# 2. Разработка конструкции детали и технология производства отливки

**Исходные данные:** Деталь «Серьга» (рисунок 2.1) представляет собой тело соединения и имеет форму вилки. Основными функциональными элементами является цилиндрическое отверстие диаметром Ø64 мм, а также паз шириной 24 мм и глубиной 66 мм для шарнирного соединения с сопрягаемыми деталями. Габаритные размеры заданной детали 188х96х60 мм. Деталь испытывает при работе статические нагрузки. Особых требований по надежности к заданной детали не предъявляется.

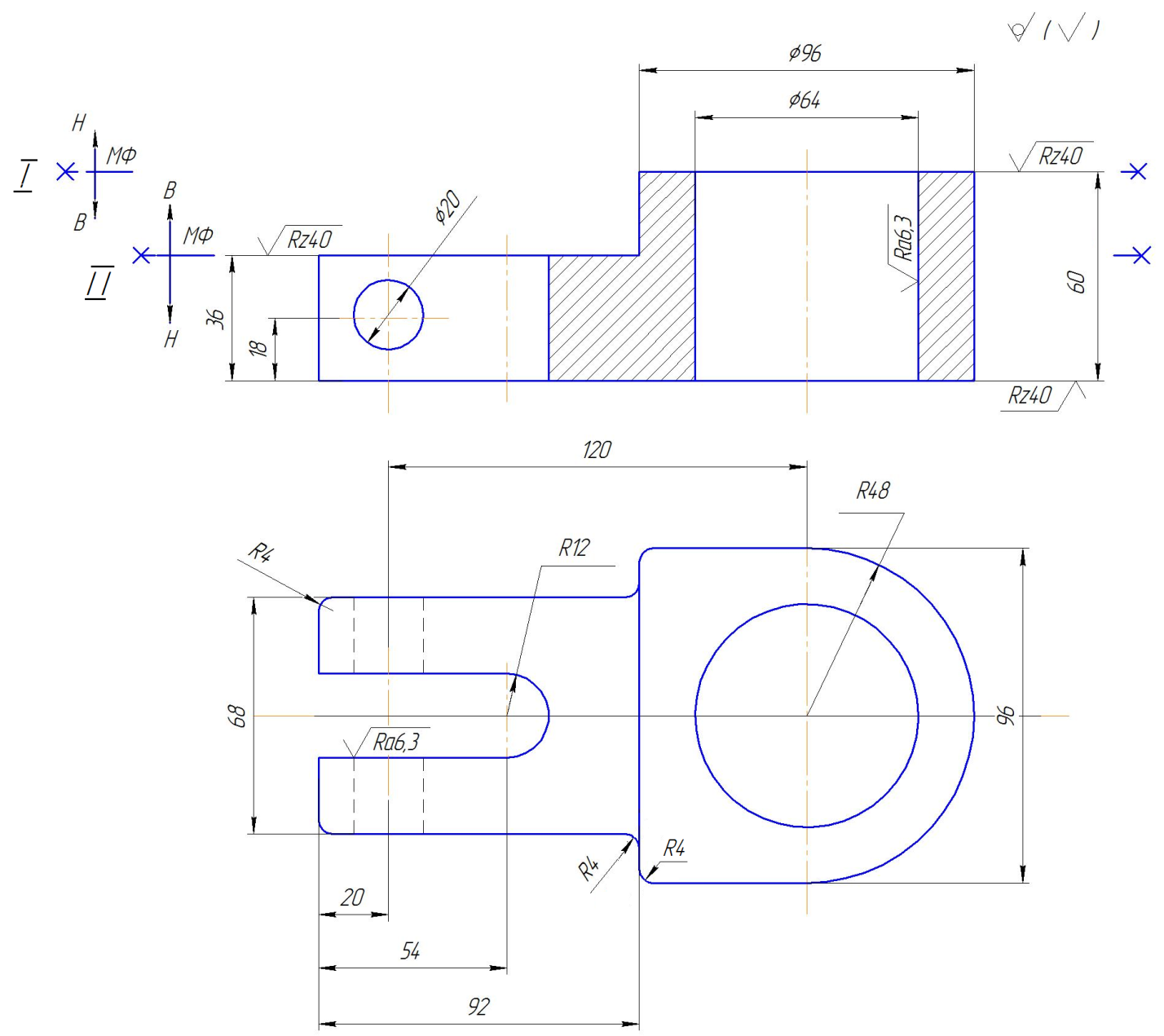


Рисунок 2.1 – Деталь «Серьга»

