального (а) и горизонтального (б) стержня.
2. Эскизы собранных литейных форм для чугунной (а) и стальной (б) отливок даны на рисунке 1.6. В форме для чугунного литья имеются шлакоуловитель и выпоры, а в форме для стального литья шлакоуло­витель отсутствует, а для компенсации большой усадки стали и преду­преждения усадочных раковин предусмотрены прибыли.
3. На рисунке 1.7 приведены эскизы готовых чугунной (а) и стальной (б) отливок с литниковой системой.



 а) б)

 Рисунок 1.5 – Эскизы стержневых ящиков: а – для вертикального стержня; б – для горизонтального стержня

**6.2.2 Технология изготовления литейной формы и подготовка ее под заливку**

Ручную формовку в опоках по разъёмной модели для изготовления отливки в разовой песчано-глинистой форме осуществляют в следую­щей последовательности:

*Изготовление нижней полуформы.* Нижнюю половину модели, не имеющую центрирующих шипов, ставят плоскостью разъёма на под-модельную доску и устанавливают опоку. Поверхность модели и дос­ки посыпают разделительным составом для уменьшения прилипания смеси к оснастке (сухой кварцевый песок, порошок талька или графи­та). На модель наносят слой облицовочной смеси толщиной 20...30 мм, уплотняют её руками вокруг всей модели. Затем заполняют остальной объём опоки наполнительной смесью и уплотняют её трамбовкой сна­чала у стенок опоки, а затем в средней части. Излишек смеси срезают линейкой. В формовочной смеси на расстоянии 40...50 мм друг от друга и на 10... 15 мм от модели душником накалывают отверстия для выхода газов. Заформованную опоку покрывают второй подмодельной доской и переворачивают на 180°.



 а)



 **б)**

Рисунок 1.6 – Эскизы собранных литейных форм: 1 - полость формы; 2 - стержень; 3 - нижняя опока; 4 - верхняя опока; 5 - выпор; 6 - чаша; 7 - стояк; 8 - шлакоуловитель; 9 - питатели; 10 - формовочная смесь

*Изготовление верхней полуформы.* На нижнюю половину модели по центрирующим шипам устанавливают верхнюю половину модели, модели шлакоуловителя, стояка и выпоров. Поверхность разъёма фор­мы посыпают тонким слоем сухого кварцевого песка для того, чтобы формовочная смесь в верхней опоке не прилипала к смеси в нижней опоке. Верхнюю опоку устанавливают по центрирующим штырям на нижнюю. Наполняют её формовочными смесями также, как и ниж­нюю. После уплотнения смеси вокруг стояка гладилкой прорезают литниковую чашу.





 а) б)

Рис. 1.7. Эскизы готовых отливок с литниковой системой: а - отливка из чугуна; б - отливка из стали

*Извлечение моделей.* Модели стояка и выпоров раскачивают и уда­ляют из верхней полуформы. Верхнюю опоку снимают и поворачива­ют на 180° разъёмом вверх. В плоскости разъёма нижней полуформы гладилкой прорезают питатели. Из полуформ после лёгкого раскачи­вания удаляют половины моделей и модель шлакоуловителя. Устраня­ют возможные дефекты формы, возникшие при извлечении моделей, обдувают обе полуформы сухим сжатым воздухом для удаления воз­можного засора. Поверхность полуформ припыливают молотым дре­весным углём или графитом.

*Сборка литейной формы.* В нижнюю полуформу, если требуется, устанавливают стержень и накрывают её верхней полуформой. Полу­формы фиксируют штырями или скобами и на верхнюю полуформу устанавливают груз для предотвращения ухода жидкого металла через разъём формы во время заливки. Производится заливка металла в форму до тех пор, пока он, поднимаясь снизу, не заполнит до верха выпоры.