**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ**

**ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

(КНИТУ-КАИ)

Институт авиации, наземного транспорта и энергетики

Кафедра материаловедения, сварки и производственной безопасности

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине: Технологическое оборудование в производстве, обработке и переработке материалов и покрытий

на тему: Технологический процесс и обоснование применения технологического оборудования для изготовления изделия «Втулка»

Обучающийся 1410 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Лукиных Д.А.

(номер группы) (подпись, дата) (Ф.И.О.)

Руководитель к.т.н., доц. каф. МСиПБ \_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шибаев П. Б.

(должность) (подпись, дата) (Ф.И.О.)

Курсовая работа зачтена с оценкой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

Казань 2022

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation



Kazan National Research Technical

University A.N. Tupolev (KNITU-KAI)

Institute of Aviation, Land Transport and Energy

Department of Materials Science, Welding and Industrial Safety

COURSE PROJECT

on the discipline: Technological equipment in the production, processing and processing of materials and coatings

on the theme: Technological process and justification of the use of technological equipment for the manufacture of the " Sleeve" product»

Completed: student

gr. 1410 Lukinykh D.A.

Checked: Ph.D., assistant professor Shibaev P. B.

Kazan – 2022

Оглавление

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc73281146)

1. АНАЛИЗ ЧЕРТЕЖА-ДЕТАЛИ…………………………………………………..4

[1.1. Назначение детали 4](#_Toc73281147)

[1.2. Характеристика материала 4](#_Toc73281148)

[1.3 Способ литья 6](#_Toc73281149)

[1.4 Тип производства 8](#_Toc73281150)

[2. СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВКИ 9](#_Toc73281151)

[3.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВКИ 15](#_Toc73281152)

[3.1. Выбор положения отливки в форме в период заливки и затвердевания 15](#_Toc73281153)

[3.2. Определение поверхности разъема формы 15](#_Toc73281154)

[3.3. Определение припусков на механическую обработку 15](#_Toc73281155)

[3.4. Определение формовочных уклонов и усадки 15](#_Toc73281156)

[3.5. Определение количества отливок в форме. 16](#_Toc73281157)

[3.6. Выбор типоразмера опок 16](#_Toc73281158)

[5.2 Чертеж отливки 16](#_Toc73281159)

[4. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИТНИКОВО-ПИТАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ 18](#_Toc73281160)

[4.1. Выбор необходимого оборудования и установление технологических параметров и условий получения качественных отливок. 19](#_Toc73281161)

[5. ОЦЕНКА ЭФФЕКТНОСТИ СПОСОБА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВКИ 20](#_Toc73281162)

[6.ЗАКЛЮЧЕНИЕ 21](#_Toc73281163)

[7.СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 22](#_Toc73281164)

[8. ПРИЛОЖЕНИЕ 23](#_Toc73281165)

# ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство — отрасль машиностроения, занимающаяся изготовлением фасонных деталей и заготовок путём заливки расплавленного металла в форму, полость которой имеет конфигурацию требуемой детали.

Значение литейного производства исключительно велико. Нет ни одной отрасли машиностроения и приборостроения, где не применяли бы литые детали. В машиностроении масса литых деталей составляет около 50 % массы машин и механизмов, в станкостроении - около 80 %. Это объясняется рядом преимуществ литейного производства по сравнению с другими способами получения заготовок или готовых изделий. Литьем получают детали как простой, так и очень сложной формы, с фасонными внутренними полостями, которые нельзя или очень трудно получить другими способами. Во многих случаях это наиболее простой и дешевый способ получения изделий. Масса отливок колеблется от нескольких граммов до нескольких сот тонн.

Наиболее распространенным и относительно простым способом получения отливок является литье в разовые песчано-глинистые формы.

Задание на выполнение курсовой работы: разработать чертёж заготовки и технологический процесс для детали «Втулка».

Наименование детали - «Втулка». Материал детали СЧ 20. Серийность 100 000 шт. Масса одной отливки 1,5 кг.1. АНАЛИЗ ДЕТАЛИ - ОТЛИВКИ

## 1.1. Назначение детали

Втулка-деталь машины, механизма, прибора или предмета цилиндрической или конической формы (с осевой симметрией), имеющая осевое отверстие, в которое входит сопрягаемая деталь. По назначению втулки могут быть: подшипниковыми, соединительными, переходными и так далее. Больше всего распространены детали подшипникового типа. При их производстве обычно используется чугун, бронза, пластик и другие материалы, обладающие невысоким коэффициентом трения.

## 1.2. Характеристика материала

При выборе материала для изготовления втулки необходимо учитывать условия эксплуатации, а именно наличие усилий, нагрев, истирание. К такого рода отливкам предъявляются требования по стабильности геометрической формы и износостойкости.

В следующих представлены литейные свойства стали 35Л и СЧ20 соответственно.

Таблица 1. Литейные свойства стали 35Л

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование свойства | Значение |
| Температура начала затвердевания: | 1480-1490°С |
| Показатель трещиноустойчивости: | 0,8 |
| Склонность к образованию усадочных раковин: | 1,2 |
| Жидкотекучесть: | 1 |
| Линейная усадка: | 2,2-2,3% |
| Склонность к образованию усадочной пористости: | 1,0 |

Таблица 2. Химический состав стали 35Л

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | Mn | Si | Cr | Ni | Cu | S | P |
|  |  |  | не более | | | | |
| 0,32-40 | 0,40-0,90 | 0,20-0,52 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,045 | 0,04 |

Таблица 3. Химический состав в % материала СЧ20

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| C | Si | Mn | S | P |
| 3.3- 3.5 | 1.4- 2.4 | 0.7- 1 | до 0.15 | до 0.2 |

Таблица 4. Литейно-технологические свойства материала СЧ20.

|  |  |
| --- | --- |
| Линейная усадка | 1.2 % |

Механические свойства чугуна СЧ20: σв = 200 МПа

Таким образом, для получения отливки "Втулка" будет применяться серый чугун марки СЧ 20 ГОСТ 1412-85. Поскольку по прочности, серый чугун обладает высокими литейными свойствами, для него характерна низкая температура кристаллизации, высокая текучесть по сравнению с углеродистыми сталями и малая усадка.