Характер производства – мелкосерийный. Заготовку для такой детали можно получить ковкой, литьем, сваркой или взять цельный прокат. Применение ковки не оправдано, так как в данном случае нет особых требований к надежности и прочности детали. Сварная конструкция катка нецелесообразна, так как потребует дополнительную подготовку кромок сварных швов, а также большого объема механической обработки заготовки. При изготовлении серьги из цельного проката также необходим значительный объем механической обработки. При этом из-за большого объема стружки коэффициент использования металла будет очень низким. Анализируя все приведенные факторы, приходим к выводу, что оптимальным вариантом получения заготовки будет отливка. Себестоимость получения такой заготовки будет значительно ниже, чем остальные.

**1. Выбор способа получения отливки.** Деталь «Серьга» имеет достаточно простую конструкцию. Согласно ГОСТ 977-88 «Отливки стальные. Общие технические условия» заготовка детали относится ко 2 группе - отливки ответственного назначения, работающие при статических нагрузках.

По габаритным размерам и массе отливка – мелкая, по форме имеет простую геометрическую форму. Применение специальных видов литья в данном случае нецелесообразно, так как характер производства – мелкосерийный. Наиболее рациональный вариант – литье в песчаные формы как наиболее универсальное и дешевое. Формовка – ручная.

**2. Выбор сплава и его характеристика.** Исходя из заданных условий работы (незначительные статические нагрузки) принимаем сталь 35Л ГОСТ 977-88.

Химический состав % и механические свойства стали 35Л

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| С | Mn | Si | P | S | σв, МПа | σ0,2, МПа | δ , %, | KCU, кДж/м2. |
| 0,32-0,40 | 0,45-0,9 | 0,2-0,52 | 0,04 | 0,04 | 490 | 275 | 15 | 343 |

Сочетание высокой прочности и пластичности обеспечит работоспособность детали при статических нагрузках. Отливка должна относиться ко второй группе, а в технических требованиях на чертеже необходимо записать: Отливка 2-й группы ГОСТ 977-88.

**3. Выбор положения отливки в форме.**

Разработка литейной технологии начинается с выбора положения отливки в форме, при котором после заливки форм происходят процессы кристаллизации металлов, обеспечивающие получение плотной и однородной отливки. Выбор правильного расположения отливки в форме имеет принципиальное значение, так как оказывает решающее влияние на качество будущей отливки, предопределяет разъем формы и модели и весь технологический процесс формовки.

Правильный выбор расположения отливки в форме должен обеспечивать спокойное заполнение формы металлом, исключать разрушения отдельных участков формы и стержней, способствовать направленному затвердеванию. Положение разъема формы при заливке должно быть горизонтальным; предпочтительной является одна плоская поверхность разъема.

При проектировании литейной технологии для заданной детали возможны несколько вариантов положения отливки в форме и разъемов формы (рисунок 1, варианты I и II).

Плоскость разъёма выбираем с учётом удобства формовки и извлечения модели из формы.

Для получения отливки детали принимаем вариант I , располагая ее в нижней полуформе. При таком выборе расположения отливки имеем следующие преимущества:

- вся отливка расположена в одной полуформе, поэтому исключается возможность сдвигов и перекосов полуформ, что влияет на размерную точность отливки;

- уменьшается вероятность ухода металла по разъему формы;

- базовая поверхность отливки и поверхности, подвергаемые механической обработке расположены в одной полуформе;

- применяется неразъемная модель, что удешевляет производство модельного комплекта;

Вариант I гарантирует оптимальное расположение отливки, так как при этом форма будет с одним разъемом, а вся отливка будет находиться в нижней полуформе.

**4. Анализ технологичности детали.**

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Конструктивные элементы отливки | Наличие | Действие (выбрать нужное действие) |
| **1. Внешние очертания отливки** | |  |
| 1.1. Наличие наружных выступающих частей (проверка на технологичность методом теневого рельефа) | Отсутствует | - |
| 1.2. Наличие обширных горизонтальных поверхностей | Имеются | Горизонтальную поверхность располагаем в нижней части формы |
| 1.3. Литейные уклоны | Отсутствуют | Ввиду малости размеров детали выполнять литейные уклоны на наружных вертикальных плоскостях выполнять нецелесообразно. |
| 1.4. Механическое торможение (наличие двухсторонних фланцев или выступов) | Отсутствует | - |
| 1.5. Коробление отливки | Допустимо | - |
| **2. Механическая обработка** | |  |
| 2.1. Наличие обработки | Имеется | Предусмотрено фрезерование двух плоскостей Rz40, фрезерование паза B=24 мм и растачивание отверстия Ø64 мм с параметром шероховатости Ra6,3. |
| 2.2. Сплошные опорные поверхности | Отсутствуют | - |
| **3. Внутренние полости** | |  |
| 3.1. Наличие замкнутой внутренней полости | Отсутствует | - |
| 3.2. Возможность изготовления полости с помощью выступающих частей формы (болванов) | Отсутствует | - |
| 3.3. Надежное крепление стержня в форме (наличие двух выходных отверстий или окон) | Имеется | - |
| 3.4. Ограничения по диаметру стержня | Отсутствует | - |
| 3.5. Механическое торможение (наличие двухсторонних выступов, узких глубоких канавок) | Отсутствует | - |
| 3.6. Наличие выходных отверстий прямоугольной формы | Отсутствует | - |
| **4. Толщина стенок и их сопряжение** | |  |
| 4.1. Наличие толстых стенок отливки (проверка на критическую толщину) | Отсутствует | - |
| 4.2. Выбор допустимой толщины стенки *t*min |  | 1. Определим минимально допустимую толщину стенки по формуле *t*min по формуле:  *t*min = L/200 + 4 мм =  =60/200 + 4 мм =4,3 мм |
| 4.3. Местные скопления металла (разнотолщинность стенок отливки) | Отсутствуют | - |
| 4.4. Плавные сопряжения стенок | Имеются | - |
| 4.5. Пересечение четырех и более стенок | Отсутствуют | - |
| 10. Сопряжения под острым или прямым углом | Отсутствуют | - |

Деталь не имеет нетехнологических параметров таких как:

- глубокие отверстия (L/d >5);

- отверстия, расположенные под углом к оси и плоскости;

- глухие отверстия с резьбой;

- закрытые с двух сторон пазы.

Толщина стенок и величина радиусов выше допускаемых значений.

Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой, отсутствуют какие-либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов. Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. С учетом вышесказанного какие-либо изменения в конструкции детали производиться не будут.

Механической обработке подлежат следующие поверхности:

- плоские поверхности с параметром шероховатости Rz 40 получаем путем предварительного (снятие литейной корки) и окончательного фрезерования;

- паз шириной В=24 мм на глубину 66 мм с параметром Ra 6,3 мкм получаем предварительным, чистовым и тонким фрезерованием;

- внутренний диаметр Ø64 мм с параметром шероховатости Ra 6,3 мкм получаем черновым, чистовым и тонким растачиванием.

**5. Разработка чертежа детали с элементами литейной формы.**

После анализа технологичности конструкции детали выполняем чертеж с элементами литейной формы: показываем положение отливки в форме, разъемы формы и модели; разъемы формы и модели; припуски на механическую обработку; литейные уклоны; конфигурация стержней; направление каналов для вывода газов; разъемы стержневых ящиков и направление их набивки; элементы литниковой системы и др.

Элементы литейной формы и отливки выполняем в соответствии с ГОСТ 3.1125-88. Назначаем нормы точности отливки. Их приводим в следующем порядке, при этом, ненормируемые показатели точности заменяем нулями:

- класс размерной точности; по табл. А1 назначаем класс точности 9;

- степень коробления;

- степень точности поверхностей; по табл. В1 назначаем класс точности 11;

- класс точности массы.

- допуск смещения отливки.

На чертеже указываем технические требования:

1. Отливка 2-й группы ГОСТ 977-85.

2. Точность отливки 9 – 0 – 11 – 0 ГОСТ Р 53464-2009.

3. Н14; h14; ±IT14/2.