Серые чугуны практически не склонны к усадочным раковинам и пористости, и отливки из них изготавливают без прибылей благодаря расширению чугуна вследствие выделения графита в некотором интервале температур после затвердевания, по этой же причине несклонны отливки и к горячим трещинам, так как расширение происходит в уже затвердевшей корке, и растягивающие механические напряжения в интервале температур кристаллизации практически не возникают. Однако при последующем охлаждении проявляется большая склонность отливок из серого чугуна к холодным трещинам. Аналогично, склонность к ликвации и неметаллическим включениям также не создает особых проблем, исключая шлаковые и песчаные включения, которые часто попадают в отливку.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что сплав СЧ 20 ГОСТ 1412-85 в полной мере удовлетворяет механическим и эксплуатационным свойствам детали "Втулка", и при этом имеет меньшую стоимость по сравнению с другими материалами: углеродистые стали, высокопрочный чугун и т.д., и как следствие меньшие затраты на изготовление детали и обслуживание оборудования.

## 1.3 Способ литья

Для того чтобы выбрать наиболее рациональный способ литья, следует провести сравнительный анализ возможных вариантов технологических процессов литья. Особое внимание при выборе способа литья нужно обратить на: массу (1,5 кг) и габаритные размеры отливки «Втулка» (высота отливки- мм, диаметр-мм), сплав, свойства сплава, масштаб производства (100 000шт.в год). Рассмотрим следующие способы литья:

Литье в песчано-глинистые формы. При изготовлении отливок в песчаных формах расплавленный металл заданного состава заливают в литейную форму, из которой после затвердевания и охлаждения извлекают готовую отливку.

Преимущества: Проста и экономичность технологического процесса. Большое разнообразие форм отливок. Большой диапазон массы и размеров отливок.

Недостатки: Низкое качество металла отливок, низкая чистота поверхности и точность размеров, плохие санитарные условия.

Литье в кокиль. Металл заливают в многоразовую металлическую форму под действием гравитационных сил.

Преимущества: получение отливок с высоким качеством металла, повышенной точностью и чистотой поверхности.

Недостатки: высокая стоимость кокиля и трудоемкость его изготовления, неподатливость формы.

Литье по выплавляемым моделям. Получение специальных моделей из легкоплавких материалов, сборке их в блоки, покрытии модельных блоков огнеупорной оболочкой, удаление моделей (растворением, выжиганием), прокалывании оболочковых форм и заливке в них жидкого металла.

Преимущества: повышенная точность геометрических и весовых параметров, возможность получения отливок самой сложной конфигурации практически из любых сплавов, высокая точность и чистота поверхности отливки.

Недостатки: длительный технологический процесс, высокая стоимость отливки.

Литье под давлением. Жидкий металл поступает в рабочую полость металлической формы (пресс-формы) под давлением 30…300 МПа. Скорость впуска металла в полость формы составляет 0,5…140 м/с.

Преимущества: получение отливок с минимальной толщиной стенок 0,5 мм, высокая точность и чистота поверхности отливки, высокая производительностью процесса.

Недостатки: высокая стоимость пресс-формы и оборудования, ограниченность габаритных размеров и массы отливок, возможно возникновение газовой пористости.

Литье в оболочковые формы. Получение разовых полуформ и стержней в виде оболочек толщиной 6-10 мм. Их изготавливают путем отверждения на металлической оснастке слоя смеси, в которой связующее вещество при нагреве вначале расплавляется, а затем затвердевает (необратимо), придавая оболочке высокую прочность.

Преимущества: геометрическая точность отливки, так как формовочная смесь обладает высокой подвижностью. Повышенная точность формы позволяет в 2 раза снизить припуски на механическую обработку отливок.

Недостатки: высокая стоимость смесей, ограниченный размер отливок.

Вывод: выбираем литье по выплавляемым моделям, так как заготовка имеет простую форму, но большую точность размеров, а также большую серийность. Такой способ будет наиболее выгоден. При этом длительностью и высокой себестоимостью технологического процесса можно пренебречь ввиду высоких требований к детали.

## 1.4 Тип производства

Тип производства — это совокупность факторов, характеризующих степень специализации производства, его масштабов устойчивости номенклатуры выпускаемых изделий. Различают: единичное, серийное, массовое. Тип производства рассчитывается исходя из коэффициента закрепления операций или количеством отливок одного наименования (в штуках), выпускаемых цехом за год (Таблица 5).

Таблица 5. Тип производства

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип производства | Годовой объем выпуска деталей одного наименования, шт. | | |
| легкие, до 20  кг | средние, 20…300 кг | тяжелые, более 300 кг |
| Единичное  Мелкосерийное  Среднесерийное  Крупносерийное  Массовое | до 100  101…500  501…5000  5001…50000  свыше 50000 | до 10  11…200  201…1000  1001…5000  свыше 5000 | 1…5  6…100  101…300  301…1000  свыше 1000 |

Исходя из того, что масса отливки находится в пределах менее 20 кг, а годовой выпуск отливок 100 000 штук, выбираем массовый тип производства.

# 2. СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВКИ

Таблица 6.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер п/п | Наименование  операции | Цех (участок) | Инструменты, оснастка | Оборудование |
| 005 | Изготовление моделей.  Подготовить пресс-форму, заполнить пресс-форму модельным составом, выдержать для затвердевания и охлаждения модели до окончания усадки. При подготовке пресс-формы ее рабочую полость и поверхность разъема очистить от остатков модельного состава. Нанести на поверхность рабочей полости ровным слоем смазочный материал (трансформаторное масло) или распылить сжатым воздухом эмульсию (касторовое масло и спирт в соотношении 1:1 по массе). | Модельный цех. |  | Пресс. |
| 010 | Создание схемы модельного блока из модельной массы свободной заливкой ее в кондуктор. Для заливки использовать ковши из коррозионно-стойкой стали или фарфоровые. Заливать спокойно, по стенке литникового канала либо через воронку, вставленную в литниковое отверстие и подогретую до температуры заливки модельного состава. | Модельный цех. |  | Кондуктор. |
| 015 | Сборка моделей в блок, паяльником. | Сборочный участок. |  | Паяльник, зажимы. |
| 020 | Подготовка кварцевого песка, и раствора этилсиликата-40 по ГОСТ 26371-84. | Земле-приготови-тельное отделение. |  |  |
| 025 | Изготовление керамической формы из пылевидного кварца, гидролизованного раствора этилсиликата-40. Требуется 5-12 слоев огнеупорного покрытия с сушкой каждого слоя в вертикальной сушилке. Обсыпка производится кварцевым песком. | Литейный цех. |  | Установка для обсыпки блока моделей в кипящем слое песка. |
| 030 | Контроль качества формы. | Литейный цех. |  | Визуально. |
| 035 | Зачистка литниковых чаш. | Литейный цех. |  | Полировочная бабка или щетки. |
| 040 | Удаление модельного состава путем выплавления горячим воздухом под высоким давлением при T = 125°C. | Литейный цех. |  | Автоклав. |
| 045 | Засыпка корок песком в опоках. Опорный материал – сухой кварцевый песок, размолотые остатки оболочек. | Литейный цех. |  |  |
| 050 | Контроль корок. На корках не допускается: полом, отслоение, пузыри. | Литейный цех. |  | Визуально. |
| 055 | Заделка литниковых чаш. Обвязать любой бумагой. | Литейный цех. |  |  |
| 060 | Прокалка керамической корки при T=950°C в течение 5 часов до полного удаления из форм модельного состава. | Литейный цех. |  | Электрическая печь. |
| 070 | Выплавка СЧ 20. Контроль осуществляется мастером. | Литейный цех. |  | Электрическая печь. |
| 075 | Удаление отливок из форм через 3 часа после заливки (не ранее). | Литейный цех. | Клещи. |  |
| 080 | Отбивка керамики механическим путем. | Литейный цех. |  | Пневмо-молоток. |
| 085 | Отрезка литниковой питательной системы. | Цех обработки. | Вулканитовый инструмент. | Металлорежущий станок. |
| 090 | Очистка блоков чугунным песком. | Цех обработки. |  |  |
| 095 | Зачистка отливок. Зачистить наплывы, литейные шероховатости, а также остатки от питателей более 3 мм. |  |  | Полировальная бабка. |
| 100 | Обезжиривание и прокалка.  Обезжирить отливки в бензине. Очистить отливки сухим сжатым воздухом.  Прокалить отливки при температуре 100130 не менее 40-60 мин в электропечи. | Участок для обезжирива-ния и участок для прокалки. | Волосяная щетка. |  |
| 105 | Люм.контроль.  Произвести люм.контроль отливки по инструкции.  Обязательному контролю подлежат все поверхности.  Время выдержки во флуоресцирующей жидкости 15-20 мин. | Участок люм. контроля. |  | Лампы |
| 110 | Очистить отливки сжатым воздухом до полного удаления следов окиси магния | Литейный цех. |  |  |
| 115 | Рентгенконтроль.  Произвести рентгенконтроль | Лаборатория |  | Рентгеновские трубки. |

# 3.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВКИ

## 3.1. Выбор положения отливки в форме в период заливки и затвердевания

От выбора положения отливки в форме во время заливки и затвердевания главными факторами должны быть получение качественного и плотного металла отливки, минимальная возможность появления дефектов, минимальное количество стержней, необходимых для оформления внутренних полостей отливки. Наилучшим положением отливки для соблюдения данных условий является расположение опоры осью вращения вертикально, что позволит получить полость под отливку в одной полуформе, обеспечит принцип направленного затвердевания, наиболее равномерную и спокойную заливку формы, использование всего одного стержня, легко оформить литниковую систему.

## 3.2. Определение поверхности разъема формы

Отливку "Втулка" располагаем в двух полуформах, с линией разъёма проходящей перпендикулярно оси симметрии, при этом она будет совпадать с наибольшим габаритным размером, это позволяет повысить точность и качество отливки, за счёт уменьшения вероятности брака по перекосу.

## 3.3. Определение припусков на механическую обработку

Назначаются припуски на механическую обработку отливок, величина которых обуславливается требованиями ГОСТ 1855-55 для чугунных отливок, соответственно при литье. Все сопряжения стенок, имеющих припуск на обработку, выполняются с закруглениями (галтелями), обеспечивающими плавный переход от одной стенки к другой. Сопряжение необрабатываемых стенок устанавливаются по требованию чертежа детали.