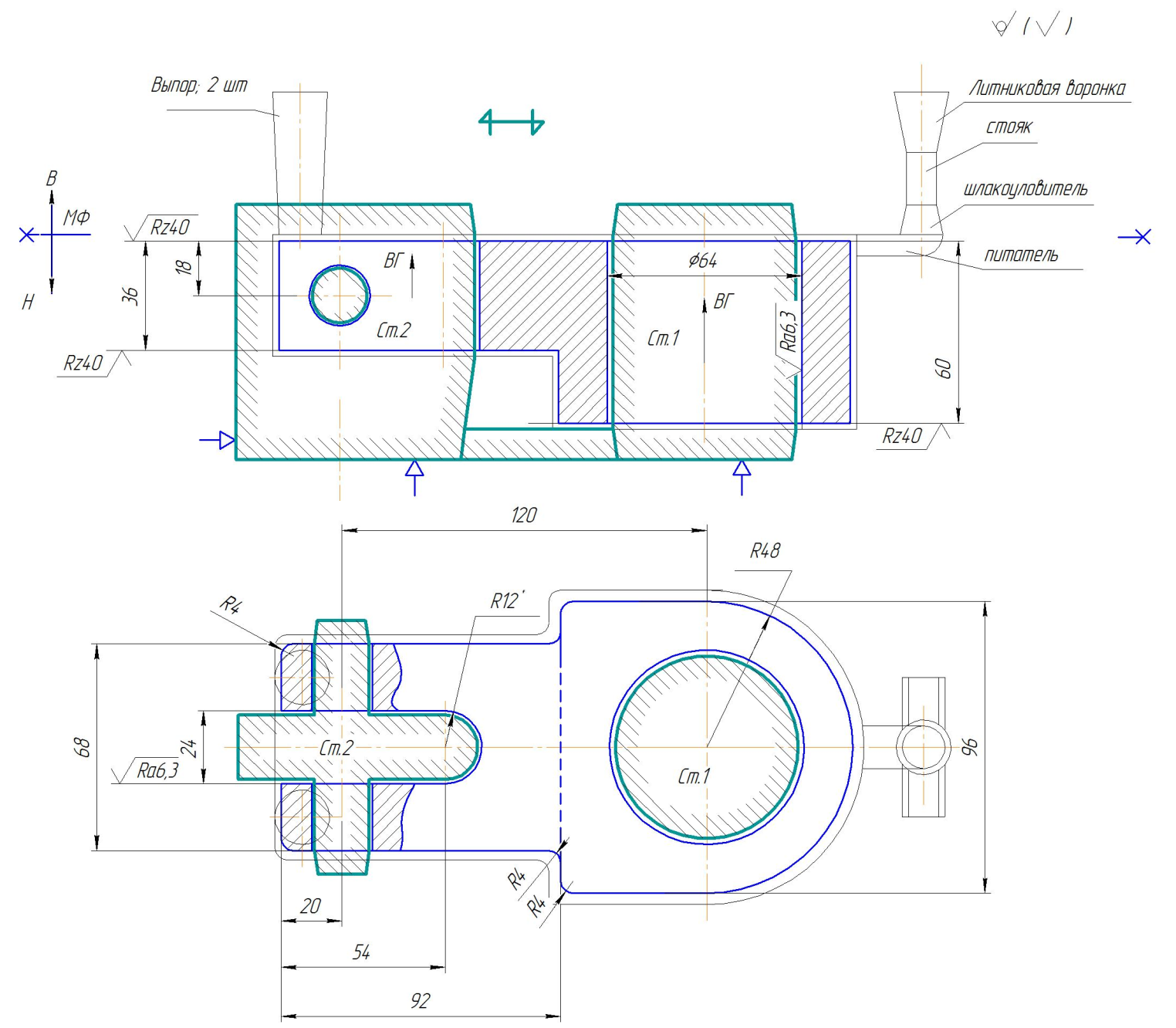


Рисунок 2.2 Чертеж детали «Серьга» с элементами литейной формы

**6. Расчет размеров отливки, модели, стержневых ящиков.**

Для назначения припусков на механическую обработку установлен 9-й класс размерной точности отливки и 11-й класс степени точности поверхностей (отклонения от прямолинейности, плоскостности, параллельности, перпендикулярности заданного профиля) согласно ГОСТ Р 53464-2009. Класс размерной точности определен для способа получения стальных отливок в разовых песчаных формах из низко-влажных (до 2,8 %) высокопрочных смесей (свыше 16 кПа) с высоким и однородным уплотнением до твердости не ниже 90 единиц (табл. А.1). Степень коробления и степень точности массы можно не нормировать, так как для данной детали нет особых требований к этим параметрам точности.

Расчет размеров отливки, модели и стержневых ящиков изображаем в табличной форме (табл. 3). Размеры детали записываем в порядке убывания и группируем их по базам. Допуски размеров определены по 9-му классу точности. Так как допуски формы и расположения обработанных поверхностей детали не нормированы, их суммарное значение принимают равным 50 % допуска размера от базы до обработанной поверхности детали.

Допуски линейных размеров отливок в соответствии с 9 классом точности определяем по таблице 1 ГОСТ Р 53464-2009. Общие допуски Δобщ элементов поверхности отливок, учитывающие совместное влияние допуска размера от поверхности до базы, допусков формы и расположения поверхностей, определены по табл. И1 приложения И ГОСТ Р 53464-2009.