Для детали «Втулка» из серого чугуна при массовом производстве припуски на механическую обработку составляют 4 мм по табл. 2, а радиусы галтелей – 8 мм.

## 3.4. Определение формовочных уклонов и усадки

Для облегчения извлечения модели из формы предусматриваются формовочные уклоны. Так как самая большая величина у детали 110 мм, то выбирается высота модели Н свыше 100 мм, при деревянной модели уклон, которого 2,0-3,0 мм или 0°45- 1°.

## 3.5. Определение количества отливок в форме.

Количество отливок в форме определяется серийностью детали, ее габаритами и массой. В условиях массового производства отливок процесс литья обычно строится в расчете на размещение в форме наибольшего числа отливок. Для изготовления детали «Втулка» в форме располагается 6 отливок.

## 3.6. Выбор типоразмера опок

Размеры опок выбираются по ГОСТ 2133-75. Наименьшие расстояние от верха модели до верха опоки 40 мм, от низа модели до низа опоки 40 мм, между моделью и стенкой опоки 30 мм, между стояком и стенкой опоки 30 мм, между моделями 30 мм, между моделью и шлакоуловителем 30 мм.

## 5.2 Чертеж отливки

Исходным документом для разработки чертежа отливки служит чертеж детали, оформленный в соответствии с ГОСТ 3.1125-88.

Эскиз отливки:

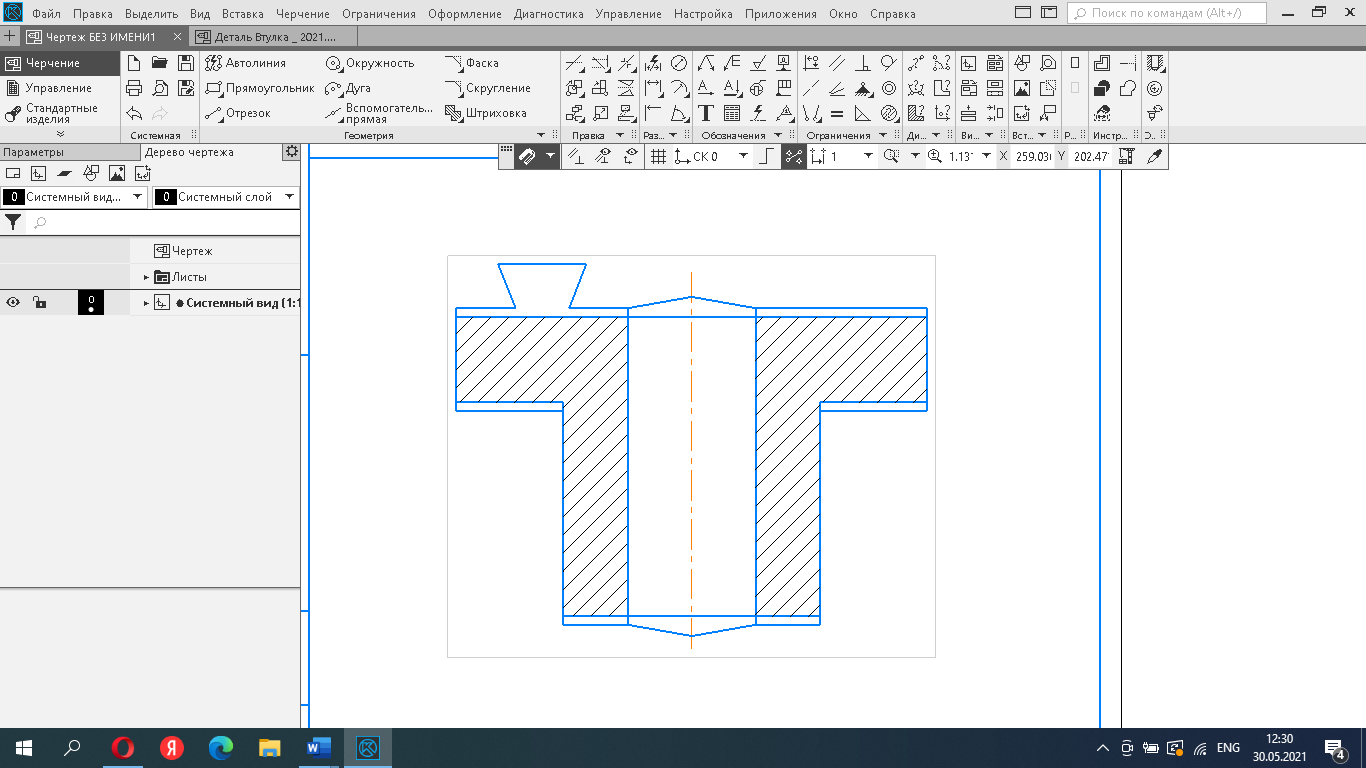


Рис.1.Эскиз отливки проектируемой детали.

Пресс-формы предназначены для быстрого изготовления ряда моделей одинаковых размеров и качества поверхности.

Пресс-форма:

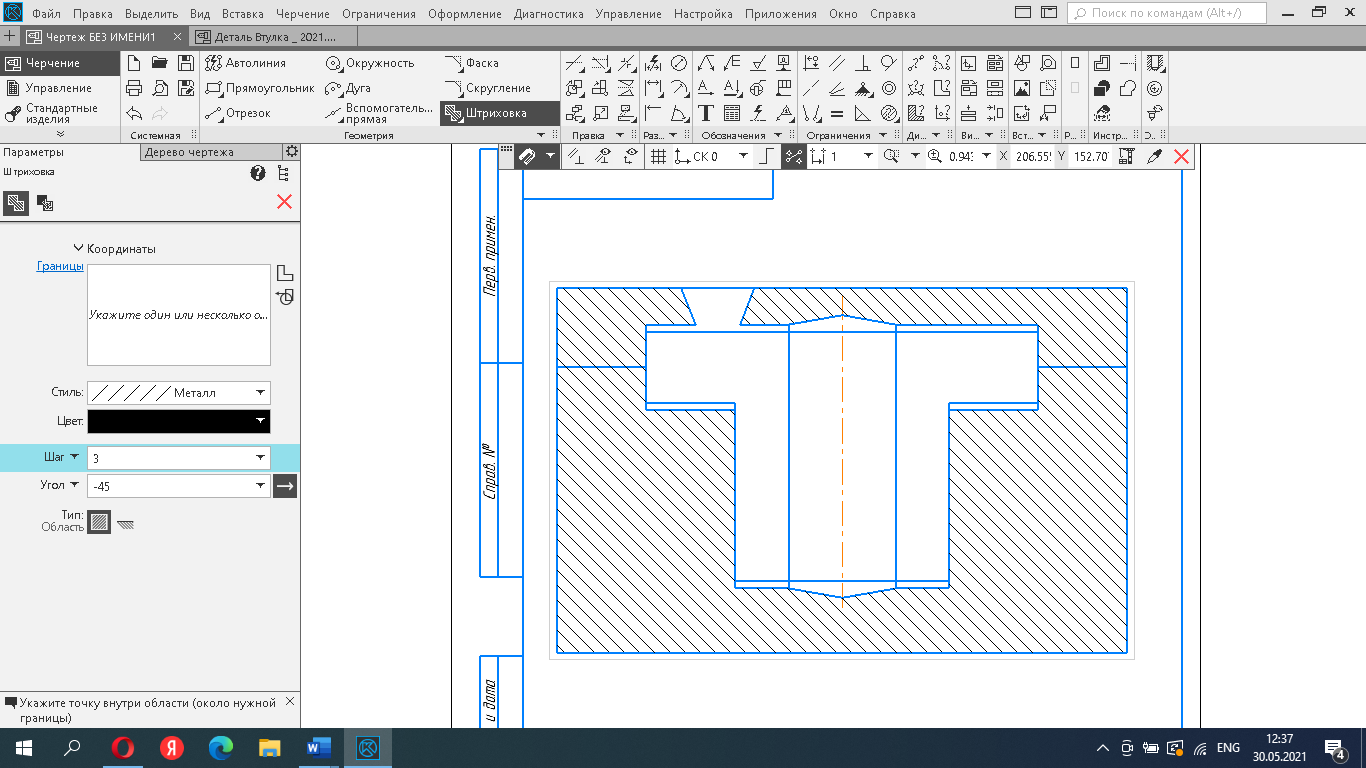


Рис.2.Пресс-форма для проектируемой детали.

# 4. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИТНИКОВО-ПИТАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Расчет литниковой системы сводится к определению сечения питателей по формуле:

где: - суммарное поперечное сечение площади питателей, ;

Q - масса жидкого металла, кг;

τ - продолжительность заливки, с;

k - удельная скорость заливки, кг/см2 (табл. 7);

l - коэффициент жидко текучести для отливок из чугуна и цветных металлов, принимается равным 1, а для остальных металлов равным 0,8.

,

= 2,1 кг

Продолжительность заливки τ вычисляется для серого чугуна по формуле:

где: S - поправочный коэффициент, зависящий от толщины стенки

отливки (табл. 8).

После определения суммарного сечения питателей, сечения шлакоуловителя и стояка устанавливаются по соотношению:

для чугуна:

## 4.1. Выбор необходимого оборудования и установление технологических параметров и условий получения качественных отливок.

Время затвердевания отливки рассчитывают по формуле:

τ – время охлаждения отливки, ч

V – объем отливки,

γ – удельный вес сплава, кг/

– коэффициент аккумуляции тепла формой,

F – площадь поверхности отливки,

C – удельная теплоемкость отливки,

L – теплота кристаллизации,

, – температура заливки, ликвидуса, солидуса, кристаллизации, выбивки, формы; град. Все значения теплофизических величин приведены в табл. 10.

V = 0,000136

F = 0,0155

# 5. ОЦЕНКА ЭФФЕКТНОСТИ СПОСОБА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

Главным требованием к выбору способа изготовления заготовки является возможность максимального приближения ее геометрии к размерам детали. Оценку оптимальности конструкции детали и прогрессивности примененного способа изготовления заготовки можно провести с помощью следующих показателей:

Коэффициент выхода годного, КВГ характеризует использование металла в заготовительном производстве, т.е. эффективность применяемых технологий изготовления заготовок.

КВГ определяют из соотношения массы заготовки, Мз к массе исходного металла Мим, т.е. КВГ= Мз/Мим. КВГ=1,5/2,1=0,71.

В литых заготовках массу Мз принимают без литниковой системы, прибылей, выпоров, безвозвратных потерь (потерь на угар ~ 1% массы исходного металла; разбрызгивание - до 1-3% от массы исходного металла).

Коэффициент массовой точности, КМТ характеризует степень приближения размеров заготовки к размерам детали. По коэффициенту КМТ оценивают рентабельность принятой заготовки, т.к. он зависит как от массы и конструкции детали, так и от массы и конструкции заготовки. КМТ определяют из отношения массы готовой детали Мд к массе заготовки М3, т.е. КМТ= Мд/Мз. КМТ = 1,4/1,5 = 0,91.