Для нижних и боковых поверхностей отливки припуски на механическую обработку назначаем по 9-му ряду.

Значения припусков Zобщ, соответствуют чистовой механической обработке при среднем уровне точности обработки по табл. 6 и приложению Ж ГОСТ Р 53464-2009). По таблице Е1 для 11 степени точности поверхности ряд припусков находится в интервале 4 – 7. По таблице 5 минимальный литейный припуск для 7 ряда припусков равен 0,8 мм.

На чертеже детали с элементами литейной формы (рис. 2.2) приведены припуски на механическую обработку и предельные отклонения размеров необрабатываемых поверхностей.

Таблица 3

Сводная таблица размеров детали, отливки, модели

и стержневых ящиков, мм

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер  детали | Допуск линейных размеров, Δ | Допуск формы и расположения | Общий допуск, Δобщ | Припуск на механическую обработку, Zобщ | Размер  отливки | Припуск на усадку | Размер  модели | Размер стержневого ящика |
| 36 | 1,8 | 0,9 | 2,4 | +3,6 +3,6 | 43,2±1 | 0,9 | 44,1 |  |
| 60 | 2,0 | 1,0 | 2,4 | +3,6 +3,6 | 67,2±1 | 1,3 | 68,5 |  |
| 92 | 2,2 | - |  | - | 92±1,1 | 1,8 | 94 |  |
| 68 | 2,2 | - |  | - | 68±1,1 | 1,4 | 69,4 |  |
| 24 | 1,6 | 0,8 | 1,8 | -3,0  -3,0 | 18±1 | 0,4 |  | 18,4 |
| 96 | 2,2 | - |  |  | 96±1,1 | 2 | 98 |  |
| Ø64 | 2,2 | 1,1 | 2,8 | -4,1  -4,1 | Ø55,8±1 | 1,1 |  | Ø57 |
| Ø20 | 1,6 | - |  |  | Ø20±0,8 | 0,4 |  | Ø19,6 |

**7. Разработка конструкции стержневых ящиков.**  Деталь «серьга» имеет сквозное отверстие Ø64 мм, паз шириной В=24 мм и два отверстия Ø20 мм. При получении отливки используем два стержня: Ст.1 – для отверстия Ø64 мм и Ст.2 – для паза с отверстиями Ø20 мм. Для удобства сборки стержней знаки обоих стержней устанавливаем на одном уровне.

Стержневой ящик для стержня Ст.2 (рисунок 2.3), выполненный из пиломатериалов хвойных пород состоит из основания 1, на котором установлены с помощью шипов 5 корпус 2, двух пластин 3 и пластина 4. Половинки стержня, получаемые в ящике, после сушки в сушильной печи склеивают между собой, а затем покрывают противопригарной краской.

Толщину стенок ящика назначаем конструктивно.

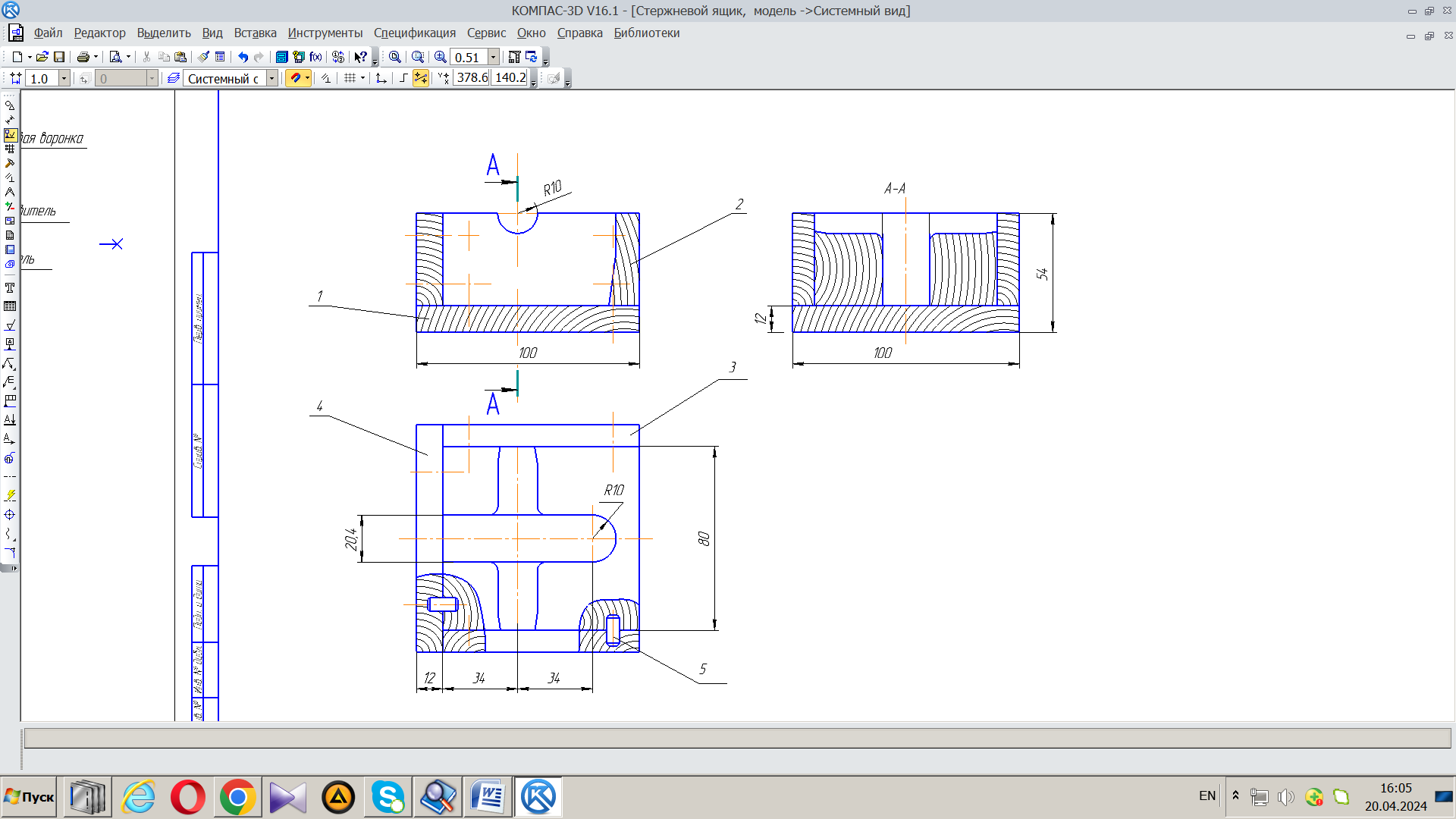


Рисунок 2.3 Стержневой ящик

**8. Проектирование модели.** Модель (рисунок 2.4) состоит из двух частей 1, 2 и знаковой части 3, которая служит для получения в форме установочной лунки под стержни Ст.1 и Ст2. Все части зафиксированы друг с другом шипами 4.

Модель выполнена из хвойных пиломатериалов (доски, бруски). Модель обрабатывают на станках. После обработки модель грунтуют, шпаклюют, зачищают шлифовальной бумагой и окрашивают в серый цвет, а знаковые части – в черный.

Размеры модели определены с учетом линейной усадки сплава.

Знаковые части выполнены с учетом требуемых зазоров (1,3 мм) между формой и знаками стержней. Допуски на размеры соответствуют 6-му классу точности модельного комплекта.