Коэффициент использования металла, КИМ показывает общий расход металла на изготовление данной детали. КИМ определяют из отношения массы детали Мд к массе исходного металла Мим: КИМ= Мд/ Мим. КИМ=1,4/2,1=0,67.

# 6.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для изготовления отливки «Втулка», выбран метод литья по выплавляемым моделям. Данным методом получают необходимые отливки, масса которых начинается от нескольких грамм до десятков килограмм с чистыми поверхностями и точными размерами. Выбран материал СЧ20, т. к. он имеет хорошую прочность, характеризуется высокими литейными свойствами (низкая температура кристаллизации, текучесть в жидком состоянии, малая усадка) и служит основным материалом для литья. В ходе этой работы мной были выбраны толщины стенок отливки, припуски на механическую обработку, литейные уклоны, размеры опок. В конце работе дана оценка эффективности способа изготовления заготовки.

Таблица 7. Сводная таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр и размерность | Обозначение | Значение |
| Суммарное поперечное сечение площади питателей, |  | 1,7 |
| Площадь сечения шлакоуловителя, |  | 1,9 |
| Площадь сечения стояка, |  | 2,1 |
| Масса жидкого металла, кг | Q | 2,1 |
| Продолжительность заливки, с |  | 2,5 |
| Время затвердевания, ч |  | 1,1 |
| Площадь поверхности отливки, | F | 0.0155 |
| Объем отливки, | V | 0.000136 |

# 7.СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 1981.- 284с.

2. Дюмин Г. Е., Трегуб Н. Н. Ремонт автомобилей. – М.: Машиностроение, 2000.- 220с.

3.Семёнов Е. И. Ковка и объёмная штамповка. – М.: Высшая школа, 1972.- 352с.

4.Зуев В. М. Термическая обработка металлов. – М.: Высшая школа, 2001.- 288с.

5.Дальский А.М., Барсукова Т.М. и др. Технология конструкционных материалов. – М.: Машиностроение, 1993.- 448с.

6.Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение /Справочник. – СПб.: Политехника, 1994.- 448 с.

7.Мягков В.Д. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. - Л., 1978.

8.Технологический процесс термической обработки стальных заготовок и деталей машин: Методические указания к курсовой работе по материаловедению /Сост. В. А. Плотников. - Омск., 2001.- 28с.

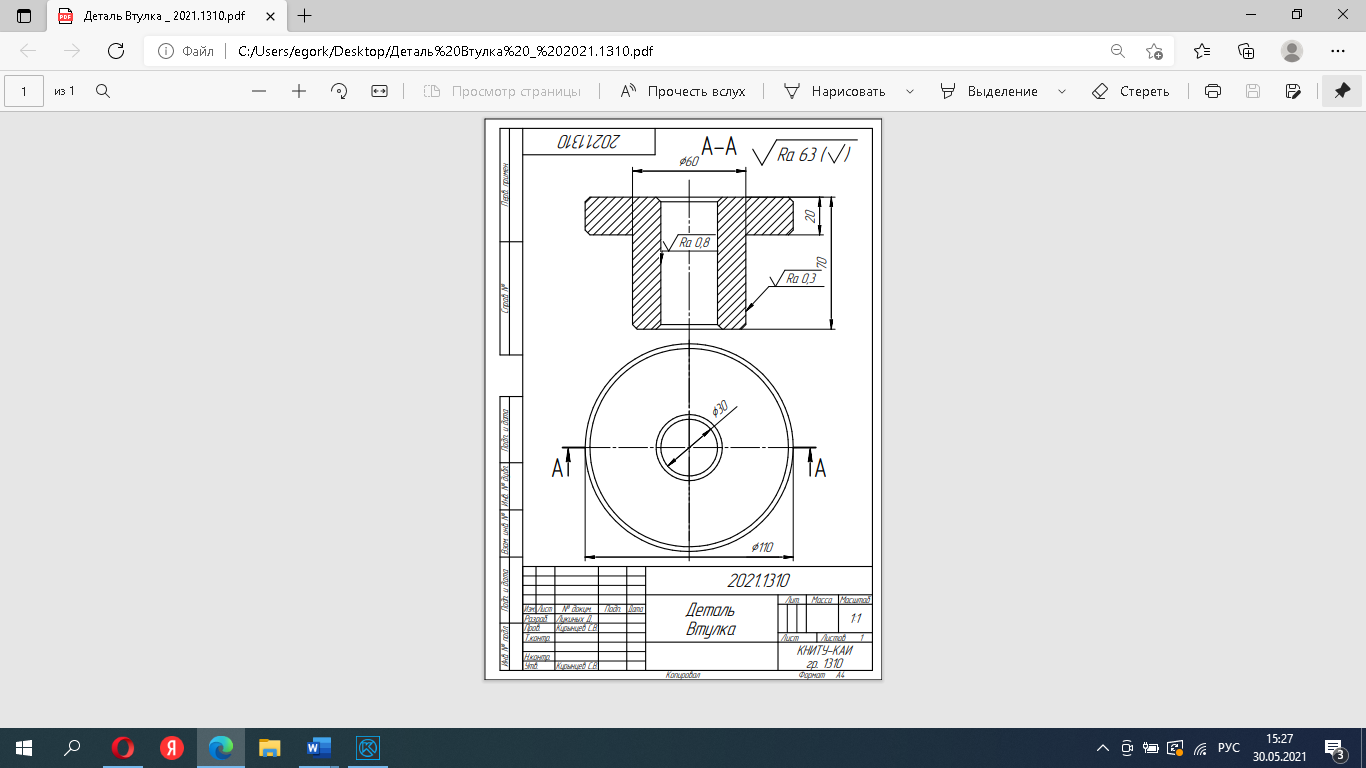
9.Разработка технологического процесса изготовления штампованной заготовки /Сост. В. А. Плотников, М.Я. Швец. - Омск, 1987.- 28с.