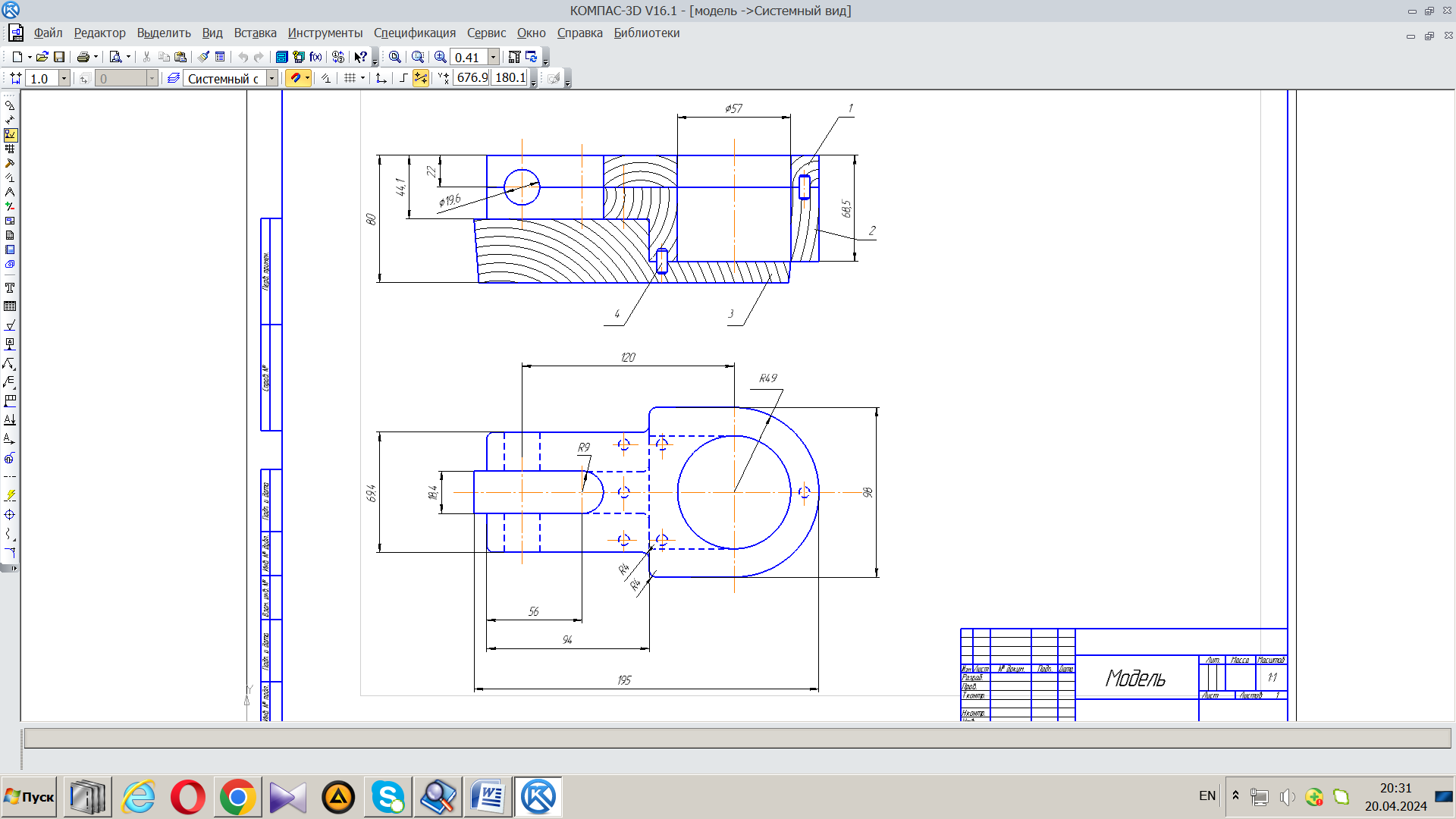


Рисунок 2.4 Модель

**9. Выбор способа подвода металла.**

Литейная форма имеет одну плоскость разъема. Подвод металла лучше осуществляем сверху (сифоном) через один питатель. Холодильники не предусматриваются.

**10. Устройство и последовательность изготовления литейной формы.**

Габариты опок определяют по размерам модели и наименьшей толщине слоя формовочной смеси между стенками опоки и моделью

При изготовлении литейной формы (рисунок 2.4) на модельную плиту устанавливают опоку 1, частично заполняют формовочной смесью и уплотняют трамбовкой. Устанавливают знаковую часть модели, фиксируют модель отливки и модель питателя. Окончательно заполняют формовочной смесью и утрамбовывают. Излишки формовочной смеси срезают рейкой вровень с кромкой опоки. Специальной иглой (душником) делают наколы для улучшения газопроницаемости смеси (сухой молотый песок).