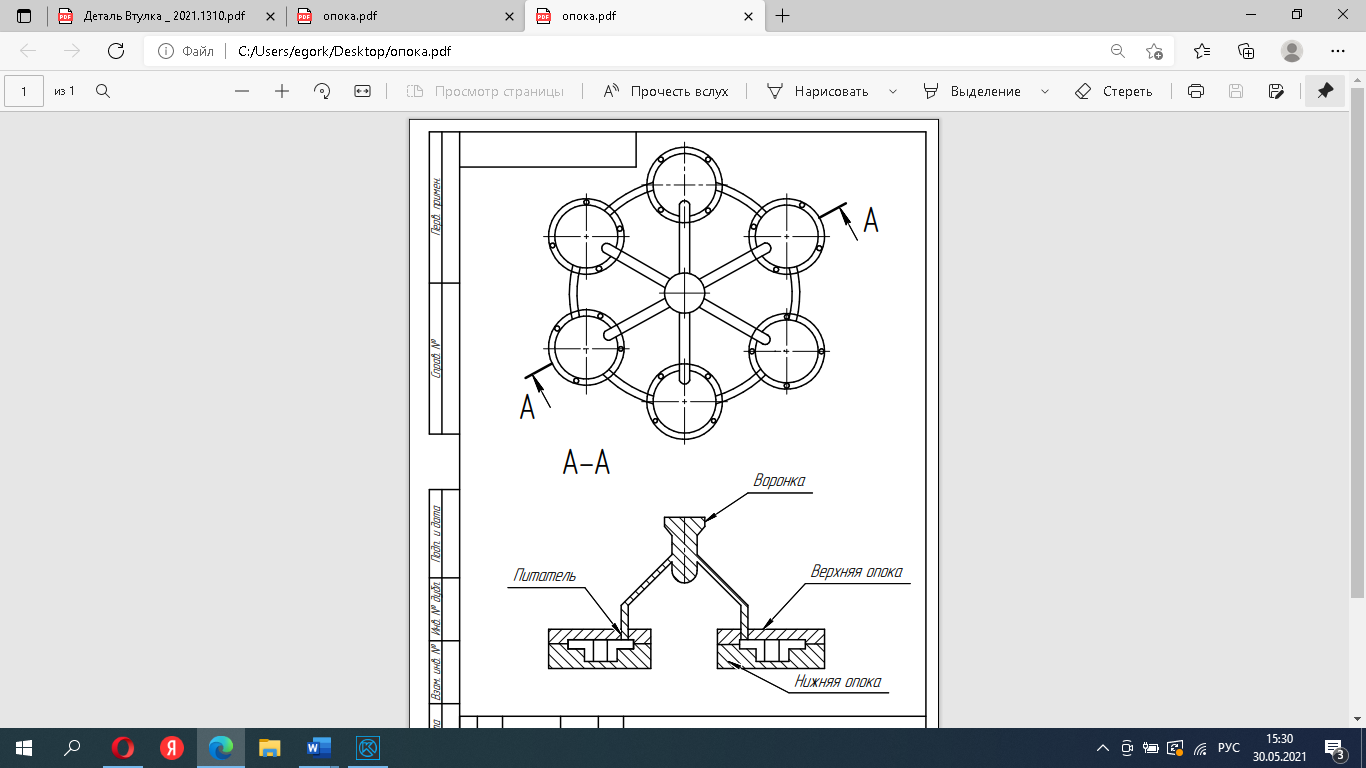
10.Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1987.- 388с.

11.Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1980.- 326с.

12.ГОСТ 3.1125-88 Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2003.

# 8. ПРИЛОЖЕНИЕ





# Приложение 3

Минимальные толщины стенок песчаной формы, мм

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Масса отливки, кг | *а* | *в* | *с* | *d* | *е\** | *е* |
| до 5 | 40 | 4 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 5 - 10 | 50 | 50 | 40 | 40 | 40 | 30 |
| 10 - 25 | 60 | 60 | 40 | 50 | 50 | 30 |
| 25 - 50 | 70 | 70 | 50 | 50 | 60 | 40 |
| 50 - 100 | 90 | 90 | 50 | 60 | 70 | 50 |
| 100 - 250 | 100 | 100 | 60 | 70 | 100 | 60 |
| 250 - 500 | 120 | 120 | 70 | 80 | - | 70 |
| 500 - 1000 | 150 | 150 | 90 | 90 | - | 100 |
| 1000 - 2000 | 200 | 200 | 100 | 100 | - | 150 |
| 2000 | 250 | 250 | 125 | 125 | - | 200 |

Припуски на обработку в зависимости от размера детали, способа производства и характеристики сложности отливки.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наибольший размер отливки  (длина или высота), мм | Припуск, мм | | | | | | | |
| массовое производство | | | Серийное производство | | Единичное производство | | |
|  | простая | | сложная | простая | сложная | простая | | сложная |
|  | отливки | | | отливки | | отливки | | |
| Отливки из серого чугуна | | | | | | | | |
| До 100 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 3 | 4 | |
| 101 - 1200 | 2 - 4 | 3 - 6 | | 3 - 6 | 3 - 8 | 3 - 8 | 4 – 10 | |
| 1201 - 2600 | 5 - 6 | 7 - 8 | | 7 - 8 | 9 -10 | 9 - 10 | 11 – 12 | |
| 2601 - 5400 | - | - | | 9 - 10 | 11 - 12 | 11 - 14 | 14 – 16 | |
| Свыше 5400 | - | - | | 12 | 14 | 16 | 18 | |
| Отливки из стали | | | | | | | | |
| До 200 | 3 | 4 | | 4 | 6 | 6 | 7 | |
| 201 - 1200 | 3 - 6 | 4 - 9 | | 4 - 9 | 7 - 12 | 7 - 12 | 9 – 15 | |
| 1201 - 2600 | 7 - 9 | 10 - 12 | | 10 - 12 | 13 - 15 | 13 - 15 | 16 – 18 | |
| 2601 - 5400 | - | - | | 13 - 15 | 16 - 18 | 16 - 18 | 21 – 24 | |
| Свыше 5400 | - | - | | 18 | 24 | 24 | 30 | |

Радиусы галтелей при сопряжении стенок отливки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | R |  | R |  | R |  | R |
| До 12 | 6 | 27-35 | 15 | 60-80 | 30 | 200-250 | 60 |
|  | 8 | 35-45 | 20 | 80-110 | 35 | 250-300 | 80 |
|  | 12 | 45-60 | 25 | 110-150 | 40 | Более 300 | 100 |
|  |  |  |  | 150-200 | 50 |  |  |

Минимальные размеры отверстий, получаемых в литье

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Отливки из серого чугуна | Толщина стенки, мм | 8-10 | 20-25 | 40-50 |
| Минимальный диаметр, отливаемого отверстия, мм | >50 |  |  |
| Отливки из цветных сплавов | Толщина стенки, мм | До 40 | 40-60 | 60-80 |
| Минимальный диаметр, отливаемого отверстия, мм | 25 | 30 | 35 |

Уклоны в моделях и стержневых ящиках

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Высота модели или стержневого ящика Н, мм | Уклоны | | | |
|  | деревянные модели или стержневые ящики | | металлические модели или стержневые ящики | |
|  | мм | град | мм | град |
| До 20 | 1,0 | 30 | 0,5-1,0 | 1030-30 |
| 20-50 | 1-2 | 1030-2030 | 0,8-1,2 | 10 -20 |
| 50-100 | 1,5-2,5 | 10- 1030 | 1,0-1,5 | 0045-10 |
| 100-200 | 2,0-3,0 | 0045- 10 | 1,5-2,0 | 0030-0045 |
| 200-300 | 2,5-4,0 | 0030-0045 | 2,0-3,0 | 0030-0045 |
| 300-500 | 4,0-5,0 | 0030-0045 | 2,5-4,0 | 0020-0030 |
| 500-800 | 5,0-6,0 | 0030 | 3,5-6,0 | 0020-0030 |

Габаритные размеры знаков стержней

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наибольший размер знака в поперечном сечении | Длина знака при длине стержня между опорами, мм | | | | Высота знака в зависимости от высоты стержня, мм | | | |
| До 50 | 50-150 | 150-300 | 300-500 | До 50 | 50-150 | 150-300 | 300-500 |
| До 25 | 15 | 25 | 40 | - | 20 | 25 | - | - |
| 25-50 | 20 | 30 | 45 | 60 | 20 | 30 | 60 | 70 |
| 50-100 | 25 | 35 | 50 | 70 | 25 | 35 | 50 | 70 |
| 100-200 | 30 | 40 | 55 | 80 | 30 | 40 | 40 | 60 |
| 200-300 | - | 50 | 60 | 90 | 35 | 45 | 40 | 50 |
| 300-400 | - | - | 80 | 100 | - | - | - | - |

Значение удельной скорости заливки “к”

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сплав | Значение удельной скорости заливки К при относительной плотности отливки | | | | | | |
| До 1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | св.6 |
| Чугун | 0,55 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 0,95 | 1,05 | 1,15 |
| Сталь | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,9 | 0,95 |
| Медные сплавы | 0,3-0,35 | 0,4-0,45 | 0,5-0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 |
| Алюминиевые сплавы | 0,2-0,25 | 0,3-0,35 | 0,4-0,45 | - | - | - |  |

(относительная плотность определяется как отношение массы отливки к ее габаритному объему)

Значение коэффициента S в зависимости от толщины стенки отливки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Средняя толщина стенки, мм | До 10 | 11-20 | 21-40 | св.40 |
| Значение S | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,7 |

Рекомендуемая температура заливки сплавов, 0 C

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сплав | Толщина стенки отливки, мм | | | | | | |
| До 4 | 4-10 | 10-20 | 20-50 | 50-100 | 100-150 | св.150 |
| Чугун | 1450-1360 | 1430-1340 | 1400-1320 | 1380-1300 | 1340-1230 | 1300-1200 | 1280-1180 |
| Сталь | 1590-1620 | 1580-1610 | 1570-1600 | 1560-1590 | 1550-1580 | 1530-1580 | 1520-1540 |
| Бронза | 1200-1180 | 1180-1160 | 1160-1140 | 1140-1120 | 1100-1110 | 1080-1100 | 1060-1080 |
| Латуни | 1050-1030 | 1030-1010 | 1010-1000 | 980-960 | 980 | 980 | 980 |
| Алюминиевые сплавы | 780-760 | 760-740 | 740-720 | 720-700 | 700-680 | 680 | 680 |