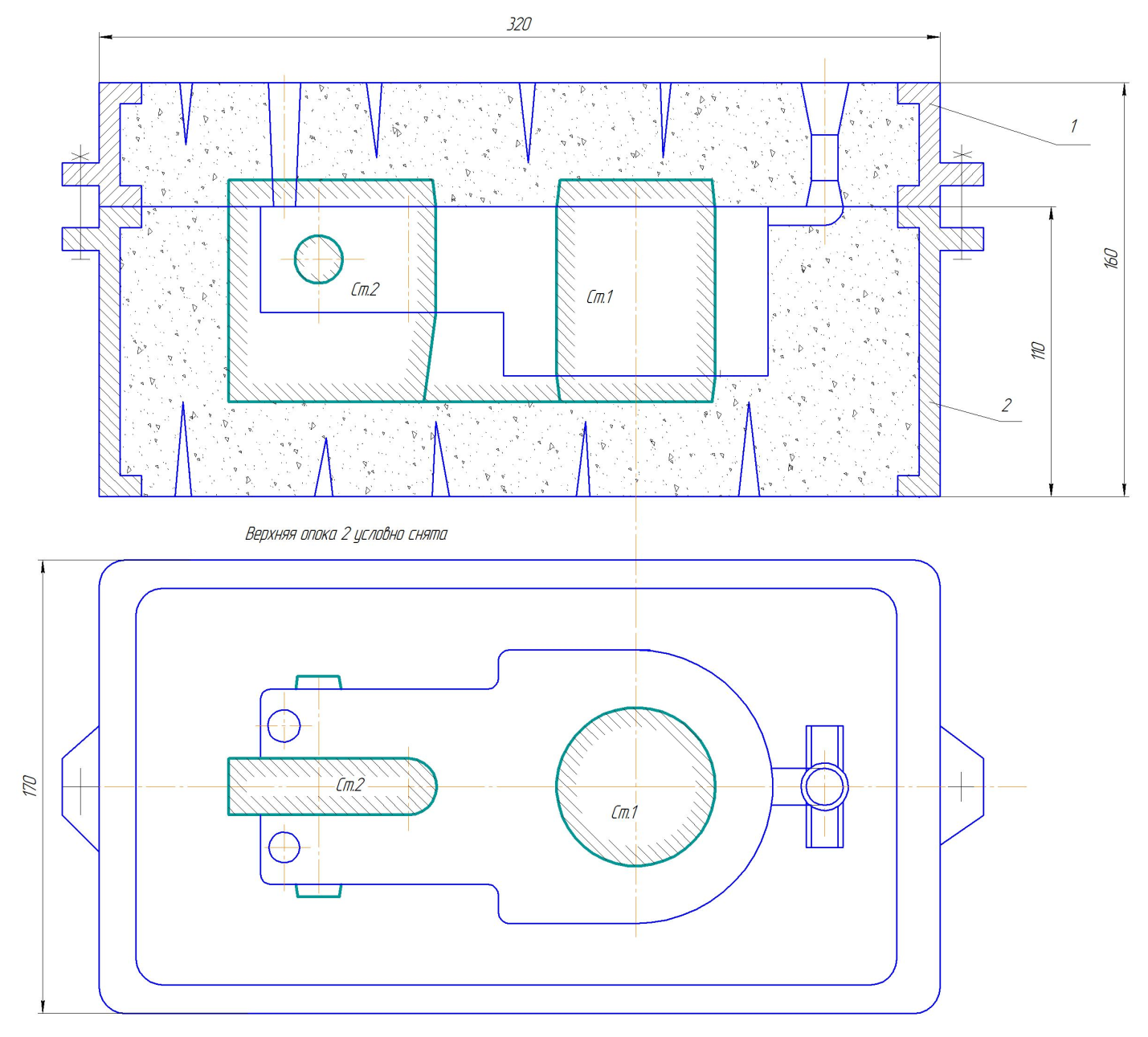


Рисунок 2.5 Форма литейная.

Опоку 2 фиксируют на опоке 1 центрирующими штырями. Плоскость разъема формы присыпают разделительной смесью. Фиксируют модели питателя и стояка, модели шлакоуловителя, заливочной воронки и выпора. Опоку заполняют формовочной смесью, утрамбовывают и выполняют наколы.

Затем опоки разъединяют и извлекают все модели, удаляют знаковую часть модели отливки. Перед сборкой форму очищают от случайно осыпавшейся смеси и покрывают противопригарным составом. При сборке формы в нижнюю опоку 1 устанавливают стержни Ст.1 и Ст.2. После установки и фиксации опок полуформы скрепляют болтами или скобами.

В готовые формы заливают сплав. После охлаждения отливок формы разрушают и производят выбивку песчаных стержней. Для отделения от отливок элементов литниковой системы применяют пневматические зубила, ленточные и дисковые пилы, абразивную и газокислородную резку.

Очистку отливок от пригара, остатков стержней и формовочной смеси производят галтовкой во вращающихся барабанах, в дробеметных и гидроабразивных установках, зачисткой абразивными кругами, в расплавах щелочей (электрохимическая очистка) и т. д.

**Список литературы**

1. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т.1/Под ред. А.М.Дальского, А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова, А.Г.Суслова – 5-изд.- М.: Машиностроение, 2003 г., 912 с.

2. ГОСТ Р 53464-2009 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.

3. ГОСТ 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия.

4. ГОСТ 3.1125-88 Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок.