

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

**Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»**

Н.С. АЛЕКСЕЕВ

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Учебное пособие и задачи к расчётному заданию по курсу «Основы технологии машиностроения» для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» очной формы обучения»

Рубцовск 2022

УДК 621.002

Алексеев Н.С. Учебное пособие и задачи к расчётному заданию по курсу «Основы технологии машиностроения для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» очной формы обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск: 2022. – 70 с.

Даны методические указания и разработаны задачи, связанные с анализом структуры операций, выделением отдельных технологических операций и оформлением эскизов обработки. Составлены задачи для расчетов элементов штучного времени.

Разработаны варианты задач, связанные с разработкой теоретических схем базирования при обработке заготовок, а также по определению погрешности базирования и закрепления в зависимости от принятой схемы установки заготовки в приспособлении.

Дополнительно разработаны задачи по определению погрешности закрепления в зависимости от непостоянства сил зажима, неоднородности, шероховатости и волнистости поверхностей заготовок, износа установочных элементов приспособлений.

Разработаны задачи, связанные с расчётом припусков на отдельные поверхности заготовок.

Рассмотрены и одобрены
на заседании НМС
Рубцовского индустриального
института
Протокол № 3 от 05.04.2022 г.

Рецензент: зам. главного технолога
ЗАО «Рубцовский завод запасных частей» А. В. Зубов

© Рубцовский индустриальный институт, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. Анализ структуры технологических операций	4
1.1 Основные понятия и определения	4
2. Расчёт элементов штучного времени	16
2.1 Основные расчётные формулы	16
3. Разработка схем базирования и расчёт погрешностей базирования и закрепления	34
3.1 Основные теоретические положения	34
4. Расчёт припусков на обработку поверхностей	50
4.1 Основные теоретические предпосылки	50
5. Правила оформления расчётно-пояснительной записки	65
Список литературы	68
Приложение А. Форма титульного листа расчётного задания	70

1. АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Решению задач должно предшествовать изучение теоретического материала по данной теме. Все необходимые сведения для решения первой задачи изложены в подразделе. 1.1. Внимательно изучите содержание этого подраздела и только потом приступайте к решению предложенных задач.

1.1 Основные понятия и определения

Проектируя технологическую операцию нужно стремиться к уменьшению штучного времени $T_{шт}$. Штучное время сокращается уменьшением ее составляющих и совмещением (перекрытием) времени выполнения нескольких технологических переходов.

При одновременном выполнении элементов основного времени T_o и при совмещении их с элементами вспомогательного времени T_e в состав времени $T_{шт}$ входят лишь наиболее продолжительные (лимитирующие) элементы времени из числа всех совмещаемых.

Возможности совмещения (перекрытия) времени выполнения нескольких технологических переходов станочных операций зависят от числа устанавливаемых для обработки заготовок, а также используемых инструментов и от порядка обработки заготовок инструментами [1-6].

По числу устанавливаемых для обработки заготовок структуры (схемы) операций делят на одно – и многоместные, а по числу инструментов – на одно- и многоинструментные. Последовательная или параллельная работа инструментов при обработке поверхностей заготовки, а также последовательное или параллельное расположение нескольких заготовок относительно режущих инструментов обуславливают структуры операций, различные по условиям совмещения переходов во времени. В зависимости от этого операции могут быть последовательного, параллельного и параллельно-последовательного выполнения. Например, структура операции может иметь следующий вид: **одноместная, многоинструментная, последовательная.**

Наименование операции обычно присваивается по названию станка, на котором производится обработка, например: **токарно-винторезная, зубофрезерная, круглошлифовальная.**

При решении первой задачи расчетного задания записи операций и переходов следует выполнять по ГОСТ3.1702-79 «Правила записи операций и переходов. Обработка резанием». Операциям присваиваются трехзначные порядковые номера, например: 000, 005, 010, 015, ..., а переходам - двузначные, например: 01, 02, 03, 04,.... Установы обозначаются заглавными буквами русского алфавита, например: **Установ А, Установ Б.**

В содержании операции должны быть отражены все необходимые переходы, выполняемые рабочим в технологической последовательности при обработке изделия на одном рабочем месте.

В содержание перехода должно входить:

1. Ключевое слово, характеризующее вид обработки, выраженное глаголом неопределенной формы (точить, фрезеровать).

2. Наименование обработанной поверхности (отверстие, торец).

3. Информация по размерам, например: расточить отверстие до $\text{Ø}60^{+0,25}$.

4. Дополнительная информация, которая характеризует одновременно или последовательно обрабатываемые поверхности, например: сверлить четыре отверстия $\text{Ø}25^{+0,2}$ последовательно.

При изготовлении изделий рабочему-станочнику приходится выполнять различные приемы.

Прием – это законченная совокупность действий человека, применяемых при выполнении перехода или его части и объединенных одним целевым назначением [3].

В технической литературе [7] для нормирования станочных работ установлен состав и последовательность приемов:

а) связанных с установкой и снятием детали;

б) управления станком, связанных с переходом;

в) управления станком, связанных с обработкой поверхности;

г) работы, связанных с операцией.

При проектировании технологических операций механической обработки для наглядности технологом иногда приходится разрабатывать схемы обработки. На схемах обработки необходимо показать:

1. Заготовку в том положении, которую она принимает при обработке. Контур заготовки изображают тонкими линиями. Обрабатываемые поверхности выделять утолщенными линиями или линиями красного цвета.

2. Установочные элементы приспособления (опоры), например, кулачки, центры, призмы и т.д., которых должны касаться заготовки, т.е. обрабатываемая заготовка не должна «висеть».

3. Режущий инструмент в конце рабочего хода (обработка закончена, но инструмент от заготовки пока ещё не отведён).

4. Направление вращения заготовки или инструмента (стрелкой).

5. Направление подачи заготовки или инструмента (стрелкой).

6. Достижимые при выполнении операции размеры и требования к точности формы и взаимному расположению поверхностей (если известны).

Задача 1.1

а) Заготовку валика устанавливают на токарном станке, проходным упорным резцом обтачивают ступени А, Б, В, Г, вторым резцом снимают фаски под углом 45° с каждой из ступеней; повернув резцедержатель, канавочным резцом прорезают канавки 1, 2 и 3 между ступенями. Открепив заготовку, поворачивают её на 180° , и снова устанавливают и закрепляют на станке. С другой стороны валика протачивают две ступени – Д и Е, снимают две фаски и прорезают канавку 4.

б) Первую часть действий, связанную с обработкой валика с одной стороны, выполняют на одном токарном станке. После этого заготовки

передают на второй станок, где производят обработку с другой стороны ступеней Д и Е, снимают две фаски и обрабатывают канавку 4.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы, для варианта «а» составить схемы обработки.

Задача 1.2

а) Заготовка одновенцовой шестерни устанавливается в приспособление на вертикально – сверлильном станке модели 2Н125. Сверлом Ø15 мм сверлится отверстие напроход, заменив инструмент, торцовым зенкером подрезают торец ступицы. Затем после очередной замены инструмента зенкеруют фаску под углом 45° и далее зенкеруют отверстие до Ø16,5 мм. Открепляют заготовку, поворачивают и закрепляют её необработанным торцом ступицы вверх. После этого подрезают второй торец, снимают фаску и развертывают отверстие до Ø17Н8.

б) Все указанные в пункте «а» действия выполняют на вертикально-сверлильном станке модели 2Н125, оснащённом револьверной головкой, в которой установлены сверло, торцовый и конический зенкеры, зенкер для отверстия, развертка.

в) Обработка ведется на вертикально-сверлильном станке модели 2С150, оснащённом многошпиндельной головкой и 8-позиционным поворотным столом с двумя загрузочными позициями и двухцикловой обработкой заготовки.

Для всех вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру, выделить технологические переходы. Для варианта «а» составить схемы обработки, для варианта «в» составить схемы позиций станка.

Задача 1.3

а) На фрезерно-центровальном станке модели МР-73 фрезеруют торцы и центруют заготовку валика с двух сторон. На многолезцовом полуавтомате модели 1712 предварительно обтачивают пять ступеней валика и снимают четыре фаски. На таком же станке предварительно обтачивают с другой стороны три ступени и снимают три фаски. На станке 1712 выполняют чистовое обтачивание пяти ступеней валика и протачивают три канавки. На станке 1712 с другой стороны производят чистовое обтачивание трех ступеней и протачивают две канавки. Передача заготовок от станка к станку производится в специальной таре по рольгангу.

б) Указанные в пункте «а» действия выполняются на автоматической линии, состоящей из фрезерно-центровального автомата и четырех токарных копировально – многолезцовых автоматов. Передача заготовок ведется системой манипуляторов (роботов), расположенных над станками.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить

технологические переходы. Для пункта «а» привести схемы фрезерно-центровальной и токарной обработок.

Задача 1.4

а) На одностороннем центровальном станке с ручным управлением устанавливают заготовку валика с фрезерованными торцами и центруют с одной стороны. После этого открепляют заготовку, поворачивают на 180° , помещают в приспособление и снова закрепляют. Затем центруют заготовку с другой стороны.

б) На двухстороннем центровальном автомате заготовки из магазинного устройства подаются в рабочую зону, закрепляются, центруются с двух сторон, открепляются автоматически и удаляются из рабочей зоны. После этого цикл работы автомата повторяется.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы, составить схемы обработки. Для действий, выполняемых в пункте «а», привести состав и последовательность приемов работы, связанных с операцией [7].

Задача 1.5

а) На вертикально-сверлильном станке модели 2Н118 в заготовке диска сверлятся шесть отверстий $\varnothing 14$ мм и снимаются фаски $1,5 \times 45^\circ$. После переустановки заготовки зенкеруется шесть отверстий последовательно и снимаются фаски $1,5 \times 45^\circ$.

Для определения положения осей отверстий используется универсальный поворотный стол, настроенный на деление на шесть частей.

б) Указанная в пункте «а» обработка выполняется на малом агрегатном станке с вертикальными силовыми многшпиндельными головками и круглым поворотным 6-ти позиционным столом.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы, составить схемы обработки. Для условий пункта «а» привести состав и последовательность приемов управления станком, связанных с переходом [7].

Задача 1.6

а) На круглошлифовальном станке с ЧПУ модели 3М151Ф2 производится шлифование трех ступеней вала $\varnothing 40$, $\varnothing 50$ и $\varnothing 80$ мм с припусками на обработку для первой ступени 0,3 мм на диаметр, для второй- 0,4 мм на диаметр и для третьей – 0,6 мм на диаметр. Станок настроен так, что подача на глубину S_t составляет на двойной ход – 0,015 мм/дв. ход для первой ступени, а для второй и третьей ступени – 0,02 мм/дв. ход.

б) Тот же валик в условиях массового производства шлифуется на трех станках модели 3М161Е, на каждом из которых обрабатывается одна ступень

вала заданного размера с припусками на обработку, указанные в пункте «а». Скорость врезной подачи шлифовальной бабки составляет для $\varnothing 40$ мм – 0,15 мм/мин, для $\varnothing 50$ мм – 0,2 мм/мин и для диаметра 60 мм – 0,8 мм/мин. Чем вызваны разные величины врезной подачи?

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для пунктов «а» и «б» составить эскизы обработки.

Для пункта «а» привести состав и последовательность приемов управления станком, связанных с обработкой поверхности [7].

Задача 1.7

а) Заготовка гладкого пальца $\varnothing 40$ мм и длиной 100 мм шлифуется на трех отдельно работающих бесцентрово-шлифовальных полуавтоматах модели ЗМ184И с удалением припусков на первом станке 0,25 мм, на втором – 0,1 мм и на третьем – 0,05 мм на диаметр. Зернистость кругов подобрана таким образом, что на первом станке обеспечивается предварительное, на втором – чистовое и на третьем – тонкое шлифование поверхности пальца.

б) Указанная в пункте «а» обработка пальца выполняется на автоматической линии из трех бесцентрово-шлифовальных автоматов модели ЗМ184И.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для пункта «а» составить эскизы обработки.

Задача 1.8

а) На внутришлифовальном станке модели ЗК227А обрабатывается заготовка шестерни с диаметром отверстия 60 мм и наружным диаметром 200 мм. Производится шлифование отверстия $\varnothing 60$ мм с припуском 0,35 мм на диаметр и подачей на глубину $S_t = 0,01$ мм/дв.ход., а также шлифуется торец ступицы $\varnothing 90$ мм с припуском 0,2 мм и подачей на глубину 0,02 мм/дв.ход.

б) Отверстие заготовки шестерни шлифуется на внутришлифовальном полуавтомате модели СШ162, а торец шлифуется на плоскошлифовальном станке с круглым столом модели ЗД754. Режим обработки и величины припусков на обработку те же, что и в пункте «а».

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для пунктов «а» и «б» дать эскизы обработки.

Для пункта «а» при шлифовании отверстия привести состав и последовательность приемов управления станком, связанных с обработкой поверхности. Шлифование производится без измерения [7].

Задача 1.9

а) На вертикально-фрезерном станке модели 6Р11 обрабатывается заготовка корпусной детали. В машинные тиски вручную устанавливается

заготовка и производится черновое фрезерование плоскости «А», а затем поднимается стол и производится чистовое фрезерование той же плоскости. Затем заготовка открепляется, поворачивается на угол 180° , устанавливается в тиски и закрепляется. После этого производится черновое и чистовое фрезерование плоскости «Б».

б) Обработка плоскостей «А» и «Б» производится следующим образом. Станок настраивается на черновое фрезерование плоскости «А» и обрабатывается заданная партия заготовок. Далее аналогичным образом станок настраивается на чистовое фрезерование плоскости «А», черновое и чистовое фрезерование плоскости «Б».

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для пунктов «а» и «б» составить эскизы обработки.

Для пункта «а» привести состав и последовательность приемов, связанных с установкой и снятием детали [7]. Какие преимущества и недостатки возникают для каждого из вариантов построения обработки плоскостей?

Задача 1.10

а) Заготовка небольшой корпусной детали обрабатывается на карусельно-фрезерном станке модели 621. Заготовка устанавливается и закрепляется в специальном пневматическом приспособлении при непрерывном медленном вращении стола станка. Затем заготовка проходит под первой шпиндельной бабкой, где производится черновое фрезерование плоскости «1». При дальнейшем движении стола заготовка проходит под второй шпиндельной бабкой и при этом выполняется чистовое фрезерование плоскости «1». Когда заготовка подходит к рабочему, он открепляет её, переворачивает и устанавливает в соседнее приспособление. После этого заготовка вместе со столом станка совершает еще один оборот и производится черновое и чистовое фрезерование плоскости «2». Обработанную заготовку рабочий снимает и складывает в тару обработанных заготовок. На столе станка закреплено в чередующемся порядке восемь приспособлений.

б) Указанная в пункте «а» обработка плоскостей «1» и «2» производится на двух отдельных карусельно-фрезерных станках модели 621. Причем на каждом из станков обрабатывается одна плоскость заготовки. Каждый станок оснащен восемью одинаковыми приспособлениями.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для пункта «а» составить эскизы обработки. Дать схему компоновки станка (вид в плане).

При каких условиях целесообразен тот или иной вариант обработки плоскостей.

Задача 1.11

а) На двух вертикально-протяжных полуавтоматах модели 7Б64 протягивается шлицевое отверстие в заготовке шестерни. На одном станке обработка ведется круглой протяжкой, а на другом – шлицевой.

б) На горизонтально-протяжном станке модели 7Б55 комбинированной протяжкой обрабатывается шлицевое отверстие шестерни в один проход без снятия протяжки.

в) На вертикально-протяжном полуавтомате модели 7В75Д, имеющем два ползуна и два поочередно подводимых стола, обрабатывается отверстие шестерни двумя протяжками - круглой и шлицевой.

г) На станке модели 7В75Д комплектом протяжек обрабатывается шатун и крышка шатуна. Обработке подвергаются полуотверстие, плоскости стыка и боковые поверхности.

Для всех вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы и дать эскизы обработки. Для пункта «б» привести состав и последовательность приемов работы, связанных с операцией [7].

Задача 1.12

а) На горизонтально-расточном станке модели 2620ВФ1, имеющем поворотный стол, совершающий продольное и поперечное перемещения, обрабатываются четыре отверстия одинаковых размеров в корпусной заготовке средних размеров. Обработка этих отверстий ведется с четырех сторон – по одному с каждой из сторон - наборами консольно закрепленных инструментов последовательно сверлом, расточным резцом, зенкером и разверткой. Закрепленная на столе заготовка поворачивается вместе с верхней частью стола на 90° . Переходы обработки с каждой из сторон установить (назначить) самостоятельно.

б) В заготовке крупной корпусной детали обрабатываются четыре отверстия одинаковых размеров на горизонтально-расточном станке модели 2651Ф1. Станок имеет поперечно-подвижную переднюю стойку и неподвижную плиту, на которой устанавливается заготовка. Обработка этих отверстий ведется с четырех сторон-по одному с каждой стороны - путем переустановки наборами консольно закрепленных инструментов последовательно сверлом, расточным резцом, зенкером и разверткой. Переходы обработки с каждой из сторон назначить самостоятельно.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы и дать эскизы обработки с одной из сторон.

Задача 1.13

а) Заготовку зубчатого колеса с заранее подготовленным отверстием устанавливают в патроне токарно-винторезного станка модели 1А616П по наружной поверхности левой ступицы и большому торцу. Проходным резцом

обтачивают поверхность обода зубчатого колеса до $\varnothing 190_{-0,3}$ мм напроход. Повернув резцедержатель, проходным упорным резцом обтачивают правую ступицу до $\varnothing 70$ мм. Повернув резцедержатель еще раз, подрезным резцом обтачивают правый торец обода зубчатого колеса и торец правой ступицы. Открепив заготовку, поворачивают её на 180° , и снова устанавливают и закрепляют на станке тем же способом. С другой стороны подрезным резцом последовательно подрезают второй торец обода зубчатого колеса и торец второй ступицы, обеспечивая ширину обода $22_{-0,28}$ мм, ширину второй ступицы 20 мм и общую ширину зубчатого колеса $54_{-0,5}$ мм.

б) В условиях массового производства на токарном многорезцовом одношпиндельном полуавтомате мод.1Н713 производится окончательная токарная обработка зубчатого колеса. Способ установки заготовки на шлицевой оправке по отверстию и с упором в левый торец.

С продольного суппорта одновременно обтачивают венец зубчатого колеса напроход до $\varnothing 190_{-0,3}$ мм и наружную поверхность ступицы до $\varnothing 70$ мм. С поперечного суппорта одновременно подрезают торцы обода зубчатого колеса, обеспечивая ширину обода $22_{-0,28}$ мм и ширину второй ступицы 20 мм и подрезают торец ступицы, обеспечивая общую ширину зубчатого колеса $54_{-0,5}$ мм.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы, составить схемы обработки.

Задача 1.14

а) Заготовка корпусной детали устанавливается на столе радиально-сверлильного станка модели 2М55. Вначале с помощью спирального комбинированного сверла выполняют последовательное сверление четырех отверстий диаметром 14 мм с зенкерованием фасок под углом 90° до диаметра 18 мм. Затем, поменяв инструмент, специальным хвостовым зенкером выполняют последовательное зенкерование четырех отверстий $\varnothing 15,7^{+0,12}$ мм. Далее, еще раз поменяв инструмент, выполняется последовательное развертывание четырех отверстий диаметром 16Н9 мм.

б) В условиях массового производства на 12-ти шпиндельном агрегатном вертикально-сверлильном станке обрабатываются четыре отверстия диаметром $16Н9^{+0,043}$ мм в корпусной детали. Обработка осуществляется на четырехпозиционном поворотном столе станка: I позиция – загрузочная; II позиция – сверление четырех отверстий диаметром 14 мм с зенкерованием фасок под углом 90° до диаметра 18 мм; III позиция – зенкерование четырех отверстий диаметром $15,7^{+0,12}$ мм; IV позиция – развертывание четырех отверстий диаметром 16Н9 мм. Все инструменты установлены в общей многошпиндельной коробке: сверла (4шт) спиральные комбинированные диаметром 14 мм; зенкеры (4шт) специальные хвостовые диаметром 15,7 мм; развертки (4шт) специальные машинные цельные для отверстий диаметром 16Н9 мм.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для условий пункта «б» дать схему расположения позиций агрегатного станка (вид в плане). Составить эскиз обработки для позиций II, III и IV.

Задача 1.15

а) На внутришлифовальном полуавтомате модели 3М225БФ2 с ЧПУ обрабатывается заготовка шестерни – сателлита с диаметром отверстия 46,2 мм и наружным диаметром 85 мм. Заготовка устанавливается в мембранном патроне.

Выполняется шлифование отверстия $\varnothing 46,2$ мм с припуском 0,30 мм на диаметр и подачей на глубину $S_t = 0,015$ мм/дв.ход, а также шлифуется торец сателлита $\varnothing 85$ мм с припуском 0,2 мм и подачей на глубину 0,02 мм/дв.ход. Обработка производится с измерением.

б) Отверстие заготовки шестерни – сателлита шлифуется на внутришлифовальном станке модели 3К227В, а торец шлифуется на плоскошлифовальном станке модели 3Е710А с крестовым (прямоугольным) столом. Режимы обработки и величины припусков на обработку те же, что и в пункте «а».

Для обработки на внутришлифовальном станке заготовка устанавливается в мембранном патроне, а для обработки на плоскошлифовальном станке – на магнитной плите.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для пунктов «а» и «б» дать эскизы обработки. Для пункта «а» привести состав и последовательность приемов управления станком, связанных с обработкой поверхности [7].

Задача 1.16

а) На круглошлифовальном полуавтомате модели 3К151ВФ20 с ЧПУ производится шлифование двух ступеней оси $\varnothing 45$ и $\varnothing 60$ мм с припусками на обработку для первой ступени 0,3 мм на диаметр, для второй – 0,4 мм на диаметр. Станок настроен так, что подача на глубину S_t составляет на двойной ход $-0,015$ мм/дв.ход для первой ступени и 0,02 мм/дв.ход для второй ступени.

Открепив заготовку, поворачивают её на 180° и снова устанавливают и закрепляют на станке. С другой стороны оси также выполняют шлифование двух ступеней. Диаметры ступеней, режимы шлифования и величины припусков на обработку те же, что и для первой стороны. Заготовка устанавливается в центрах и поводковом патроне.

б) Первую часть действий, связанную с обработкой оси с одной стороны, выполняют на круглошлифовальном станке модели 3М151. После этого заготовку передают на второй круглошлифовальный станок такой же модели, где производят обработку с другой стороны. Режимы обработки и величины

припусков на обработку те же, что и в пункте «а». Способ установки заготовки – в центрах с использованием хомутика.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы и составить схемы обработки.

Задача 1.17

Заготовка вала – шестерни имеет четыре ступени с возрастанием их диаметров от одного конца к другому, а со стороны её головки имеется глухое отверстие.

На фрезерно-центровальном станке модели МР-71 фрезеруют торцы заготовки, обеспечивая её длину равной 268_{-1,35} мм. Затем центруют заготовку со стороны её хвостовика с получением центрального отверстия с условным обозначением «Отв. центр. С6,3 ГОСТ 14034-74», а со стороны головки зенкуют внутреннюю базирующую фаску 5×30°. Способ установки заготовки – на призмы.

На токарном гидрокопировальном полуавтомате модели ЕМ473 с использованием левого ползуна предварительно обтачивают четыре ступени вала – шестерни Ø53, Ø62, Ø67 и Ø82 мм. На токарном станке заготовка устанавливается в центрах и поводковом патроне.

На этом же станке с использованием правого ползуна выполняется чистовое обтачивание этих же ступеней до Ø51,4; Ø60; Ø65; Ø80,6 и снимают три фаски 2×45° с первых трех ступеней.

На круглошлифовальном полуавтомате модели 3К151ВФ20 с ЧПУ выполняется предварительное шлифование первой и четвертой ступеней методом врезного шлифования. Скорость врезной подачи шлифовальной бабки составляет для Ø51,4 – 0,15 мм/мин, а для диаметра 80,6 мм -0,8 мм/мин. Чем вызваны разные величины подач врезного шлифования? Способ установки заготовки при шлифовании – в центрах с использованием хомутика.

Выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Выделить технологические переходы, составить схемы обработки.

Задача 1.18

а) Заготовку четырехступенчатого валика устанавливают в патроне на токарно-винторезном станке 1М61 и подрезным резцом обрабатывают правый торец заготовки, а центровочным сверлом центруют его с получением центрального отверстия с условным обозначением «Отв. цент. С6,3 ГОСТ 14034-74». Открепив заготовку, поворачивают её на 180°, и снова устанавливают и закрепляют на станке. Затем подрезают второй торец, обеспечивая длину заготовки равной 320 мм, и центруют её с другой стороны.

Проходным упорным резцом предварительно обтачивают три ступени до Ø60, Ø70 и Ø90 мм, вторым резцом снимают фаски размером 2×45° с каждой из ступеней; повернув резцедержатель, канавочным резцом прорезают канавки 1 и

2 между ступенями. Открепив заготовку, еще раз поворачивают её на 180° и еще раз устанавливают и закрепляют на станке. С другой стороны валика протачивают одну ступень $\varnothing 60$, снимают две фаски $2 \times 45^\circ$ и прорезают канавку 3.

б) Этот же валик в условиях массового производства вначале обрабатывается на фрезерно-центровальном станке МР-71, где фрезеруют торцы и центруют заготовку с двух сторон. Способ установки заготовки – на призмы.

На токарном гидрокопировальном полуавтомате модели 1719 с копировального суппорта предварительно обтачивают три ступени до $\varnothing 60$, $\varnothing 70$ и $\varnothing 90$ мм и снимают фаски с каждой из ступеней, а с поперечного суппорта прорезают канавки между ступенями.

На таком же полуавтомате с копировального суппорта предварительно обтачивают с другой стороны одну ступень $\varnothing 60$ мм и снимают фаску со ступени $\varnothing 90$ мм, а с поперечного суппорта прорезают канавку и снимают фаску с крайней ступени. При обработке на токарных станках заготовка устанавливается в центрах и поводковом патроне.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы, составить схемы обработки.

Задача 1.19

а) Заготовку пятиступенчатого валика устанавливают в патроне на токарно-винторезном станке модели 16С16А и подрезным резцом обрабатывают правый торец заготовки, а центровочным сверлом центруют его с получением центровочного отверстия с условным обозначением «Отв. центр. С6,3 ГОСТ 14034-74».

Открепив заготовку, поворачивают её на 180° , и снова устанавливают и закрепляют на станке. Затем подрезают второй торец, обеспечивая длину заготовки равной 420 мм, и центруют её с другой стороны.

Проходным упорным резцом предварительно обтачивают четыре ступени до $\varnothing 35$, $\varnothing 40$, $\varnothing 50$ и $\varnothing 70$ мм, повернув резцедержатель вторым резцом снимают фаски размером $2 \times 45^\circ$ с первой и четвертой ступени, еще раз повернув резцедержатель, канавочным резцом прорезают канавку между второй и третьей ступенями. Открепив заготовку, еще раз поворачивают её на 180° и еще раз устанавливают и закрепляют на станке. С другой стороны валика протачивают одну ступень $\varnothing 35$ мм и снимают две фаски $2 \times 45^\circ$.

б) Этот же валик в условиях крупносерийного производства вначале обрабатывается на фрезерно-центровальном станке МР-76, где фрезеруют торцы и центруют заготовку с двух сторон. Способ установки заготовки – на призмы.

На токарном многорезцовом полуавтомате модели 1Н713 с продольного суппорта предварительно обтачивают четыре ступени до $\varnothing 35$, $\varnothing 40$, $\varnothing 50$ и $\varnothing 70$

мм, а с поперечного суппорта снимают две фаски с первой и четвертой ступени и прорезают канавку.

На таком же полуавтомате с продольного суппорта предварительно обтачивают ступень $\varnothing 35$ мм, а с поперечного суппорта снимают две фаски $2 \times 45^\circ$. При обработке на токарных станках заготовка устанавливается в центрах и поводковом патроне.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы, составить схемы обработки.

Задача 1.20

а) На фрезерно-центровальном станке модели МР-76 в заготовке полого вала-шестерни вначале одновременно фрезеруют торцы и зенкеруют внутренние базирующие фаски с двух сторон. Способ установки заготовки – на призмы. Затем на специальном многолезцовом копировальном полуавтомате модели НТ502 предварительно обтачивают венец вала-шестерни. На том же станке предварительно подрезают торцы у венца вала-шестерни и окончательно подрезают торец со стороны его головки.

На станке НТ502 предварительно обтачивают шейку вала-шестерни со стороны его головки. Затем на станке НТ502 предварительно обтачивают поверхность хвостовика вала-шестерни и далее на таком же станке окончательно подрезают торцы венца вала-шестерни. При обработке на токарных станках заготовка устанавливается в грибковых центрах и поводковом патроне.

Передача заготовок от станка к станку производится в специальной таре по рольгангу.

б) Указанные в пункте «а» действия выполняются на автоматической линии, состоящей из фрезерно-центровального автомата и пяти токарных копировально-многолезцовых автоматов. Передача заготовок производится системой манипуляторов (роботов), расположенных над станками.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Дать схемы фрезерно-центровальной и токарной обработок.

Задача 1.21

а) Заготовку фланца устанавливают на токарно-винторезном станке модели 16К20 в трехкулачковом самоцентрирующем патроне по наружной цилиндрической поверхности А и большому торцу Б и обрабатывают проходным упорным резцом посадочную поверхность цилиндрического пояса В, этим же резцом подрезают правый крайний торец 1 и малый торец фланца 2; повернув резцедержатель, канавочным резцом прорезают канавку между малым торцом 2 и посадочным пояском В; повернув резцедержатель еще раз, фасочным резцом снимают фаски под углом 45° по центральному отверстию, а также по посадочному пояску В и по наружной цилиндрической поверхности А.

Затем заготовку открепляют, поворачивают ее на 180 ° и снова устанавливают на станке по уже обработанным поверхностям – цилиндрическому пояску В и малому торцу 2.

С другой стороны фланца протачивают цилиндрическую поверхность А, большой торец Б и две фаски под углом 45° по большому фланцу и по центральному отверстию.

б) Первую часть действий, связанную с обработкой фланца с одной стороны, выполняют на одном токарном станке. После этого заготовки передают на второй станок, где проводят обработку с другой стороны цилиндрической поверхности А, большого торца Г и двух фасок – по большому фланцу и центральному отверстию.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы, составить схемы обработки.

2 РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ШТУЧНОГО ВРЕМЕНИ

Решению задач должно предшествовать изучение теоретического материала по данной теме. Все необходимые сведения для решения второй задачи изложены в подразделе. 2.1. Внимательно изучите содержание этого подраздела и только потом приступайте к решению предложенных задач.

2.1 Основные расчётные формулы

Одним из основных требований при проектировании технологических операций является требование минимума затрат труда на ее выполнение. Критерием оценки трудоемкости для единичного, мелко-, средне- и крупносерийного производства является **норма штучно-калькуляционного времени** $T_{ш-к}$, мин, определяемая по формуле [1,3,4]:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + T_{п.з}/n_з, \quad (2.1)$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{п.з}$ – норма подготовительно-заключительного времени на партию обрабатываемых заготовок, мин;

$n_з$ – количество заготовок в обрабатываемой партии, шт.

При техническом нормировании в единичном и серийном производстве норма штучного времени $T_{шт}$, мин, подсчитывается по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_в + T_{обс} + T_{отд} = T_{оп} + T_{обс} + T_{отд}, \quad (2.2)$$

где T_o – основное (технологическое) время;

$T_в$ – вспомогательное время;

$T_{оп} = (T_o + T_в)$ – оперативное время;

$T_{обс}$ – время обслуживания рабочего места;

$T_{отд}$ – время перерывов на отдых и личные надобности.

Слагаемые штучного времени $T_{обс}$ и $T_{отд}$ в формуле (2.2) определяются в процентах к оперативному времени по таблицам нормативов по техническому нормированию [7].

В норму штучного времени не включаются затраты времени на работы, которые могут быть выполнены в течение автоматической работы оборудования, т.е. могут быть перекрыты основным временем.

При нормировании величина **подготовительно-заключительного** времени $T_{п.з}$ определяется по нормативам [7] с учетом типоразмера станка, приспособления, конструкции и массы обрабатываемой заготовки и т.п.

В условиях массового производства в качестве нормы времени принимается величина нормы штучного времени, определяемая по формуле [3]

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд}, \quad (2.3)$$

где $T_{тех}$ – время на техническое обслуживание рабочего места; рассчитывается по формулам, приведенным в нормативах по техническому нормированию [8];

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание рабочего места; определяется в процентах к оперативному времени по таблицам нормативов по техническому нормированию [8].

Основное время обработки T_o определяется расчетом после установления режимов резания по формуле

$$T_o = L_p i / S_m, \quad (2.4)$$

где L_p – расчетная длина рабочего хода инструмента, мм;

i – число рабочих ходов в данном переходе;

S_m – минутная подача инструмента (или заготовки) в направлении подачи, мм/мин.

Трансформация уравнения (2.4) для различных видов обработки приведена в справочниках [9,10].

Расчетная длина рабочего хода L_p , мм, определяется по формуле:

$$L_p = L_o + l_{вр} + l_{сх}, \quad (2.5)$$

где L_o – длина обрабатываемой поверхности (в направлении подачи)

$l_{вр}$, $l_{сх}$ – длина врезания и схода (перебега) инструмента; определяются расчетами или по справочникам [9,10].

Основное время T_o на выполнение операции зависит от схемы ее построения [1,3,4,5]. Так, при **последовательном** выполнении переходов в **одноместных** операциях основное время включает сумму времени выполнения всех переходов:

$$T_o = \sum_{i=1}^n t_{oi}, \quad i = 1 \dots n, \quad (2.6)$$

где n – количество переходов.

При **параллельной** схеме обработки основное время выполнения операции определяется длительностью наиболее продолжительного (лимитирующего) перехода $T_{о.л.}$, т.е.

$$T_o = T_{о.л.}, \quad (2.7)$$

При *параллельно-последовательной* схеме основное время состоит из суммы последовательно выполняемых в позициях лимитирующих переходов:

$$T_o = \sum_{i=1}^n t_{o.l.i} \quad (2.8)$$

Вспомогательное время T_v операций в единичном и серийном производстве определяется по формуле

$$T_v = T_{yc} + T_{пер} + T_{изм} \quad (2.9)$$

где T_{yc} – время установки и снятия заготовки;

$T_{пер}$ – время, связанное с выполнением перехода (или операции) или с обработкой поверхности;

$T_{изм}$ – время на контрольные измерения.

Элементы вспомогательного времени T_{yc} , $T_{пер}$, $T_{изм}$ в формуле (2.9) определяются по таблицам нормативов по техническому нормированию [7].

Вспомогательное время T_v операций в массовом производстве рассчитывается по формуле

$$T_v = T_{yc} + T_{упр} + T_{изм} \quad (2.10)$$

где $T_{упр}$ – время на приемы управления станком.

Слагаемые вспомогательного времени T_{yc} , $T_{упр}$, $T_{изм}$ в формуле (2.10) определяются по таблицам нормативов по техническому нормированию [8].

Для данной схемы обработки (см. рисунки) и для заданных режимных параметров вычислить норму штучно-калькуляционного (если тип производства единичный, мелко-, средне- или крупносерийный) или штучного (если тип производства массовый) времени выполнения технологических операций.

Задача 2.1

На токарно-винторезном станке модели 1М61 обтачивается поверхность вала диаметром 60 мм (рисунок 2.1) проходным резцом с главным углом в плане $\phi=30^\circ$ и глубиной резания $t = 7$ мм. Длина поверхности $L = 100$ мм. Режимы обработки: скорость резания $V = 75$ м/мин; подача $S = 0,5$ мм/об.

Производство мелкосерийное. Способ установки заготовки – в центрах с надеванием хомутика. Способ подвода пиноли задней бабки – вращением маховика. Вес заготовки – 1,5 кг. Объем партии заготовок 100 штук.

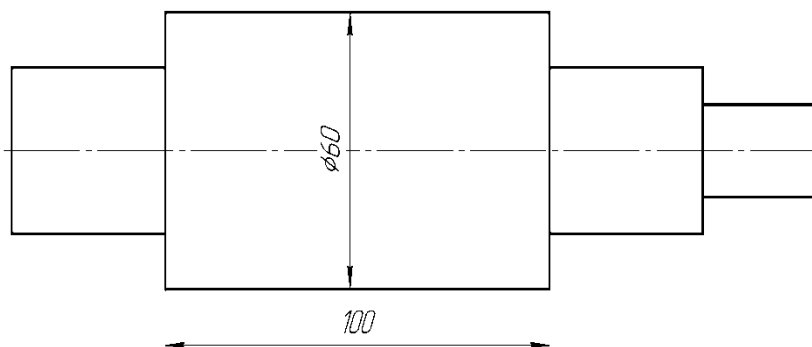


Рисунок 2.1- Деталь – валик

Задача 2.2

На токарно-винторезном станке модели 16К20 обрабатывается поверхность диаметров d_1 , d_2 и d_3 (рисунок 2.2) резцом с углом в плане $\varphi = 90^\circ$, прорезаются канавки шириной $b = 3$ мм и глубиной 2 мм. Глубина резания $t_1 = t_2 = t_3 = 4$ мм, $d_1 = 50$ мм, $d_2 = 40$ мм, $d_3 = 25$ мм, $l_1 = 75$ мм, $l_2 = 40$ мм, $l_3 = 150$ мм. Режимы обработки: при обтачивании – скорость резания $V = 100$ м/мин, подача $S = 0,4$ мм/об, при прорезании канавок – $V = 50$ м/мин, $S = 0,05$ мм/об. Переходы выполняются последовательно.

Производство – среднесерийное. Способ установки заготовки – в центрах с надеванием хомутика. Способ подвода пиноли задней бабки – пневматическим устройством. Вес заготовки – 1,0 кг. Размер партии заготовок 600 штук.

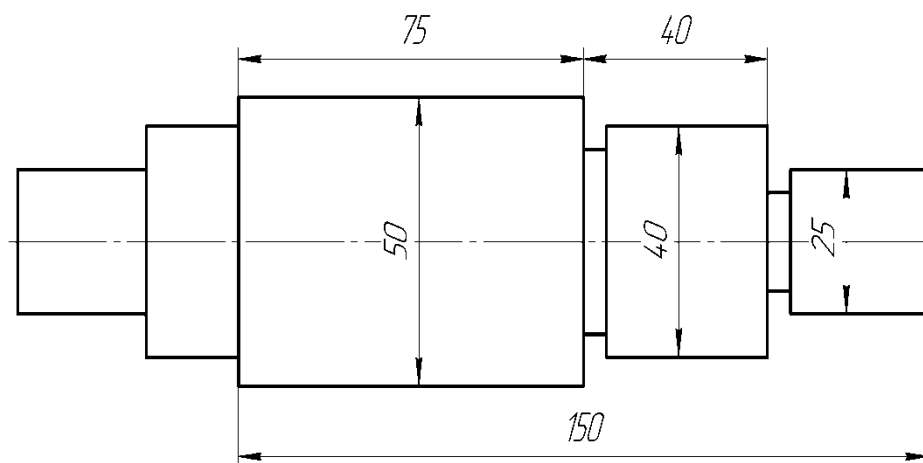


Рисунок 2.2 – Деталь – валик

Задача 2.3

На вертикально-сверлильном станке модели 2Н135 в заготовке шестерни (рисунок 2.3) сверлится отверстие $d_1 = 25$ мм и затем рассверливается до $d = 35$ мм. Сверла из стали Р6М5 с углом $2\varphi = 118^\circ$. Длина отверстия $l_d = 75$ мм.

Режимы резания:

а) при сверлении: скорость резания $V = 25$ м/мин, подача $S_0 = 0,25$ мм/об.

б) при рассверливании $V = 25$ м/мин, $S_0 = 0,4$ мм/об.

Производство мелкосерийное. Способ установки заготовки – в самоцентрирующемся патроне на столе станка (вертикальная ось патрона). Вес заготовки – 2,3 кг. Объем партии заготовок 200 штук.

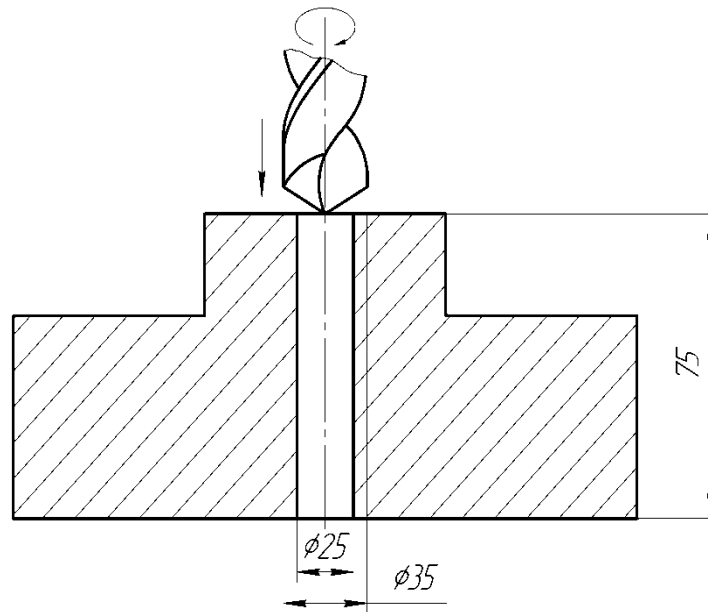


Рисунок 2.3 – Схема обработки

Задача 2.4

На радиально-сверлильном станке модели 2М55 в заготовке литой корпусной детали (рисунок 2.4) обработать 10 отверстий в следующей последовательности: сверлить отверстие до диаметра 10 мм, зенковать фаску $2 \times 45^\circ$, нарезать резьбу М12×1,5.

1. Сверление - сверло $\text{Ø}10$ мм, Р6М5, $V = 15$ м/мин, $S = 0,12$ мм/об.
2. Зенкование фаски - зенкер конический Р6М5, подача – ручная - 50 мм/мин.
3. Нарезание резьбы – метчик машинный М12×1,5; $V = 5$ м/мин.

Производство среднесерийное. Способ установки заготовки – вручную на столе станка по обработанной поверхности без выверки с креплением болтами и планками. Вес заготовки 6,5 кг. Размер партии заготовок 800 штук.

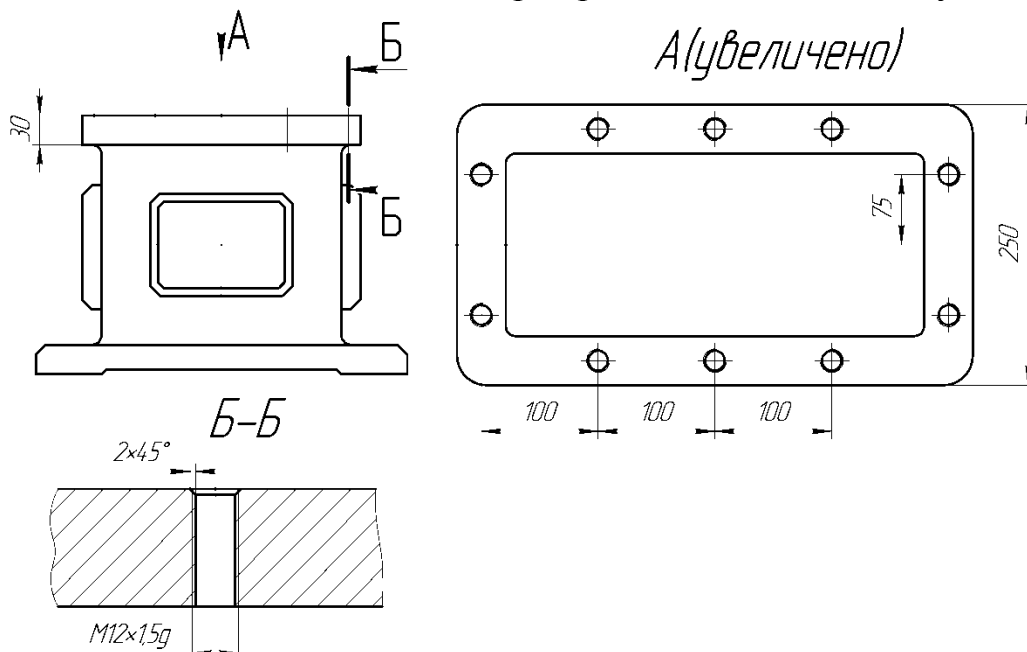


Рисунок 2.4 – Заготовка корпусной детали

Задача 2.5

На вертикально-фрезерном станке модели 6P11 фрезеровать торцевой фрезой плиту размерами $L \times B \times H = 150 \times 75 \times 50$ мм (рисунок 2.5). Диаметр фрезы $D_{фр} = 200$ мм, материал режущей части ножей фрезы – Т15К6.

Режимы обработки: скорость резания $V = 125$ м/мин, подача на зуб $S_z = 0,15$ мм/зуб, число зубьев фрезы $Z_u = 12$ зубьев, глубина резания $t = 5$ мм; главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$.

Сравнить изменение величины врезания $l_{вр}$, если заготовку устанавливать, повернув её на 90° , или, если ведется несимметричное фрезерование, т.е. $B_1 = 50$ мм, а $B_2 = 25$ мм.

Производство крупносерийное. Способ установки – в тисках пневматическим зажимом по обработанной поверхности без выверки. Вес детали 4,5 кг. Объем партии заготовок 6000 штук.

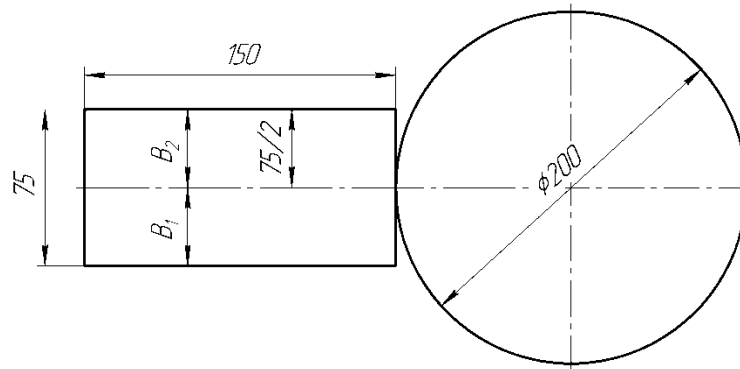


Рисунок 2.5- Схема фрезерования

Задача 2.6

На горизонтально-фрезерном станке модели 6М82Г в плите обработать паз (рисунок 2.6) дисковой трехсторонней фрезой $D_{ф} = 150$ мм.

Режимы обработки: скорость резания $V = 75$ м/мин, подача на зуб $S_z = 0,05$ мм/зуб, число зубьев фрезы $Z_u = 10$ зубьев. В расчетах принять: $L = 200$ мм, $l_1 = 100$ мм, $b = 12$ мм, $H = 40$ мм. Производство мелкосерийное. Способ установки заготовки – в тисках с винтовым зажимом по обработанной поверхности без выверки. Вес заготовки 5 кг. Размер партии заготовок 300 штук.

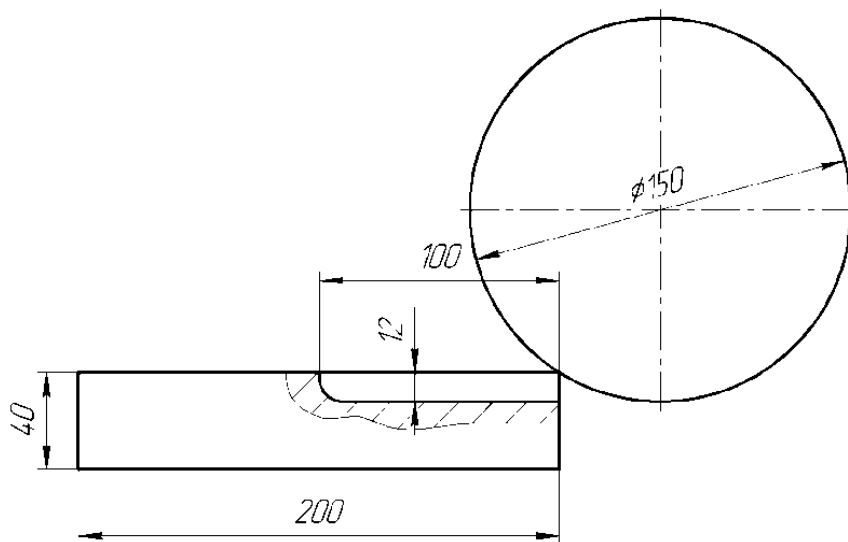


Рисунок 2.6 – Схема обработки паза

Задача 2.7

На зубофрезерном станке модели 5К324А производится черновое и чистовое нарезание зубьев дисковых шестерен (рисунок 2.7). Исходные данные: модуль зубьев шестерни $m = 5$ мм, число зубьев шестерни $Z_{ш} = 40$, ширина (высота) шестерни $l = 30$ мм. Применяется однозаходная червячная модульная фреза диаметром $D_{ф} = 150$ мм.

Режимы обработки:

а) Черновое нарезание зубьев: $V = 25$ м/мин, $S_0 = 2,0$ мм/об.стола, $h = 2,0m$.

б) Чистовое нарезание зубьев: $V = 30$ м/мин, $S_0 = 1,0$ мм/об. стола, $h = 0,2m$.

Определить, как изменится основное время T_0 чернового фрезерования, если обработку вести «пакетом» по 4 заготовки. Производство массовое. Способ установки заготовки – на гладкой концевой оправке с креплением гайкой и быстросменной шайбой (вертикальная ось оправки). Вес детали 1,5 кг.

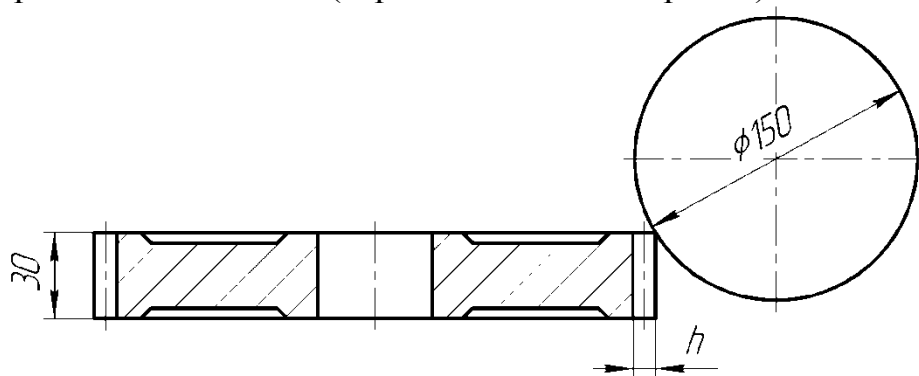


Рисунок 2.7- Эскиз обработки зубьев

Задача 2.8

На токарно-винторезном станке модели 16Б16А в заготовке диска (рисунок 2.8) производится черновое и чистовое растачивание отверстия до

Ø100h9 длиной $l = 50$ мм, а также обработка двух выточек до Ø115h11 на глубину $b = 5$ мм.

Режимы обработки:

1. Черновое растачивание - скорость резания $V = 60$ м/мин, подача $S_o = 0,5$ мм/об, глубина резания $t = 5$ мм, главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$.

2. Чистовое растачивание – $V = 140$ м/мин, $S_o = 0,15$ мм/об, $t = 1$ мм, $\varphi = 30^\circ$.

3. Обработка выточек – $V = 45$ м/мин, $S_o = 0,25$ мм/об, $t = 7,5$ мм, $\varphi = 90^\circ$.

Производство мелкосерийное. Способ установки заготовки – в патроне с креплением ключом без выверки. Вес заготовки 2кг. Размер партии заготовок 400 штук.

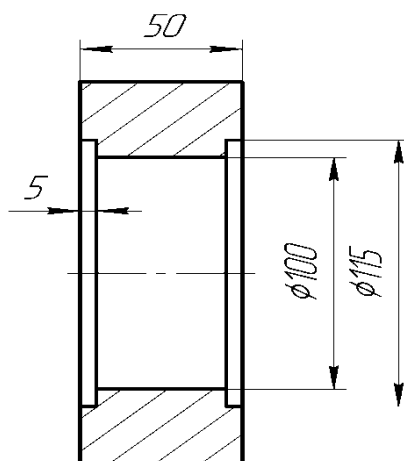


Рисунок 2.8 - Эскиз детали – диск

Задача 2.9

На круглошлифовальном станке модели 3Б161 выполняется чистовое шлифование последовательно трех ступеней вала (рисунок 2.9) диаметрами $d_1 = 40$ мм, $d_2 = 60$ мм и $d_3 = 80$ мм и длинами $l_1 = 50$ мм, $l_2 = 70$ мм и $l_3 = 90$ мм соответственно. Ширина шлифовального круга $B_k = 30$ мм. Режимы обработки следующие:

1. Частота вращения заготовки $n_{заг} = 150$ мин⁻¹.

2. Продольная подача $S_{прод} = \alpha \cdot B_k$, где $\alpha = 0,3$.

3. Подача на глубину $S_t = 0,01$ мм/дв. ход.

4. Припуск на сторону : $z_1 = 0,4$ мм, $z_2 = 0,3$ мм и $z_3 = 0,25$ мм.

Производство среднесерийное. Способ установки заготовки – в центрах с надеванием хомутика. Способ подвода пиноли задней бабки – пневматическим устройством. Вес заготовки 1,5 кг. Объем партии заготовок 1000 штук.

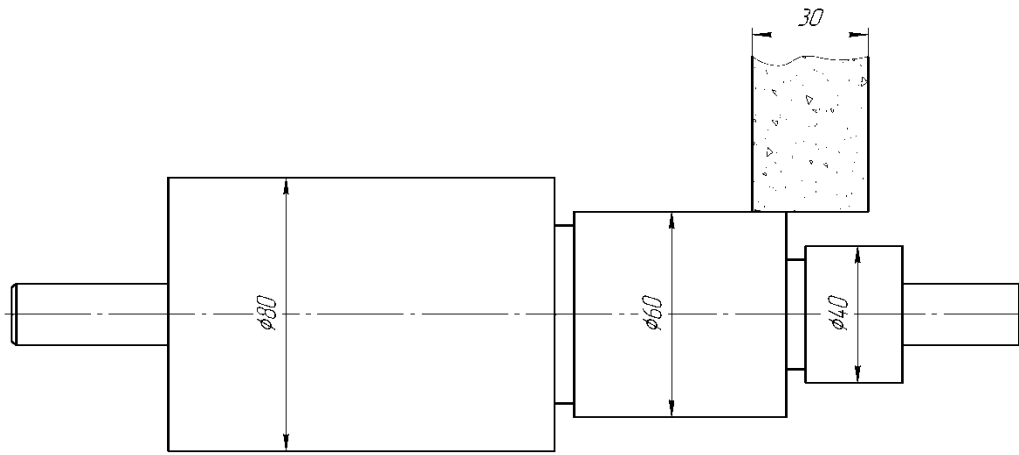


Рисунок 2.9 - Эскиз обработки вала

Задача 2.10

На внутришлифовальном станке модели 5К227В выполняется черновое шлифование отверстия втулки (рисунок 2.10) диаметром $D = 60$ мм и длиной $L = 120$ мм. Ширина круга $B_k = 40$ мм. Режимы обработки:

1. Частота вращения заготовки $n_{заг} = 180$ мин⁻¹.
2. Продольная подача $S_{прод.} = \alpha \cdot B_k$, где $\alpha = 0,4$.
3. Подача на глубину $S_t = 0,005$ мм/дв. ход.
4. Припуск на сторону $z = 0,3$ мм.

Производство среднесерийное. Способ установки детали – в патроне с креплением пневматическим зажимом без выверки. Вес детали 0,8 кг. Объем партии заготовок 2500 штук.

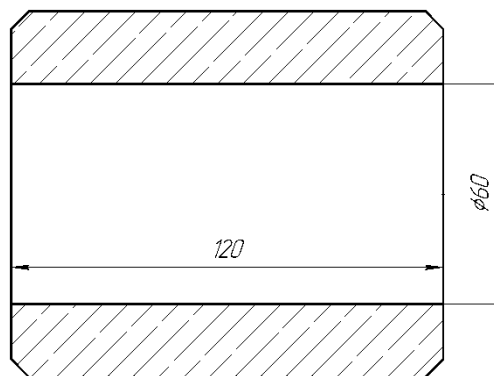


Рисунок 2.10 - Эскиз детали – втулка

Задача 2.11

На вертикально-протяжном станке модели 7Б66 последовательно двумя протяжками протягивают цилиндрическое и шлицевое отверстие $D = 40$ мм (рисунок 2.11). Длина ступицы шестерни $L = 60$ мм. Общая длина первой протяжки $L_1 = 600$ мм, а второй – $L_2 = 1000$ мм. Длина переднего хвостовика $L_{хв.п} = 160$ мм, а заднего – $L_{хв.з} = 100$ мм.

Режимы обработки: $V_{рез} = V_{p.x} = 2$ м/мин, $V_{x.x} = 14$ м/мин.

Решить эту же задачу, если обработка ведется на протяжном станке с двумя ползунами и переустановкой заготовки. Производство массовое. Способ

установки заготовки – на горизонтальную установочную плоскость открытого типа. Вес детали 2,5 кг.

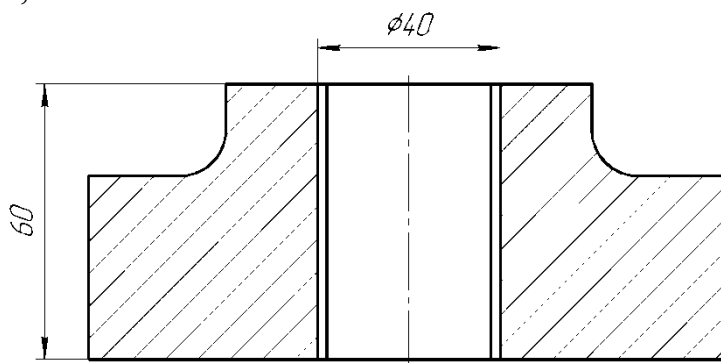


Рисунок 2.11 - Эскиз детали – шестерни

Задача 2.12

На радиально-сверлильном станке модели 2М55 производится торцовое зенкерование (цекование) десяти бобышек крышки корпуса и последовательно снимаются фаски в отверстиях $1,5 \times 45^\circ$ коническим зенкером (рисунок 2.12). Габаритные размеры крышки $L \times B = 600 \times 400$ мм. Зенкеры имеют переднее направление по $\phi 14$ мм.

Режимы обработки:

1. Скорость резания $V_{рез} = 20$ м/мин.
2. Толщина снимаемого слоя металла с торца бобышки $h = 6$ мм.
3. Подача ручная со скоростью $S_m = 60$ мм/мин. Режимы одинаковы для обоих переходов обработки.

Производство среднесерийное. Способ установки детали – вручную на столе по обработанной поверхности без выверки с креплением болтами и планками. Вес детали 8 кг. Размер партии заготовок 1500 штук.

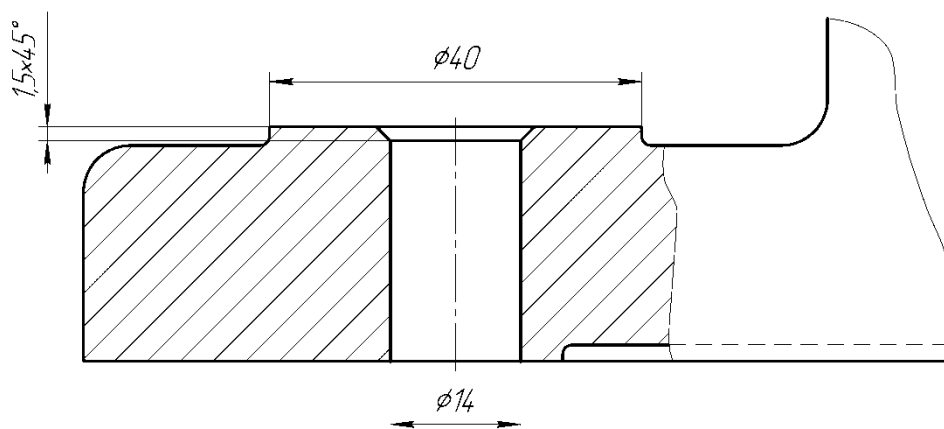


Рисунок 2.12 - Эскиз обработки бобышки

Задача 2.13

На токарно–револьверном станке модели 1П356 обработать отверстие D (рисунок 2.13) в следующей последовательности:

а) сверлить отверстие до $\text{Ø}30$ мм; б) зенкеровать отверстие предварительно до $\text{Ø}33$ мм; в) зенкеровать отверстие начисто до $\text{Ø}34,5$ мм; г) развернуть отверстие до $\text{Ø}35$ мм.

Режимы резания:

1. Сверление - $V_{рез} = 15$ м/мин, $S_o = 0,4$ мм/об.
2. Зенкерование черновое и чистовое – $V = 25$ м/мин, $S_o = 0,1$ мм/об.
3. Развертывание - $V = 10$ м/мин, $S_o = 0,05$ мм/об.

Производство среднесерийное. Способ установки детали – в патроне с креплением пневматическим зажимом без выверки. Вес детали 3,2 кг. Объем партии заготовок 2000 штук.

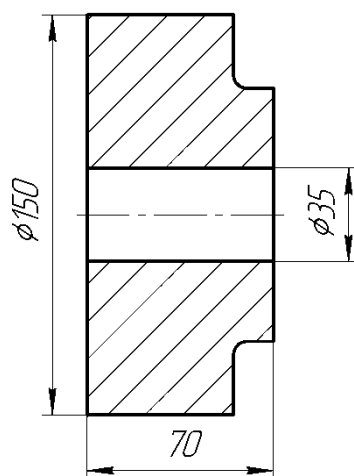


Рисунок 2.13 – Эскиз детали

Задача 2.14

На многорезцовом полуавтомате модели 1А730 обточить три ступени вала и подрезать три торца одновременно (рисунок 2.14). Размеры следующие: $d_1 = 100$ мм, $d_2 = 70$ мм, $d_3 = 50$ мм, $l_1 = 50$ мм, $l_2 = 70$ мм, $l = 200$ мм.

Режимы обработки: $V = 50$ м/мин, $S_{прод} = 0,4$ мм/об. Глубина резания при продольном точении $t = 2$ мм.

Дать схему инструментальной наладки станка. Производство массовое. Способ установки детали – в центрах. Способ подвода центра задней бабки и крепления пиноли – рукояткой пневматического зажима. Вес детали 3 кг.

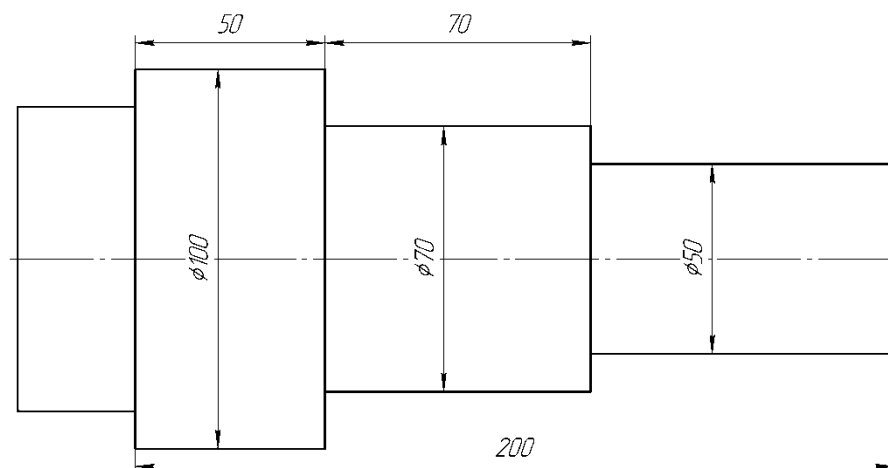


Рисунок 2.14 - Эскиз детали- вал

Задача 2.15

На вертикально – фрезерном станке модели 6P12 фрезеровать квадрат из круга $\text{Ø}140$ мм на длине $l = 200$ мм (рисунок 2.15). Используется торцовая фреза диаметром $D_{фр.} = 150$ мм, число зубьев фрезы $Z_u = 12$, материал режущих пластин фрезы – твердый сплав Т15К6, главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$

Режимы резания: $V_{черн} = 100$ м/мин, $S_z = 0,2$ мм/зуб, $V_{чист} = 150$ м/мин, $S_z = 0,08$ мм/зуб.

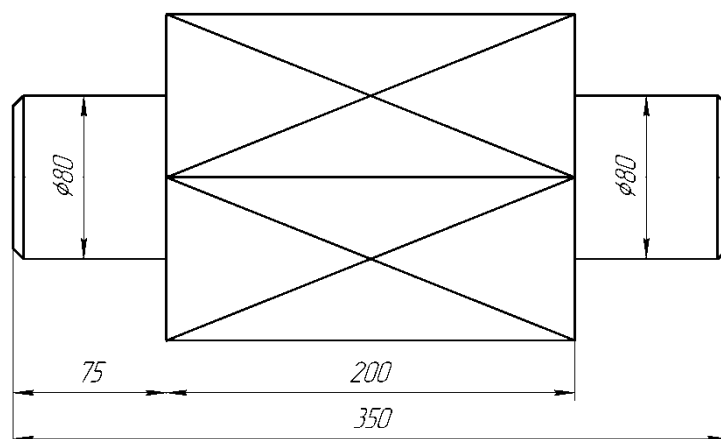


Рисунок 2.15 - Эскиз детали

Заготовка установлена в приспособлении, позволяющем поворачивать ее на 90° . Установить число рабочих ходов, исходя из того, что глубина резания не более 8 мм. Производство среднесерийное. Способ установки детали – в центрах с надеванием хомутика. Способ подвода пиноли задней бабки – вращением маховичка. Вес детали 7 кг. Объем партии заготовок 3000 штук.

Задача 2.16

На токарно-винторезном станке модели 16K20 производится предварительное нарезание резцом напроход наружной метрической треугольной резьбы $M60 \times 4-8g$; длина резьбы $L = 80$ мм (рисунок 2.16). Режущий инструмент – резьбовой резец для метрической резьбы, Т15К6; угол

профиля резца 60° . Режимы обработки: скорость резания $V = 94,2 \text{ м/мин}$; подача $S = 4,0 \text{ мм/об}$.

Производство мелкосерийное. Способ установки детали – в патроне с поджимом центром задней бабки при подводе пиноли вращением маховичка. Вес детали 1 кг. Размер партии заготовок 400 штук.

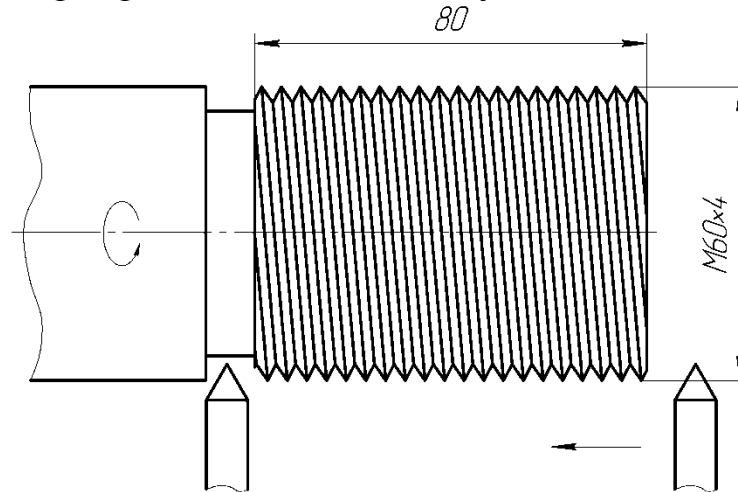


Рисунок 2.16 – Эскиз нарезания резьбы

Задача 2.17

На токарно-винторезном станке модели 16К20 производится обточка напроход за два рабочих хода шейки вала $D = 66 \text{ мм}$ до $d = 60 \text{ мм}$ на длине $L = 300 \text{ мм}$ (рисунок 2.17). Способ установки заготовки – в центрах без надевания хомутика. Режущий инструмент: токарный проходной прямой резец, Т15К6; главный угол в плане $\varphi = 60^\circ$. Режимы обработки: подача $S_0 = 0,57 \text{ мм/об}$, скорость резания $V = 131 \text{ м/мин}$.

Производство среднесерийное. Способ подвода пиноли задней бабки – пневматическим устройством. Вес детали 3 кг. Объем партии заготовок 4000 штук.

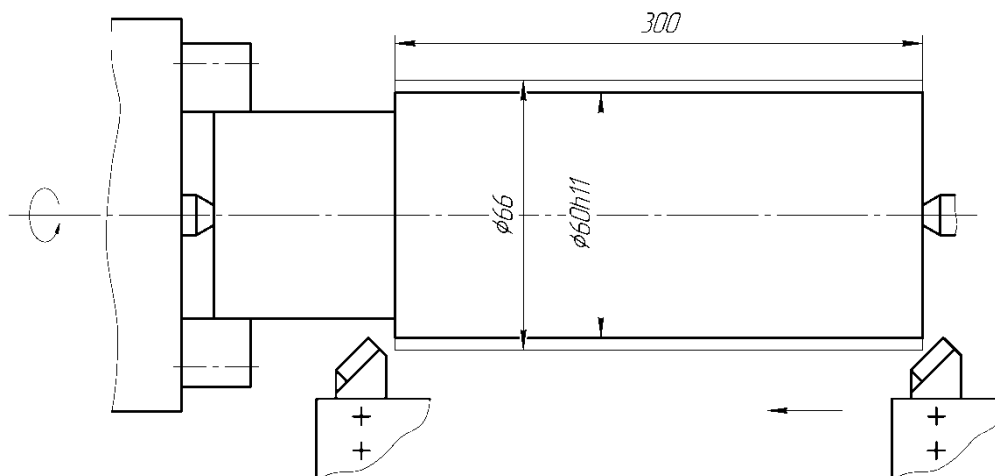


Рисунок 2.17 – Эскиз обработки вала

Задача 2.18

На вертикально-сверлильном станке модели 2Н135 сверлят сквозное отверстие диаметром $D = 28\text{мм}$ на глубину $L = 120\text{мм}$ (рисунок 2.18). Режущий инструмент: сверло спиральное, Р6М5; угол сверла $2\varphi = 118^\circ$. Режим обработки: подача $S_0 = 0,4\text{мм/об}$, скорость резания $V = 22\text{м/мин}$.

Производство мелкосерийное. Способ установки детали – в самоцентрирующем патроне на столе станка (вертикальная ось патрона). Вес детали 1,5 кг. Размер партии заготовок 450 штук.

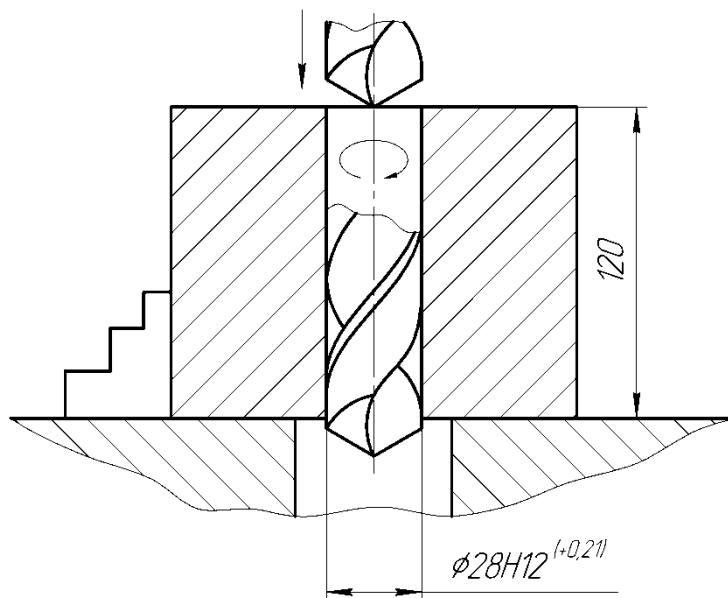


Рисунок 2.18 – Эскиз обработки отверстия

Задача 2.19

На вертикально-сверлильном станке модели 2Н135 рассверливают сквозное отверстие диаметром $d = 20\text{мм}$ до диаметра $D = 50\text{мм}$ на глубину $L = 70\text{мм}$ (рисунок 2.19). Режущий инструмент: сверло спиральное, Р6М5; угол сверла $2\varphi = 118^\circ$. Режимы обработки: подача $S_0 = 0,56\text{мм/об}$; скорость резания $V = 19\text{м/мин}$.

Производство мелкосерийное. Способ установки детали – в самоцентрирующем патроне на столе станка (вертикальная ось патрона). Вес детали 1,2 кг. Объем партии заготовок 350 штук.

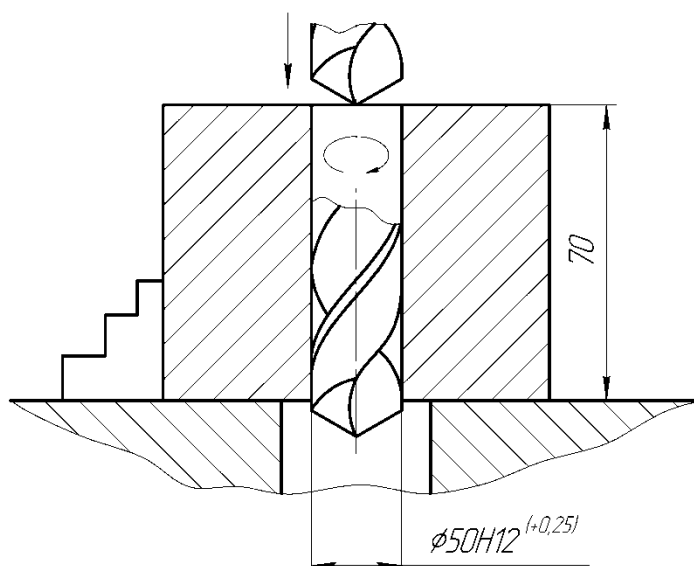


Рисунок 2.19 – Эскиз обработки

Задача 2.20

На вертикально-сверлильном станке модели 2Н135 зенкеруют сквозное отверстие диаметром $d = 37\text{ мм}$ до диаметра $D = 40H11^{(+0,16)}$ на глубину $L = 50\text{ мм}$ (рисунок 2.20). Режущий инструмент – насадной зенкер, Р6М5; главный угол в плане $\varphi = 60^\circ$. Режимы обработки: подача $S_0 = 0,56\text{ мм/об}$, скорость резания $V = 22\text{ м/мин}$.

Производство мелкосерийное. Способ установки детали – в самоцентрирующем патроне на столе станка (вертикальная ось патрона). Вес детали 1,0 кг. Размер партии заготовок 250 штук.

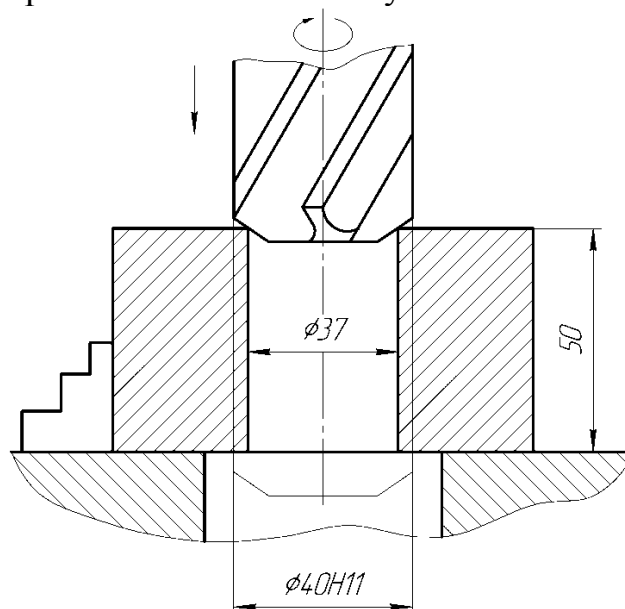


Рисунок 2.20 – Эскиз обработки

Задача 2.21

На вертикально-сверлильном станке модели 2Н135 развертывают

сквозное отверстие диаметром $d = 44,7\text{мм}$ до диаметра $D = 45H9(+0,062)$ на глубину $L = 60\text{мм}$ (рисунок 2.21). Режущий инструмент – машинная насадная развертка с напаянными пластинами из твердого сплава Т15К6; главный угол в плане $\varphi = 15^\circ$. Режимы обработки: подача $S_0 = 0,78\text{мм/об}$, скорость резания $V = 48\text{м/мин}$.

Производство мелкосерийное. Способ установки детали – в самоцентрирующем патроне на столе станка (вертикальная ось патрона). Вес детали 0,8 кг. Объем партии заготовок 150 штук.

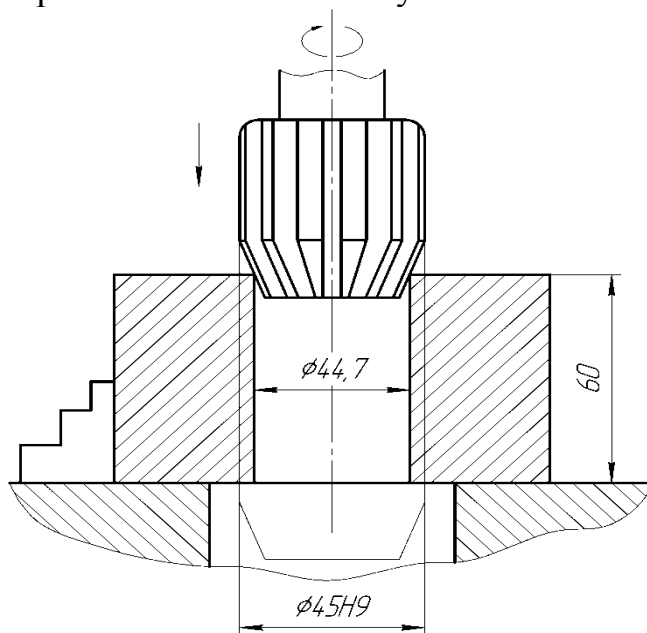


Рисунок 2.21 – Эскиз обработки

Задача 2.22

На вертикально-фрезерном станке модели 6Т13 производится торцовое фрезерование плоской поверхности шириной $B = 100\text{мм}$ и длиной $L = 320\text{мм}$; припуск на обработку $h = 4\text{мм}$ (рисунок 2.22). Режущий инструмент – фреза торцовая со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава ВК8, главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$. Диаметр фрезы $D = 160\text{мм}$. Припуск снимается за один рабочий ход. Число зубьев фрезы $Z = 16$. Режимы обработки: подача на зуб $S_z = 0,29\text{мм/зуб}$; скорость резания $V = 63\text{м/мин}$.

Производство среднесерийное. Способ установки детали – в тисках с пневматическим зажимом по обработанной поверхности с выверкой рейсмусом. Вес детали 2,8 кг. Размер партии заготовок 4500 штук.

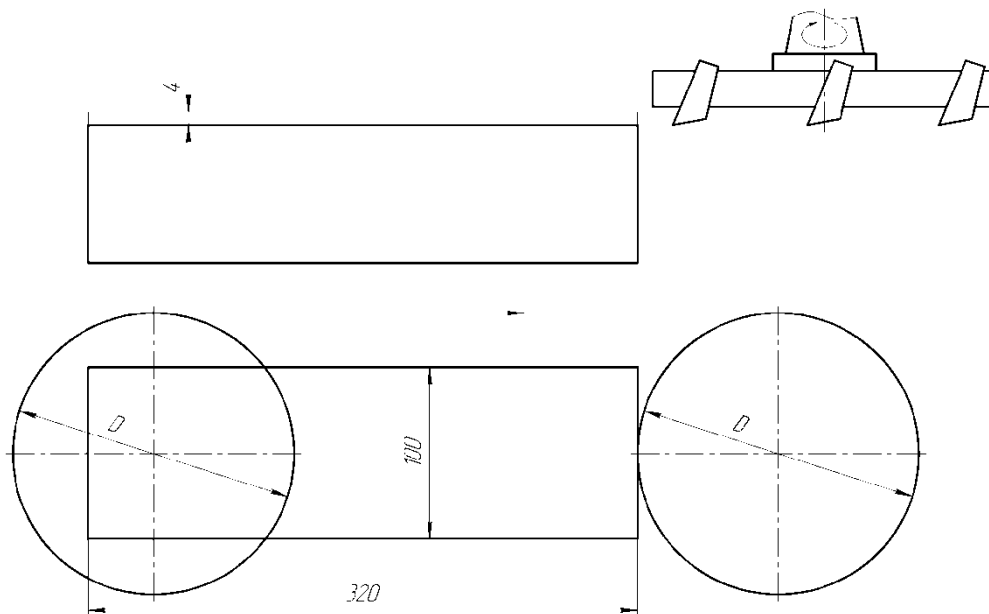


Рисунок 2.22 – Эскиз обработки

Задача 2.23

На круглошлифовальном станке модели 3М131 выполняется черновое шлифование напроход участка вала диаметром $d = 40h6_{(-0,016)}$ и длиной $L = 210\text{ мм}$ (рисунок 2.23). Припуск на сторону $z = 0,2\text{ мм}$. Режущий инструмент – шлифовальный круг шириной (высотой) $B_K = 63\text{ мм}$. Режимы обработки: частота вращения заготовки $n_3 = 280\text{ мин}^{-1}$, продольная подача $S_0 = 18,9\text{ мм/об}$, глубина шлифования $t = 0,005\text{ мм}$, поправочный коэффициент, учитывающий время на «выхаживание» $K = 1,4$.

Производство крупносерийное. Способ установки детали – в центрах с надеванием хомутика. Способ подвода пиноли задней бабки – пневматическим устройством. Вес детали 2,8 кг. Объем партии заготовок 7000 штук.

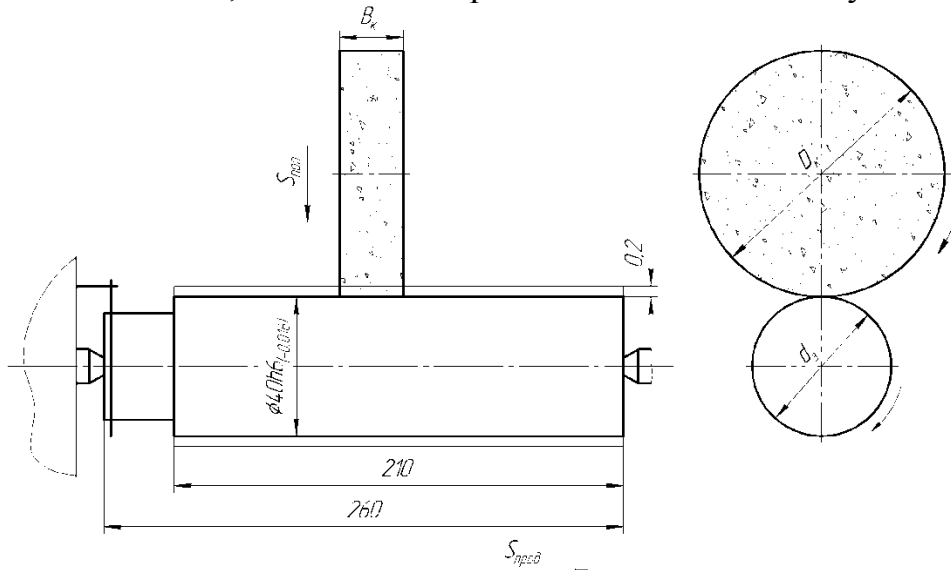


Рисунок 2.23 – Эскиз обработки вала

Задача 2.24

На внутришлифовальном станке модели 3К228В шлифуется сквозное отверстие диаметром $D_3 = 60H7(+0,03)$ и длиной $L = 60\text{мм}$ (рисунок 2.24). Припуск на сторону $Z = 0,2\text{ мм}$. Режущий инструмент – шлифовальный круг шириной (высотой) $B_k = 50\text{мм}$. Режимы обработки: продольная подача $V_{\text{спрод}} = 3200\text{мм/мин}$, глубина шлифования $t = 0,0025\text{мм/дв.ход}$, поправочный коэффициент, учитывающий время на «выхаживание» $K=1,4$.

Производство крупносерийное. Способ установки детали – в патроне с креплением пневматическим зажимом без выверки. Вес детали 1,0 кг. Размер партии заготовок 6500 штук.

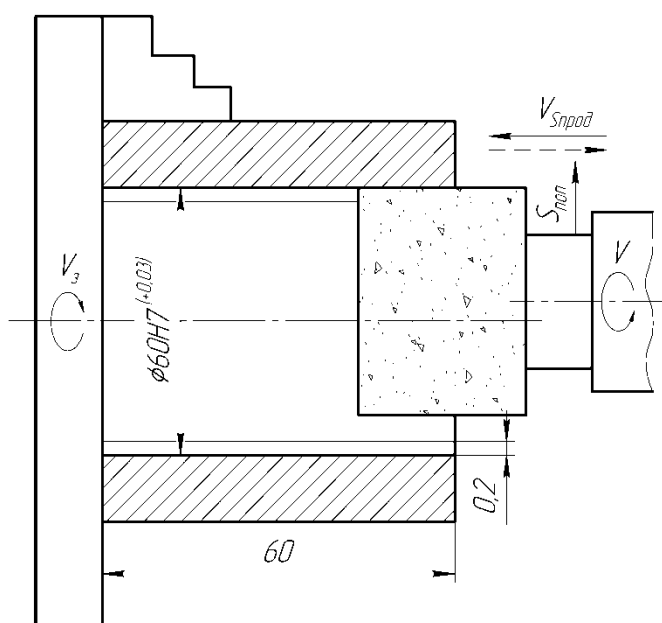


Рисунок 2.24 – Эскиз обработки втулки

Задача 2.25

На плоскошлифовальном станке с прямоугольным столом модели 3П722 шлифуется плоская поверхность планки шириной $B = 110\text{мм}$ и длиной $L = 280\text{мм}$ (рисунок 2.25). Припуск на сторону $Z = 0,35\text{ мм}$. На магнитном столе станка установлены шесть заготовок (в два ряда, по три заготовки в каждом). Режущий инструмент - шлифовальный круг высотой (шириной) $B_k = 80\text{мм}$. Режимы обработки: скорость заготовки (скорость движения продольной подачи) $V_3 = 16\text{м/мин}$; поперечная подача круга $S_{\text{поп}} = 20\text{ мм/дв.ход}$; глубина шлифования $t = 0,01\text{мм}$; K – поправочный коэффициент, учитывающий время на «выхаживание» $K=1,4$.

Производство массовое. Способ установки детали – на магнитном столе. Вес детали 3 кг.

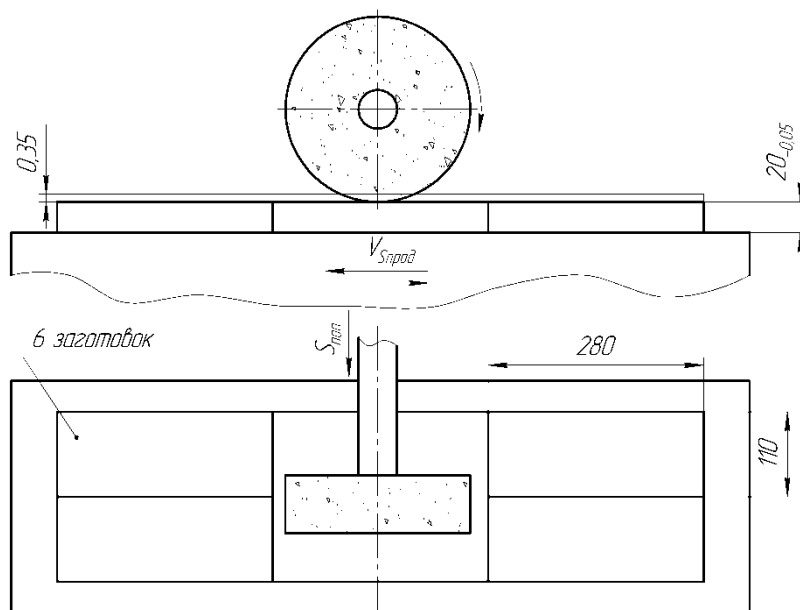


Рисунок 2.25 – Эскиз обработки планок

3. РАЗРАБОТКА СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ И РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ БАЗИРОВАНИЯ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Решению задач должно предшествовать изучение теоретического материала по данной теме. Все необходимые сведения для решения третьей задачи изложены в подразделе 3.1. Внимательно изучите содержание этого подраздела и только потом приступайте к решению предложенных задач.

3.1 Основные теоретические положения

Обеспечение заданной точности механической обработки с использованием приспособлений в значительной мере зависит от выбора технологических баз и схемы установки заготовок (ГОСТ 21495-76 «Базирование и базы в машиностроении»). Обработка заготовок в приспособлениях на предварительно настроенных станках (способ автоматического получения размеров) исключает разметку заготовок и последующую выверку их положения на станке. Однако при этом возникает погрешность установки заготовки

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_z^2} + \varepsilon_{п.з}, \quad (3.1)$$

где - ε_b – погрешность базирования;

ε_z – погрешность закрепления;

$\varepsilon_{п.з}$ – погрешность положения заготовки;

$$\varepsilon_{n.з} = \sqrt{\varepsilon_{yc}^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_c^2}, \quad (3.2)$$

где ε_{yc} – погрешность, вызываемая неточностью изготовления и сборки установочных элементов приспособления;

ε_u – погрешность, вызываемая износом установочных элементов приспособления;

ε_c – погрешность установки приспособления на станке.

Допуск выполнения заданных размеров l может быть определен как

$$T_l = \varepsilon_y + \omega, \quad (3.3)$$

где ω – средняя экономическая точность обработки на металлорежущих станках, данные о которой приведены в работах [11,12].

Для принятых метода обработки и схемы установки заготовки ожидаемое расчетное значение допуска T_l должно быть меньше заданного $[T_l]$:

$$T_l \leq [T_l]. \quad (3.4)$$

Для расчета ожидаемой точности обработки инженеру-технологу необходимо определить:

погрешности базирования в зависимости от принятой схемы установки заготовки в приспособлении [12, с.45, табл.18; 13, с.523, табл.8];

погрешности закрепления в зависимости от непостоянства сил зажима, неоднородности шероховатости и волнистости поверхностей заготовок, износа установочных элементов приспособлений [12, с.52, табл. 22; 13, с. 530, табл. 11];

погрешности, вызываемые износом установочных элементов ε_u ;

исполнительные размеры установочных элементов, обеспечивающие заданную точность обработки и возможность установки заготовок.

Точность приспособлений является важнейшим фактором, обеспечивающим точность изготовления деталей. В процессе эксплуатации изнашиваются их установочные и направляющие элементы и приспособления теряют требуемую точность. В этой связи важно уметь определять межремонтный период Π работы приспособления.

Линейный износ u установочных элементов приспособления (опор) определяет погрешность ε_u ($\varepsilon_u = u$ – для опор, $\varepsilon_u = u/\sin \frac{\alpha}{2}$ – для призм, где α – угол призмы). Величина u определяется по уравнению [13]

$$u = \frac{NK_y(1+0,003L)0,79T_o}{m - m_1\Pi_1 - m_2 \frac{0,1 \cdot Q}{F \cdot HV}}, \quad (3.5)$$

где N – число устанавливаемых заготовок;

K_y – коэффициент, учитывающий условия обработки [13, с. 537, табл. 20];

L – длина пути скольжения заготовки по опорам при досылке ее до упора, мм (определяется исходя из условий эксплуатации приспособления);

T_o – основное время обработки заготовки в приспособлении, мин;

m, m_1, m_2 – коэффициенты [13, с. 534, табл. 151];

Π_1 – критерий износостойкости [13, с. 535, табл. 18];

Q – нагрузка на опору, Н;

F – площадь касания опоры с базовой поверхностью заготовки, мм² [13, с. 537, табл. 19];

HV – твердость материала опоры по Виккерсу ($HV \approx 11,6HRC$), рекомендации по ее выбору даны в [13, с. 537, табл. 17].

Межремонтный период Π , определяющий необходимость замены или восстановления установочных элементов приспособления, определяется по уравнению

$$\Pi = \frac{12K[N]}{N_z} \quad (3.6)$$

где K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность износа установочных элементов ($K=0,8 \dots 0,85$);

$[N]$ – допустимое число устанавливаемых заготовок до предельного износа установочных элементов, определяемое из уравнения (3.5);

N_z – годовая программа выпуска деталей.

Допустимая величина износа $[u]$ определяется допустимой величиной погрешности $[\varepsilon_u]$ ($[u]=[\varepsilon_u]$ – для опор и $[u] = [\varepsilon_u]/\sin \frac{\alpha}{2}$ – для призм). Величина $[\varepsilon_u]$ в предположении, что погрешности ε_{yc} и ε_c можно компенсировать настройкой станка, определяется как

$$[\varepsilon_u] = T_l - \omega - \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}. \quad (3.7)$$

Для выполнения операций обработки резанием на металлорежущих станках часто применяют схему установки заготовок, когда комплект технологических баз состоит из плоской поверхности (поверхностей) и отверстия или плоской и наружной цилиндрической поверхностей. При этом базирование заготовок производится на опорные пластины, установочные пальцы (цилиндрические и срезанные), центрирующие втулки с гарантированным зазором, а также на цилиндрические оправки (с гарантированным зазором или натягом) [14, с. 40...48].

Установочные пальцы (оправки) при установке заготовок с гарантированным зазором изготавливают с полями допусков g5, g6, f6, f7, e7, центрирующие втулки – G5, G6, F7, а цилиндрические оправки для установки заготовок с натягом изготавливают с полями допусков валов n, p, r, s, t по 5-му и 6-му квалитетам. Однако для каждого конкретного случая поле допуска на исполнительные размеры установочных элементов определяется расчетом из условия обеспечения неподвижности заготовки или возможности установки заготовок и обеспечения заданной точности размеров в соответствии с уравнением (3.3).

При установке заготовок на отверстие с гарантированным зазором погрешность базирования является основной составляющей погрешности установки и обуславливается величиной зазора между технологической базой и

установочным элементом [14, с. 16]. Максимально возможное значение зазора определяют по уравнению

$$S_{max} = T_D + S_{min} + T_d, \quad (3.8)$$

где T_D – допуск базового отверстия заготовки (или центрирующей втулки),

S_{min} – минимальный зазор в сопряжении;

T_d – допуск на размер установочного элемента (или базовой поверхности заготовки).

В нижеприведённых задачах (задачи 3.1...3.18) требуется определить погрешности базирования в зависимости от принятой схемы установки заготовки в приспособлении

Задача 3.1

На вертикально-фрезерном станке обрабатывают ступенчатую поверхность втулки, установленную на цилиндрический палец с буртом (рисунок 3.1). Диаметр базового отверстия $D = 30^{+0,039}$ мм, диаметр установочного пальца $d = 30^{-0,007}_{-0,016}$ мм. Требуется определить ожидаемую точность выполнения размеров A_1 и A_2 , если известно, что составляющие погрешности установки (погрешности закрепления и положения заготовки) равны нулю, т.е. $\varepsilon_z = \varepsilon_{n.z} = 0$. Точность метода обработки принять равной $\omega = 0,120$ мм.

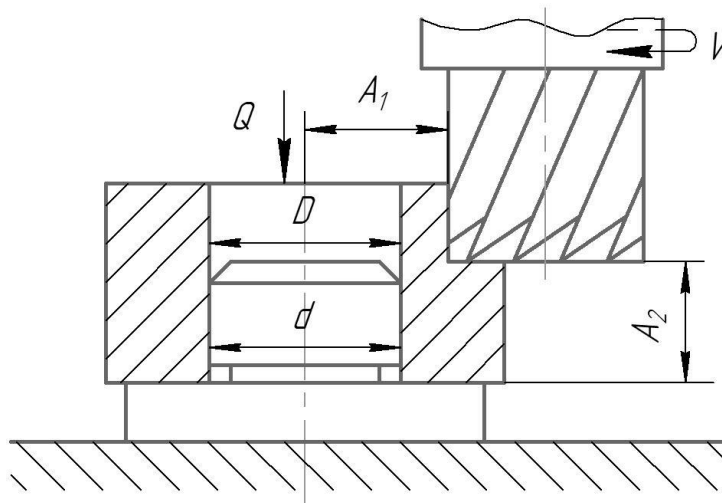


Рисунок 3.1 - Схема фрезерования втулки

Задача 3.2

Обработка наружной цилиндрической поверхности втулок диаметром $d = 115$ мм производится при установке их с зазором на жесткой шпиндельной оправке (рисунок 3.2). Базовое отверстие втулок имеет диаметр $D = 65^{+0,035}$ мм. Цилиндрическая рабочая поверхность оправки диаметром $d_1 = 65^{(-0,03)}_{-0,06}$ мм имеет радиальное биение относительно ее конусной поверхности $0,020$ мм, а

биение шпинделя станка составляет 0,01 мм. Точность метода обработки $\omega = 0,05$ мм. Определить ожидаемую точность выполнения цилиндрической поверхности втулки и ее возможное отклонение от соосности относительно базового отверстия.

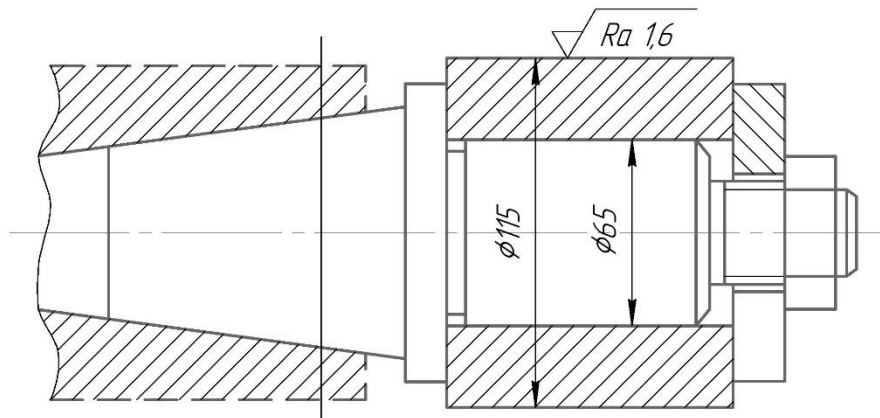


Рисунок 3.2 - Схема установки втулки

Задача 3.3

Для фрезерования паза концевой фрезой рычаг устанавливается в призмах (рисунок 3.3). Найти зависимости погрешности базирования для размеров A_1, A_2, A_3, A_4 . Размер L_0 между осями базовых цилиндрических поверхностей диаметрами d_1 и d_2 выполнен с отклонениями $\pm T_{L_0}/2$.

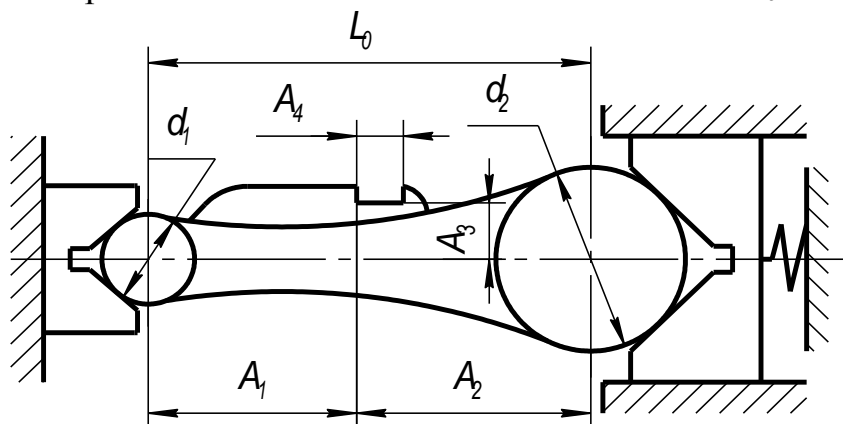


Рисунок 3.3- Схема установки рычага

Задача 3.4

Возможны два варианта установки корпуса для одновременной обработки поверхностей 1 и 2 на продольно-фрезерном станке (рисунок 3.4). Найти зависимости погрешности базирования при выполнении размеров A_1, A_2 и A_3 для двух схем установки и определить, какая из них обеспечивает наименьшую разность размеров A_1 и A_2 .

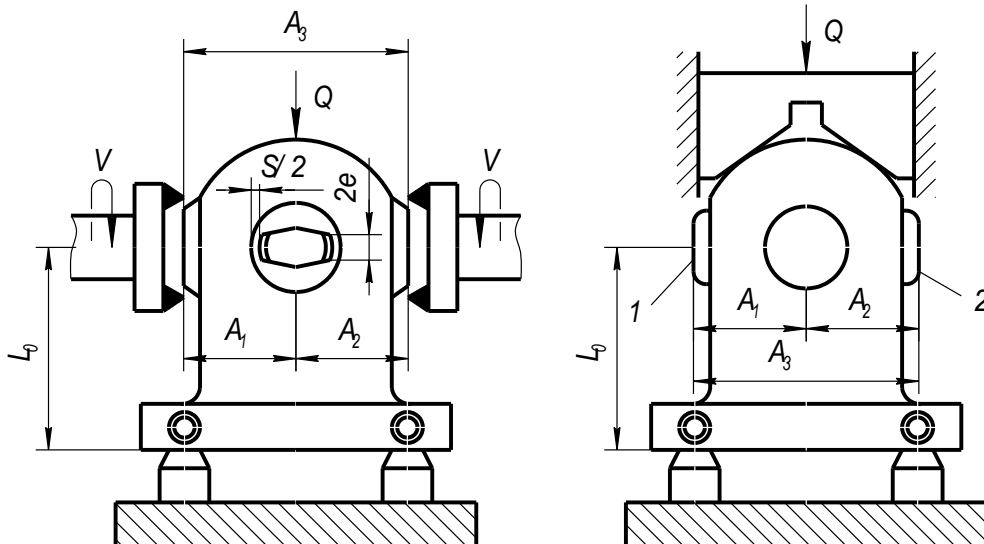


Рисунок 3.4- Схемы обработки поверхностей корпуса

Задача 3.5

На горизонтально-фрезерном станке набором фрез одновременно производят обработку поверхностей 1, 2, 3, 4 (рисунок 3.5). Вывести расчетные зависимости для определения погрешности базирования при выполнении размеров A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 и A_6 . Указать размеры, на точность выполнения которых будет оказывать влияние непостоянство силы зажима Q заготовки. Размеры A_7 и A_8 выполнены соответственно с отклонениями $\pm T_{A7}/2$ и $\pm T_{A8}/2$.

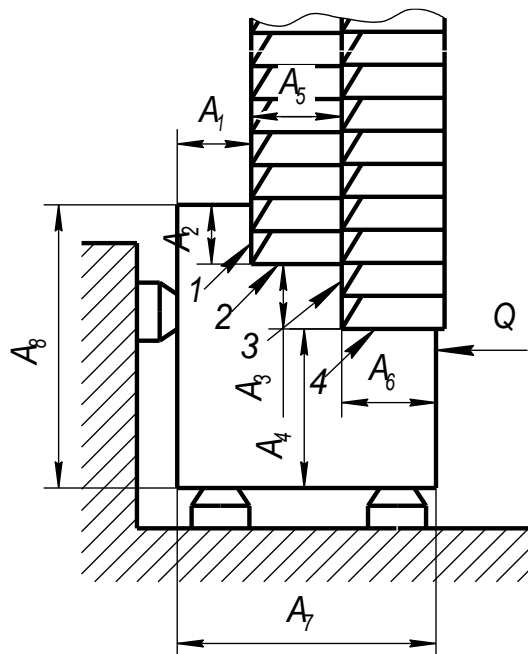


Рисунок 3.5- Схема обработки поверхностей заготовки

Задача 3.6

На вертикально-сверлильном станке производят обработку ступенчатого отверстия комбинированным зенкером (рисунок 3.6). Вывести зависимости для определения погрешности базирования размеров A_1 , A_2 , A_3 , A_5 , D_1 и D_2 .

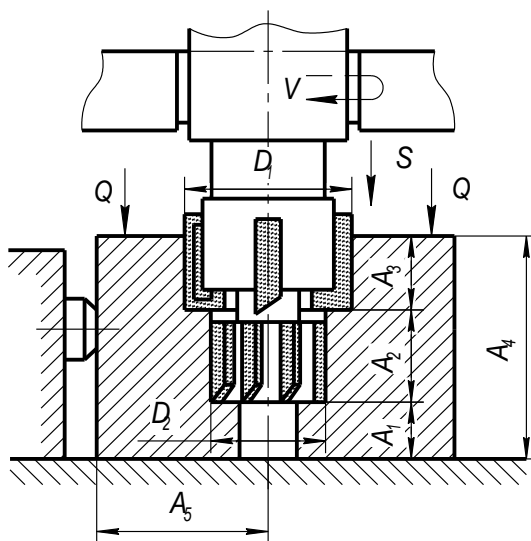


Рисунок 3.6 - Схема обработки отверстия

Задача 3.7

На вертикально-сверлильном станке производят зенкерование отверстия и подрезку торца втулки, выдерживая размеры A_1 , A_2 , A_3 , A_5 и D (рисунок 3.7). Вывести расчетные зависимости для определения погрешности базирования при выполнении указанных размеров. Размер A_4 выполнен с отклонениями $\pm T_{A4}/2$.

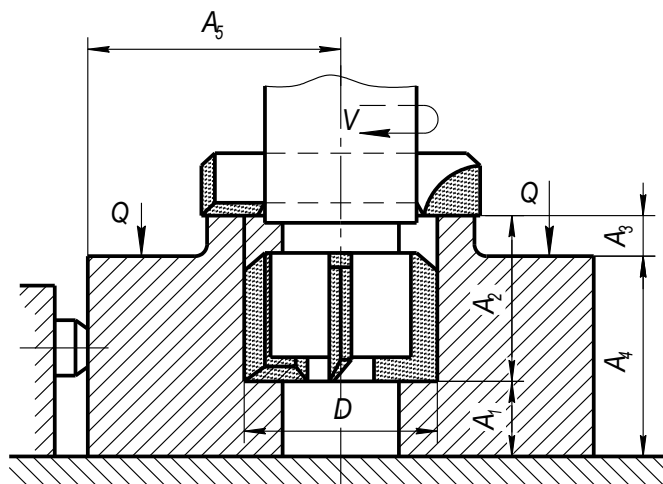


Рисунок 3.7- Схема обработки поверхностей заготовки

Задача 3.8

На горизонтально-фрезерном станке за два установка производят обработку поверхностей головок шатуна, установленного плоскостью и двумя отверстиями на цилиндрический и срезанный пальцы (рисунок 3.8). Базовые отверстия выполнены в размер $D_1 = D_2 = 50^{+0,039}$ мм. Установочные пальцы

изготовлены в пределах поля допуска диаметром $50f7\begin{pmatrix} -0,025 \\ -0,050 \end{pmatrix}$ мм. Определить точность выполнения размера 70 головки шатуна и возможность обработки поверхностей шатуна набором фрез при заданной точности выполнения размеров $45^{+0,4}$ мм. Допуск на размер между осями отверстий $T_L = 0,1$ мм. Точность метода обработки $\omega = 0,050$ мм. Погрешностями закрепления ε_3 и положения заготовки $\varepsilon_{n,3}$ пренебречь.

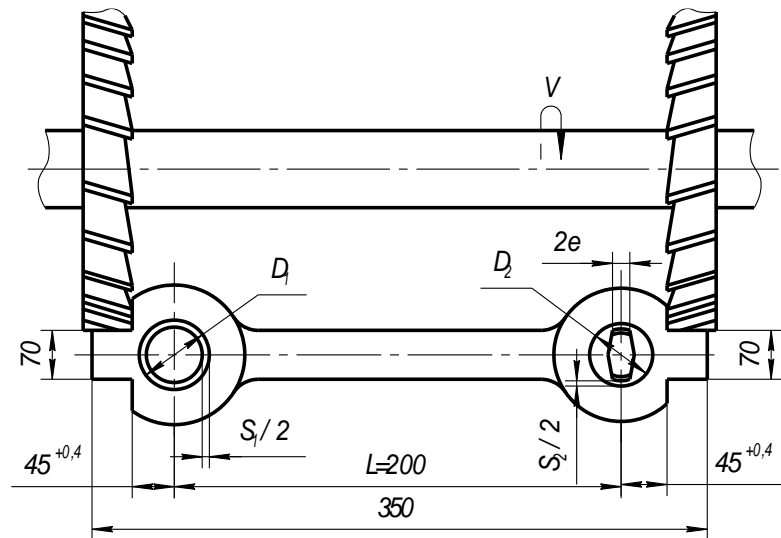


Рисунок 3.8 - Схема обработки шатуна

Задача 3.9

В торце валов, обработанных в размер диаметром $d = 65_{-0,2}$ мм, требуется просверлить отверстие диаметром $D = 12,0$ мм. Положение оси отверстия определяется размером H , заданным от образующей цилиндрической поверхности вала. При проектировании приспособления возможны три варианта 1, 2, 3 расположения втулок в кондукторной плите относительно призмы, в которую устанавливают вал (рисунок 3.9). Определить, при каком положении кондукторной втулки обеспечивается наименьшая погрешность базирования для размера H . Угол призмы $\alpha = 90^\circ$.

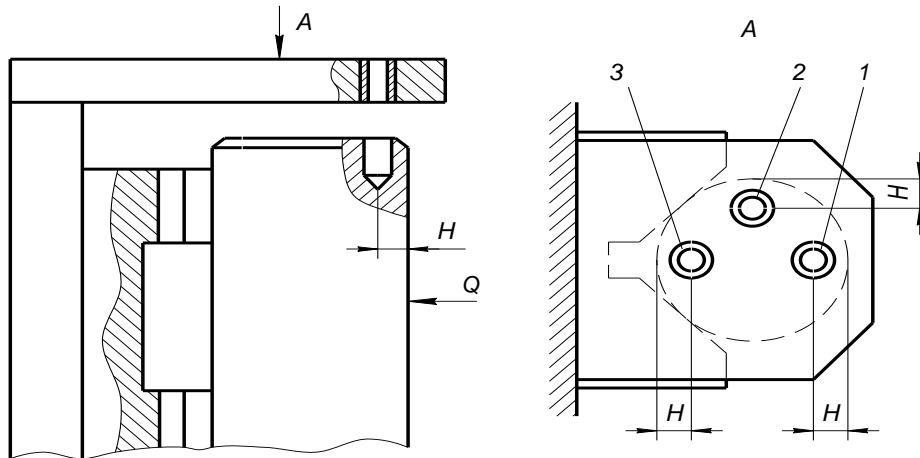


Рисунок 3.9 - Схемы установки кондукторной втулки при сверлении отверстия в торце вала

Задача 3.10

На торцевой поверхности валов, устанавливаемых в призму, сверлятся два отверстия диаметром 10 мм (рисунок 3.10). Требуется, чтобы разность размеров H_1 и H_2 , заданных от образующей цилиндрической поверхности до оси обрабатываемого отверстия, была минимальной. Рассчитать, при каком расположении кондукторных втулок относительно призмы данное требование будет обеспечиваться. Диаметр вала $80^{+0,15}$ мм, угол призмы $\alpha = 90^\circ$.

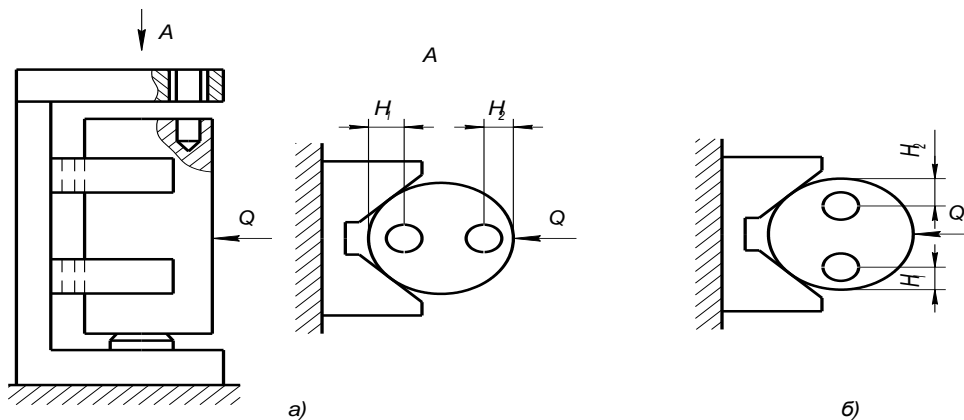


Рисунок 3.10 - Схемы расположения кондукторных втулок относительно призмы

Задача 3.11

Для фрезерования паза заготовку устанавливают в центрирующую втулку (рисунок 3.11). Найти зависимости для определения погрешности базирования для размеров A_1 , A_2 , A_3 , A_4 и A_5 при заданной точности размеров заготовки N , A , d и центрирующей втулки D .

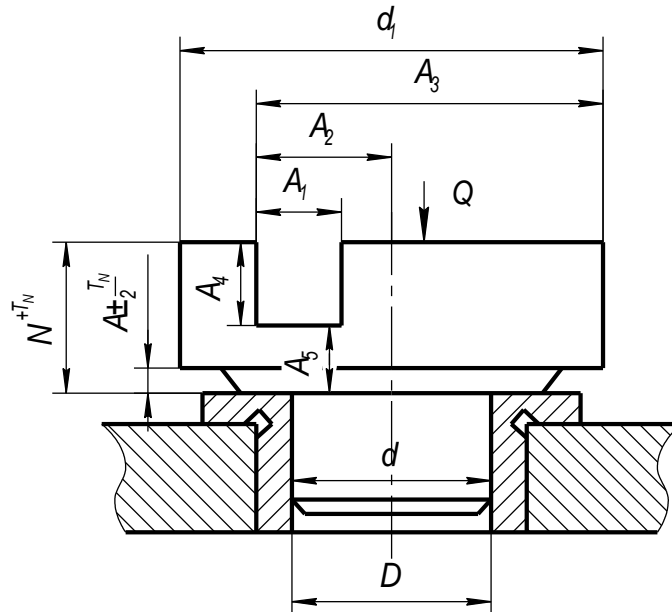


Рисунок 3.11-Схема установки заготовки при фрезеровании паза

Задача 3.12

На вертикально-фрезерном станке концевой фрезой обрабатывают ступенчатую поверхность крышек, устанавливаемых в центрирующую втулку (рисунок 3.12). Найти зависимости для определения погрешности базирования для размеров A_1 , A_2 и A_3 при заданной точности размеров заготовки d , d_1 и центрирующей втулки D .

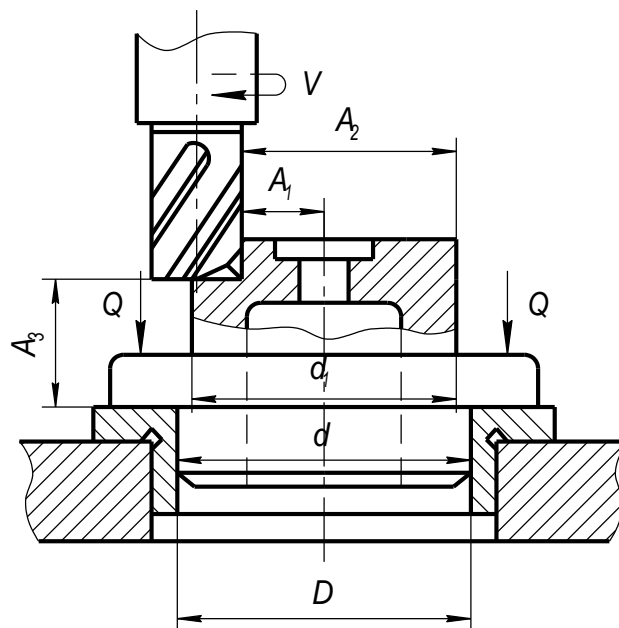


Рисунок 3.12- Схема установки заготовки при фрезеровании

Задача 3.13

В плите дисковой фрезой фрезеруется паз шириной b на глубину h от верхней плоскости и на расстояние l от боковой плоскости (рисунок 3.13). Установка ведется на две опорные пластины по нижней плоскости и три гладкие опоры по двум боковым сторонам. Определить погрешность базирования для размеров b , h и l при заданной точности размера H .

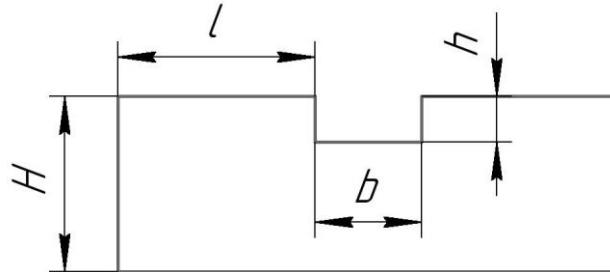


Рисунок 3.13 - Деталь - плита

Задача 3.14

В стальном диске диаметром d сверлится отверстие на расстоянии h от его оси. Установка заготовки ведется на опорные валики (рисунок 3.14). По торцевой поверхности установка ведется на три точечные опоры с плоской головкой. Определить погрешность базирования для размеров h , l и d_0 при заданной точности размеров d и H .

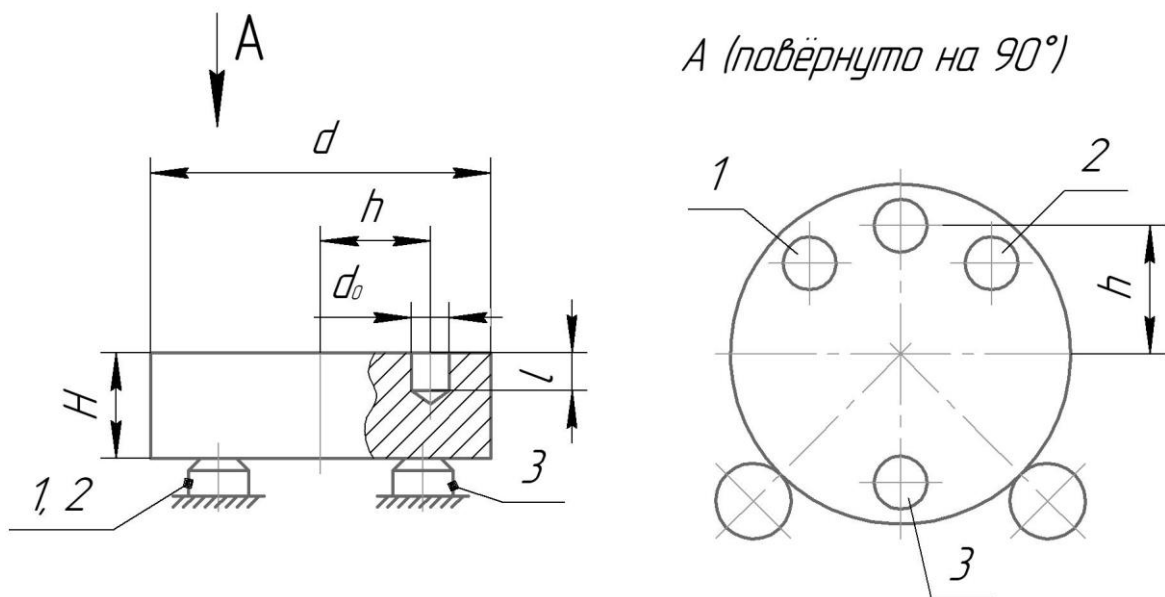


Рисунок 3.14 - Деталь - диск

Задача 3.15

На заготовке типа втулки фрезеруется лыска на расстоянии h от оси отверстия (рисунок 3.15). Заготовка устанавливается в призму с углом $\alpha = 90^\circ$ и упором в верхний торец. Определить погрешность базирования для размеров h и l при заданной точности размеров D и L .

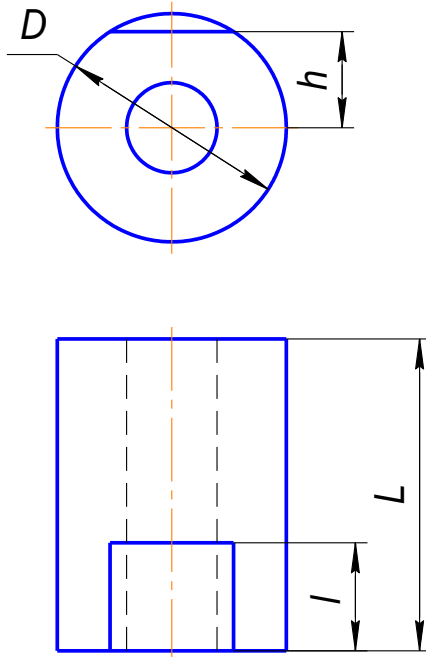


Рисунок 3.15 – Заготовка - втулка

Задача 3.16

Заготовка ступенчатого валика обрабатывается на токарном станке с установкой её в трехкулачковом самоцентрирующем патроне (рисунок 3.16). Определить погрешности базирования для линейных размеров l_1 и l_2 при условии, что подрезание торцов ведется поочередно резцом по упорам для каждого из размеров.

Как изменятся погрешности базирования для размеров l_1 и l_2 , если торцы 1 и 2 обрабатываются одновременно двумя резцами, закрепленными в специальном резцедержателе?

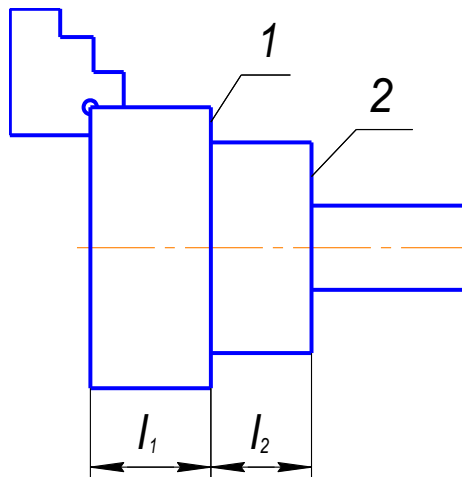


Рисунок 3.16 – Заготовка ступенчатого валика

Задача 3.17

В заготовке типа плиты одновременно фрезеруются два симметрично расположенных паза (рисунок 3.17). Заготовка устанавливается по трем координатным плоскостям на опорные пластины. Исходные данные: заготовка

имеет ширину $l = 400$ мм с допуском $\delta_l = 0,4$ мм. Определить погрешность базирования для размеров h , a и b при заданной точности размера l .

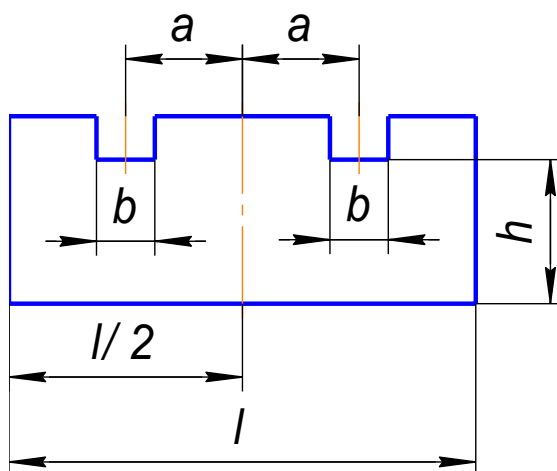


Рисунок 3.17 - Заготовка-плита

Задача 3.18

Гладкий валик диаметром d установлен на две узкие призмы (рисунок 3.18). Угол при вершине призмы $\alpha = 90^\circ$. На валике фрезеруется шпоночный паз на всю его длину. Определить величину погрешности базирования для размеров b и t при заданной точности размера d .

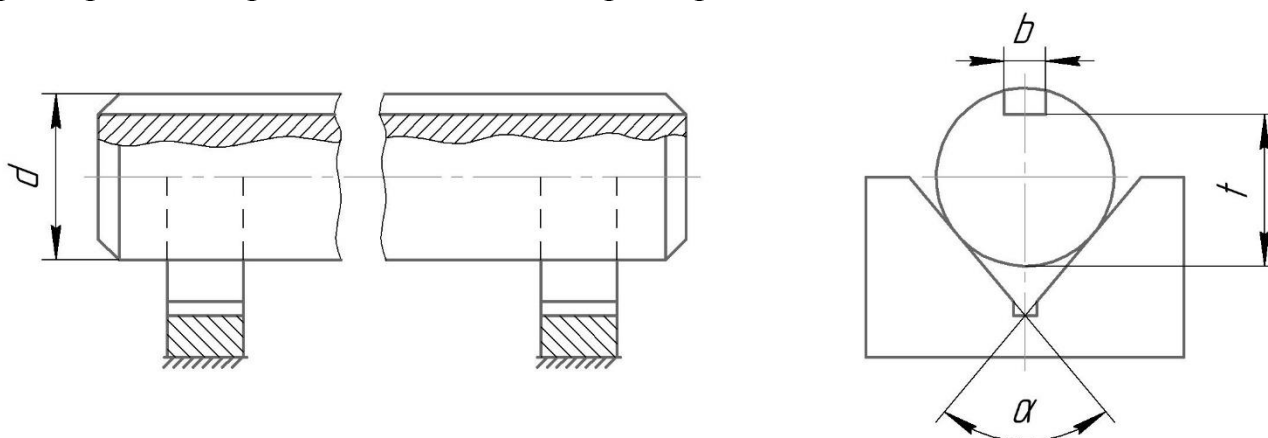


Рисунок 3.18 - Гладкий валик

В нижеприведённых задачах (задачи 3.19...3.22), требуется определить погрешности закрепления в зависимости от непостоянства сил зажима, неоднородности шероховатости и волнистости поверхностей заготовок, износа установочных элементов приспособлений.

Задача 3.19

Заготовки из чугуна ($R_{max} = 200...300$ мкм, HB170...190) устанавливаются на рифленные опоры 7034-0379 ГОСТ 13442-68 ($D = 20$ мм, $t = 2$ мм, $b_1 = 0,5$ мм). Действующая по нормали на одну опору сила $Q = 2000 \pm 300$ Н. Допустимый

износ опоры $[u] = 300$ мкм. Определить погрешность закрепления ε_3 при наибольшем износе опор приспособления.

Задача 3.20

Заготовки из стали 45 диаметром $50^{+0,2}$ мм, обработанные точением ($R_z = 30$ мкм, $\Delta R_z = 20$ мкм, $v = 1,9$; $\omega_3 = 8$ мкм, $\Delta \omega_3 = 6$ мкм), устанавливают в призме с углом $\alpha = 90^\circ$ для фрезерования шпоночного паза. Нормальная нагрузка на опору $q = 2000$ Н/см, $\Delta q = 600$ Н/см. Определить погрешность закрепления при эксплуатации призм до износа $u = 0,15$ мм.

Задача 3.21

Заготовки из чугуна ($E = 140$ ГПа, $\mu = 0,25$, HB170...190, $R_{max} = 200...300$ мкм) устанавливают на сферические опоры ($E_0 = 210$ ГПа, $\mu_0 = 0,3$, $r = 20$ мм). Действующая по нормали на одну опору сила $Q = 2400 \pm 250$ Н. Допустимый износ опоры $[u] = 0,2$ мм. Определить погрешность закрепления при наибольшем износе опор приспособления.

Задача 3.22

Заготовки из чугуна ($E = 140$ ГПа, $\mu = 0,25$, $\sigma_m = 200$ МПа), базовая поверхность которых обработана фрезерованием ($R_{max} = 40$ мкм, $\Delta R_{max} = 20$ мкм, $v = 2$, $b = 2$, $c' = 5$, $\omega = 10$ мкм, $R_\epsilon = 4 \cdot 10^5$ мкм, $\Delta R_\epsilon = 10^4$ мкм [13, с. 529]), устанавливаются на опорные пластины ($A = 1000$ мм², $E_0 = 210$ ГПа, $\mu_0 = 0,3$) и закрепляются. Определить погрешность закрепления, если сила, действующая по нормали на одну опору, $Q = 5000$ Н ($\Delta Q = 1500$ Н).

В последующих задачах (задачи 3.23...3.29) требуется определить погрешности, вызываемые износом установочных элементов ε_u .

Задача 3.23

Определить погрешность ε_u , вызываемую износом опор после обработки 15000 заготовок. Заготовка из стали с твердостью HB160, форма базовой поверхности заготовки – цилиндрическая. Заготовка устанавливается в опору-призму с углом $\alpha = 90^\circ$, изготовленную из стали 20 цементованной и закаленной; твердость материала опоры HV650; площадь касания опоры с базовой поверхностью заготовки $F = 36,1$ мм²; нагрузка на опору $Q = 10000$ Н; длина пути скольжения заготовки по опорам при досылке ее до упора $L = 20$ мм.

Заготовка подвергается фрезерованию с охлаждением; основное время обработки заготовки в приспособлении $T_0 = 1,95$ мин.

Задача 3.24

Определить межремонтный период приспособления, если погрешность базирования $\varepsilon_b = 0,08$ мм, погрешность закрепления $\varepsilon_z = 0$, погрешности ε_{yc} и ε_c компенсируются настройкой станка.

Заготовка из стали с твердостью HB200, форма базовой поверхности заготовки – цилиндрическая; годовая программа выпуска $N_z = 100000$ шт; допуск выполнения заданного размера $T_l = 0,3$ мм. Заготовка устанавливается в опору-призму, изготовленную из стали 40X, закаленной; твердость материала опоры HV730; площадь касания опоры с базовой поверхностью заготовки $F = 28,5$ мм²; нагрузка на опору $Q = 8000$ Н; длина пути скольжения заготовки по опорам при досылке ее до упора $L = 40$ мм.

Заготовка подвергается сверлению без охлаждения; средняя экономическая точность обработки на сверлильном станке $\omega = 0,12$ мм; основное время обработки заготовки в приспособлении $T_0 = 2,0$ мин.

Задача 3.25

Определить межремонтный период приспособления, если $\varepsilon_b = 0,05$ мм, $\varepsilon_z = 0,01$ мм. Погрешности, вызываемые неточностью изготовления и сборки установочных элементов, а также неточностью установки приспособления на станке, не компенсируются настройкой станка и соответственно равны: $\varepsilon_{yc} = 0,01$ мм, $\varepsilon_c = 0,012$ мм. Расчет выполнить при $N_z = 55000$ шт.

Заготовка из чугуна, форма базовой поверхности заготовки – плоская, допуск выполнения заданного размера $T_l = 0,28$ мм. Заготовка устанавливается на опорную пластину, изготовленную из цементованной и закаленной стали 20; твердость материала опоры HV500; площадь касания опоры с базовой поверхностью заготовки $F = 640$ мм²; нагрузка на опору $Q = 9000$ Н; длина пути скольжения заготовки по опорам при досылке ее до упора $L = 50$ мм.

Заготовка подвергается фрезерованию без охлаждения; средняя экономическая точность обработки на фрезерном станке $\omega = 0,12$ мм; основное время обработки заготовки в приспособлении $T_0 = 3,20$ мин.

Задача 3.26

Определить погрешность ε_u , вызываемую износом опор после обработки 70000 заготовок. Заготовка из чугуна, форма базовой поверхности заготовки – плоская. Заготовка устанавливается на опору-штырь с плоской головкой, изготовленную из стали 45; твердость материала опоры HV700; площадь касания опоры с базовой поверхностью заготовки $F = 28,3$ мм²; нагрузка на опору $Q = 400$ Н; длина пути скольжения заготовки по опорам при досылке ее до упора $L = 20$ мм.

Заготовка подвергается шлифованию без охлаждения; средняя экономическая точность обработки на шлифовальном станке $\omega = 0,06$ мм; основное время обработки заготовки в приспособлении $T_0 = 4,70$ мин.

Задача 3.27

Определить межремонтный период приспособления, если погрешность базирования $\varepsilon_b = 0,08$ мм, погрешность закрепления $\varepsilon_z = 0$, погрешности ε_{yc} и ε_c компенсируются настройкой станка.

Заготовка из закаленной стали с твердостью HRC50, форма базовой поверхности заготовки – плоская; годовая программа выпуска $N_z = 85000$ шт; допуск выполнения заданного размера $T_l = 0,16$ мм. Заготовка устанавливается в опору-штырь с плоской головкой, изготовленную из твердого сплава BK8; твердость материала опоры HV800; площадь касания опоры с базовой поверхностью заготовки $F = 28,3$ мм²; нагрузка на опору $Q = 2400$ Н; длина пути скольжения заготовки по опорам при досылке ее до упора $L = 32$ мм.

Заготовка подвергается шлифованию с охлаждением; средняя экономическая точность обработки на шлифовальном станке $\omega = 0,06$ мм; основное время обработки заготовки в приспособлении $T_0 = 2,1$ мин.

Задача 3.28

Определить межремонтный период приспособления, если $\varepsilon_b = 0,05$ мм, $\varepsilon_z = 0,01$ мм. Погрешности, вызываемые неточностью изготовления и сборки установочных элементов, а также неточностью установки приспособления на станке, не компенсируются настройкой станка и соответственно равны: $\varepsilon_{yc} = 0,01$ мм, $\varepsilon_c = 0,012$ мм. Расчет выполнить при $N_z = 20000$ шт.

Заготовка из чугуна, форма базовой поверхности заготовки – плоская, допуск выполнения заданного размера $T_l = 0,25$ мм. Заготовка устанавливается на опору - штырь со сферической головкой, изготовленную из стали У10А; твердость материала опоры HV600; площадь касания опоры с базовой поверхностью заготовки $F = 2,9$ мм²; нагрузка на опору $Q = 6000$ Н; длина пути скольжения заготовки по опорам при досылке ее до упора $L = 25$ мм.

Заготовка подвергается фрезерованию без охлаждения; средняя экономическая точность обработки на фрезерном станке $\omega = 0,12$ мм; основное время обработки заготовки в приспособлении $T_0 = 1,30$ мин.

Задача 3.29

Определить погрешность ε_u , вызываемую износом опор после обработки 5000 заготовок. Заготовки из стали незакаленной с твердостью HB220, форма базовой поверхности заготовки – плоская. Заготовка устанавливается в опору - штырь со сферической головкой, изготовленную из стали 20; твердость материала опоры HV520; площадь касания опоры с базовой поверхностью заготовки $F = 3,36$ мм²; нагрузка на опору $Q = 12000$ Н; длина пути скольжения заготовки по опорам при досылке ее до упора $L = 30$ мм.

Заготовка подвергается фрезерованию с охлаждением; основное время обработки заготовки в приспособлении $T_0 = 0,8$ мин.

4. РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Решению задач должно предшествовать изучение теоретического материала по данной теме. Все необходимые сведения для решения четвёртой задачи изложены в подразделе 4.1. Внимательно изучите содержание этого подраздела и только потом приступайте к решению предложенных задач.

4.1 Основные теоретические предпосылки

Припуском называют слой материала, удаляемый в процессе механической обработки заготовки для достижения заданных точности и качества обрабатываемой поверхности [1,3,4,5].

Промежуточным припуском Z_i называют слой металла, снимаемый при выполнении отдельного технологического перехода механической обработки.

Промежуточный припуск определяется разностью размеров заготовки, полученных на смежных предшествующем ($i-1$) и выполняемом i переходах технологического процесса обработки данной элементарной поверхности.

Общим припуском называют сумму промежуточных припусков по всему технологическому маршруту механической обработки данной поверхности – от заготовки до готовой детали.

Общий припуск определяется разностью размеров заготовки и готовой детали.

Различают симметричные и асимметричные припуски на обработку.

Симметричные припуски имеют место при обработке внешних и внутренних поверхностей вращения, а также при параллельной обработке противоположащих поверхностей.

Асимметричные припуски получают в тех случаях, когда противоположащие поверхности обрабатываются независимо одна от другой.

В машиностроении широко применяют два метода установления припусков на обработку – **опытно-статистический** и **расчётно-аналитический**.

При первом методе общие и промежуточные припуски берут по таблицам, которые составляют на основе обобщения и систематизации производственных данных передовых заводов. Недостаток этого метода заключается в том, что припуски назначают без учёта конкретных условий построения ТП.

Второй метод определения припусков основан на учёте конкретных условий выполнения технологического процесса обработки. Он выявляет возможность экономии материала и снижения трудоёмкости механической обработки.

В расчётном задании определение промежуточных припусков по технологическим переходам на обработку указанных в заданиях поверхностей требуется выполнить расчётно – аналитическим методом.

Расчетной величиной припуска является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе или операции и компенсации погрешностей, возникающих на выполняемом переходе.

Минимальный припуск Z_{imin} определяется по следующим формулам:

- при обработке наружных и внутренних поверхностей вращения (двусторонний припуск)

$$2Z_{imin} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}); \quad (4.1)$$

- при последовательной обработке противоположных поверхностей (односторонний припуск)

$$Z_{i \min} = (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{yi}); \quad (4.2)$$

- при параллельной обработке противоположных поверхностей (двусторонний припуск)

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{yi}), \quad (4.3)$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

T_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе (обезуглероженный или отбеленный слой);

ρ_{i-1} – суммарные отклонения расположения поверхности (отклонение от параллельности, перпендикулярности, соосности) на предшествующем переходе;

ε_{yi} – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

На основе приведенных общих структурных формул могут быть получены частные расчетные формулы для конкретных случаев обработки. В этих формулах в зависимости от условий выполнения операции исключают те или иные составляющие.

Пример 1. При обтачивании цилиндрической заготовки в центрах погрешность установки $\varepsilon_i = 0$. Тогда припуск на диаметр:

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}). \quad (4.4)$$

Пример 2. При развертывании плавающей разверткой и протягивании отверстий смещения и увод оси не устраняются, а погрешности установки в этом случае нет. Тогда припуск определяется по формуле

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1}) \quad (4.5)$$

Пример 3. При суперфинишировании и полировании цилиндрических поверхностей уменьшается лишь шероховатость поверхности, поэтому припуск определяется высотой микронеровностей обрабатываемой поверхности:

$$2Z_{i \min} = 2Rz_{i-1} \quad (4.6)$$

Пример 4. При шлифовании заготовок после термической обработки поверхностный слой нужно по возможности сохранить, поэтому слагаемое T_{i-1} нужно исключить из расчетной формулы. Для этих условий при наличии погрешности установки

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{yi}; \quad (4.7)$$

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}); \quad (4.8)$$

Если погрешности установки нет, то

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + \rho_{i-1}; \quad (4.9)$$

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + \rho_{i-1}). \quad (4.10)$$

Суммарное значение ρ определяется как векторная сумма пространственных отклонений

$$\vec{\rho} = \vec{\rho}_1 + \vec{\rho}_2.$$

Для совпадающего направления векторов $\rho = \rho_1 + \rho_2$; для противоположного направления векторов $\rho = \rho_1 - \rho_2$.

В тех случаях, когда нельзя предвидеть направления векторов, их суммируют по правилу квадратного корня

$$\rho = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2}. \quad (4.11)$$

Погрешность установки ε_y складывается из погрешности базирования ε_{δ} и погрешности закрепления ε_3 и определяется как векторная сумма

$$\vec{\varepsilon}_y = \vec{\varepsilon}_{\delta} + \vec{\varepsilon}_3$$

При совпадающем направлении векторов $\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_3$;

для противоположного направления векторов $\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} - \varepsilon_3$.

В тех случаях, когда предвидеть направление векторов трудно их суммируют по правилу квадратного корня

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}. \quad (4.12)$$

При совмещении установочной (технологической) и измерительной баз погрешность базирования $\varepsilon_{\delta} = 0$.

Составляющие вышеуказанных расчетных формул приведены в технологических справочниках [15,16,17,18] и зависят от конфигурации и размеров заготовок, материала, метода ее получения и последующей обработки, а также способа установки заготовки на станках.

На основе расчета промежуточных припусков определяют предельные размеры заготовки по всем технологическим переходам.

Предельные размеры заготовки устанавливают в порядке, обратном ходу технологического процесса обработки данной поверхности, т.е. от размера готовой детали к размеру заготовки.

Исходные формулы для определения предельных размеров заготовки следующие:

$$2Z_{i\min} = D_{i-1\min} - D_{i\min} \quad (4.13)$$

для наружных поверхностей и

$$2Z_{i\min} = D_{i\max} - D_{i-1\max} \quad (4.14)$$

для внутренних поверхностей,

где $D_{i-1\max}$ и $D_{i-1\min}$ - наибольший и наименьший предельные размеры, полученные на смежном предшествующем переходе;

$D_{i\max}$ и $D_{i\min}$ - наибольший и наименьший предельные размеры, получаемые на выполняемом переходе.

Пользуясь исходными формулами (4.13) и (4.14) получаем

$$D_{i-1\min} = D_{i\min} + 2Z_{i\min} \quad (4.15)$$

$$D_{i-1\max} = D_{i-1\min} + IT_{i-1} \quad (4.16)$$

для наружных поверхностей и

$$D_{i-1\max} = D_{i\max} - 2Z_{i\min} \quad (4.17)$$

$$D_{i-1\min} = D_{i-1\max} - IT_{i-1} \quad (4.18)$$

для внутренних поверхностей,

где IT_{i-1} - допуск на размер предшествующего перехода.

Предельные расчетные размеры по всем технологическим переходам определяют путем округления их в сторону увеличения – для наружных поверхностей и в сторону уменьшения - для внутренних поверхностей. Округление производят до того знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода.

Таким образом, исходя из заданных чертежом предельных размеров готовой детали определяем промежуточные предельные размеры по всем технологическим переходам от готовой детали до заготовки.

Максимальные промежуточные припуски на обработку определяются:

$$2Z_{i\max} = D_{i-1\max} - D_{i\max} \quad (4.19)$$

для наружных поверхностей и

$$2Z_{i\max} = D_{i\min} - D_{i-1\min} \quad (4.20)$$

для внутренних поверхностей.

Правильность расчетов производится определением допуска на припуск IT_z по формулам

$$IT_z = Z_{i\max} - Z_{i\min} = IT_{i-1} - IT_i; \quad (4.21)$$

$$IT_z = 2Z_{i\max} - 2Z_{i\min} = IT_{i-1} - IT_i, \quad (4.22)$$

где IT_{i-1} - допуск на размер предшествующего перехода;

IT_i - допуск на размер выполняемого перехода.

Общие припуски $Z_{0\max}$ и $Z_{0\min}$ определяют как сумму промежуточных припусков на обработку:

$$Z_{0\max} = \sum z_{i\max}; \quad (4.23)$$

$$Z_{0\min} = \sum z_{i\min}. \quad (4.24)$$

Правильность расчетов можно также определить по уравнениям

$$Z_{0\max} - Z_{0\min} = IT_3 - IT_\partial; \quad (4.25)$$

$$2Z_{0\max} - 2Z_{0\min} = IT_3 - IT_\partial, \quad (4.26)$$

где IT_3, IT_∂ – допуски на заготовку и размер готовой детали.

Порядок расчета промежуточных припусков на обработку и предельных размеров заготовки по технологическим переходам приведен в методической разработке [18].

Результаты требуемых расчетов следует свести в таблицу, аналогичную таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Карта расчёта припусков на обработку

Технологические переходы	Допуск IT , мкм	Припуски, мкм		Допуск на припуск IT_z , мкм	Предельные размеры, мм	
		$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$		D_{\min}	D_{\max}
0. Заготовка (указать ее вид)						
1.						
2.						
...						
Проверка расчёта: $Z_{0\max} - Z_{0\min} = IT_3 - IT_\partial$; $2Z_{0\max} - 2Z_{0\min} = IT_3 - IT_\partial$.						

В расчётном задании при выполнении всех указанных расчетов рекомендуется пользоваться примерами, изложенными в методической разработке [18].

В нижеприведённых задачах для заданных условий обработки заготовки требуется:

- **рассчитать припуски на отдельные переходы расчетно-аналитическим методом;**
- **определить промежуточные размеры и размеры заготовки.**

Задача 4.1

Для изготовления втулки принят горячекатаный прокат обычной точности из стали 45. Эскиз детали приведен на рисунке 4.1.

Расчет припусков выполнить: а) для отверстия $\varnothing 20H6^{(+0,013)}$; б) для наружной поверхности $\varnothing 32h7$; в) для торцов по размеру $40h14$.

Задан следующий порядок обработки.

1. Подрезка торца, зацентровывание коротким сверлом с $2\varphi = 90^\circ$, сверление отверстия на полную длину, предварительное обтачивание наружной поверхности, зенкерование чистовое, снятие наружной фаски, развертывание нормальное, развертывание тонкое, отрезание заготовки в размер L с припуском на обработку. Операция выполняется на токарно-револьверном станке, закрепление прутка производится в 3-кулачковом патроне.

2. Чистовое обтачивание наружной поверхности $\varnothing 32$ и зачистка торцов в окончательный размер $L = 40$ мм. Операция выполняется на многолезцовом полуавтомате с посадкой заготовки на оправку запрессовкой.

3. Предварительное шлифование $\varnothing 32$ в окончательный размер. Посадку на оправку с зазором $S_{min} = 0,01$ мм. Операция выполняется на кругло – шлифовальном станке.

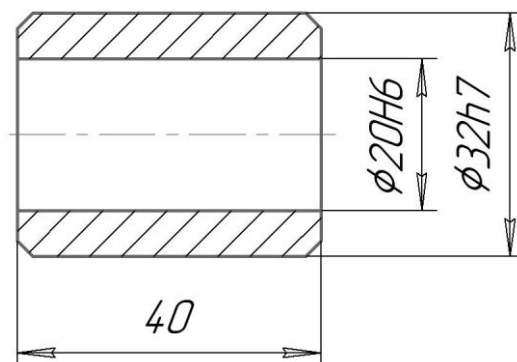


Рисунок 4.1- Эскиз детали - втулка

Задача 4.2

Для изготовления ступенчатого валика принята заготовка, полученная горячей штамповкой на молоте повышенной точности. Упрощенный эскиз детали показан на рисунке 4.2. Материал – сталь 40Х.

Заданы размеры: $d_1 = 30h6^{(-0,013)}$; $d_2 = 60h6$; $d_3 = 40h8^{(-0,039)}$.

Заготовка подвергается следующей обработке:

- фрезеруются торцы в размер $l = 190$ мм и зацентровываются с двух сторон;

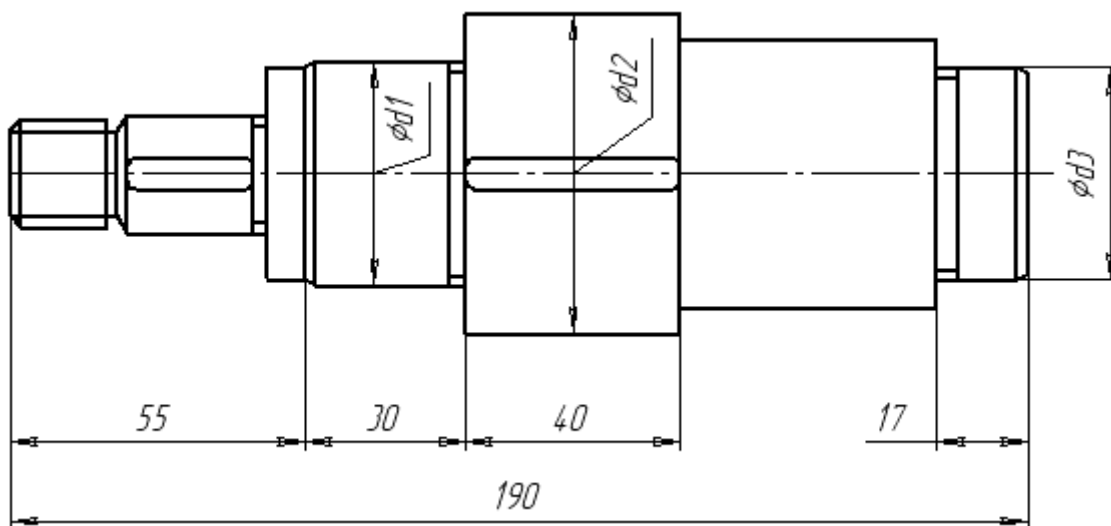


Рисунок 4.2 – Эскиз детали - вал

- предварительная токарная обработка одной и другой половин вала;
- чистовая токарная обработка;
- предварительное шлифование поверхностей ϕd_1 , ϕd_2 и ϕd_3 ;
- закалка ТВЧ шеек диаметром d_1 и d_3 ;
- чистовое шлифование шеек диаметром d_1 и d_3 в окончательный размер.

Припуски рассчитать на диаметры d_1 , d_2 и d_3 , а также крайние торцы вала в размер $l = 190$ мм.

Задача 4.3

Заготовка шестерни из стали 40ХН получается в 2-х вариантах:

- штамповка на молоте обычной точности;
- штамповка на ГКМ.

Эскиз детали приведен на рисунке 4.3. Припуски рассчитать для следующих поверхностей:

- для наружного диаметра зубчатого венца $\phi 160h10$;
- для внутреннего диаметра $\phi 42H7\left(^{+0,025}\right)$;
- для торцовых поверхностей в размеры 40 и 60 мм.

Последовательность обработки отверстия:

1-й вариант: рассверливание, чистовое зенкерование, протягивание.

2-й вариант: черновое зенкерование, чистовое зенкерование, протягивание.

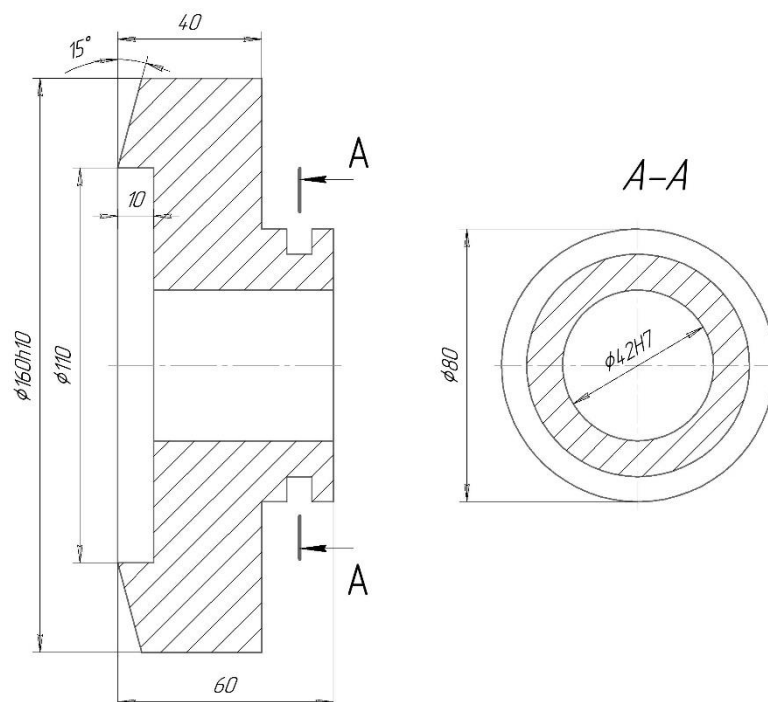


Рисунок 4.3 – Эскиз детали - шестерня

Обработка наружной поверхности $\text{Ø}160\text{h}10$ (1-й и 2-й варианты):
черновое обтачивание, чистовое обтачивание.

Обработка торцов (1-й и 2-й варианты): для размера $l = 40$ мм – черновое и чистовое подрезание торцов; для размера $l_1 = 60$ мм – черновое подрезание торцов. Способы установки выбрать самостоятельно на каждой из операций.

Задача 4.4

Заготовка рычага из стали 45 получена горячей штамповкой на молотах (повышенная точность штамповки). Эскиз детали показан на рисунке 4.4.

Рассчитать припуски для $\text{Ø}40\text{H}6$, $\text{Ø}27\text{H}7$, торцовых поверхностей $\text{Ø}40$, $\text{Ø}27$.

Заданы следующие маршруты обработки поверхностей:

а) $\text{Ø}40\text{H}6\left({}^{+0,016}\right)$ – черновое зенкерование, чистовое зенкерование, тонкое растачивание;

б) $\text{Ø}27\text{H}7\left({}^{+0,021}\right)$ – сверление, чистовое зенкерование, тонкое растачивание;

в) размер $40\text{h}10\left({}_{-0,1}\right)$ – черновое и чистовое фрезерование с одной стороны, после переустановки такая же обработка с другой стороны. Операция выполняется на карусельно – фрезерном станке модели 621.

Сверление и зенкерование черновое и чистовое выполняется на агрегатном станке. Тонкое растачивание производится на алмазно-расточном станке с установкой по отверстиям рычага с помощью калиброванных оправок.

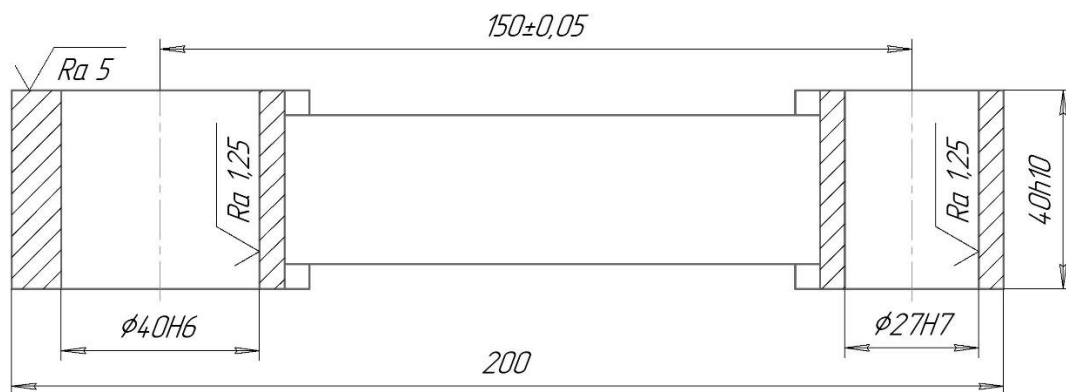


Рисунок 4.4 – Эскиз детали – рычаг

Задача 4.5

Заготовка стакана подшипника из чугуна СЧ15 отливается в постоянную форму (кокиль). Эскиз детали показан на рисунке 4.5.

Рассчитать припуски на отверстие $\text{Ø}72\text{H}6^{(+0,019)}$, наружную поверхность $\text{Ø}100\text{h}8$ ($-0,054$) и торцы фланца – $15\text{h}10$ ($-0,07$).

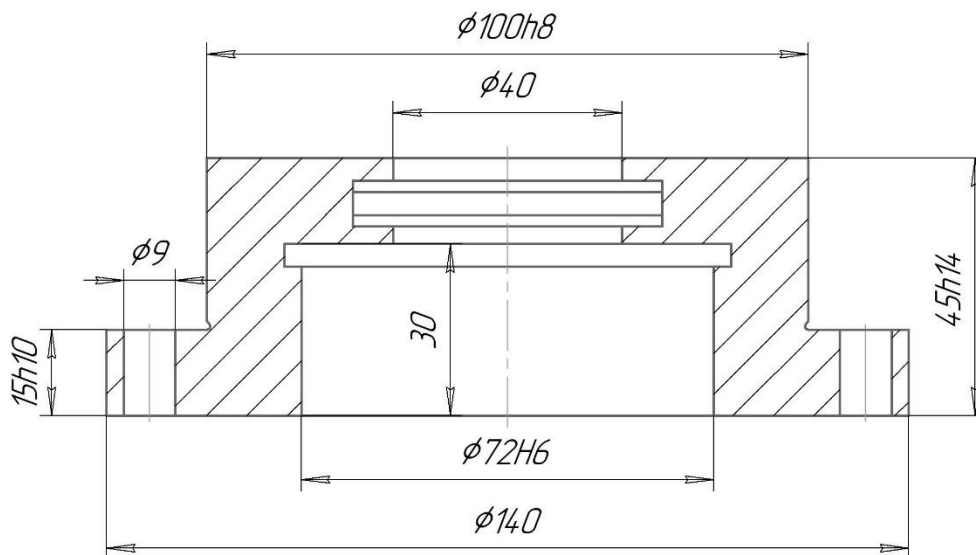


Рисунок 4.5 – Эскиз детали – стакан подшипника

Маршруты обработки поверхностей следующие:

а) отверстия $\text{Ø}72\text{H}6$ – черновое растачивание, чистовое растачивание, тонкое растачивание;

б) наружной поверхности $\text{Ø}100\text{h}8$ – черновое и чистовое обтачивание, шлифование предварительное;

в) торцов фланца – $15\text{h}10$ – точение черновое и чистовое; торцы обрабатываются последовательно. Внутренний торец шлифуется одновременно с $\text{Ø}100\text{h}8$ для обеспечения перпендикулярности торца оси наружной поверхности. Черновая и чистовая обработка поверхностей выполняются на вертикальном 8-ми шпиндельном токарном полуавтомате модели 1К282.

При тонком растачивании заготовка устанавливается на установочную оправку с зазором $S_{min} = 0,01$ мм по отверстию $\text{Ø}72$ с допуском после

чистового растачивания. После закрепления заготовки в приспособлении оправка удаляется и ведется тонкое растачивание этого отверстия.

Задача 4.6

Заготовка бугелей коренных шеек коленвала из чугуна СЧ20 получена литьем в землю по металлическим моделям при машинной формовке (1-й класс точности литья). Эскиз детали показан на рисунке 4.6.

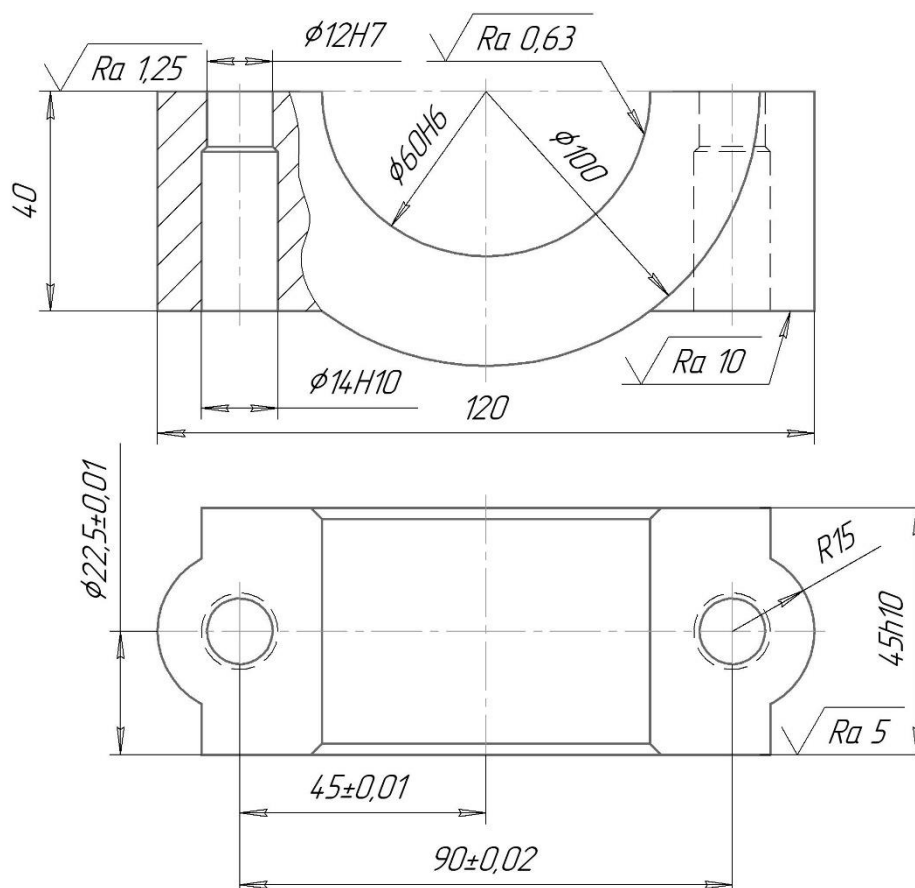


Рисунок 4.6 – Эскиз детали – бугель коренной шейки коленвала

Рассчитать припуски на обработку для следующих поверхностей:

отверстия $\phi 60H6^{(+0,019)}$, торцов в размер $45h10^{(-0,1)}$, плоскостей в размер $40h12$, отверстия $\phi 12H7^{(+0,018)}$, отверстия $\phi 14H10$.

Маршруты обработки поверхностей следующие:

- плоскость разъема $40h12$: черновое и чистовое фрезерование, предварительное шлифование;
- плоскость под гайку $40h12$ – черновое торцовое зенкерование (цекование);
- торцы $45h10^{(-0,1)}$ - черновое и чистовое фрезерование;
- отверстие $\phi 60H6$ - черновое и чистовое зенкерование, чистовое растачивание в сборе с блоком цилиндров, тонкое растачивание в сборе.

Примечание 1: при чистовом растачивании учесть возможность несовпадения центров полуотверстий по высоте и в горизонтальной плоскости;
 - отверстие $\text{Ø}14\text{H}10$ - сверление, чистовое зенкерование;
 - отверстие $\text{Ø}12\text{H}7$ - сверление, зенкерование черновое, зенкерование чистовое в сборе с блоком цилиндров, развертывание чистовое, развертывание тонкое.

Примечание 2: сверление и зенкерование отверстий $\text{Ø}14\text{H}10$ и $\text{Ø}12\text{H}7$, а также торцовое зенкерование ($40\text{h}12$) выполняется на агрегатном многопозиционном станке с поворотным столом.

Задача 4.7

Трехступенчатый вал (сталь 45) изготавливают из штампованной заготовки II класса точности (рисунок 4.7). Токарной операции предшествовала операция фрезерно-центровальная, в результате которой были профрезерованы торцы и зацентрированы отверстия. Базирование заготовки при фрезерно-центровальной операции осуществлялось по поверхностям D_1 и D_3 ($D_1=D_3=25$ мм). Шейка вала с диаметром ступени D_2 имеет размер $\text{Ø}55\text{h}6_{(-0,019)}$.

Маршрут обработки ступени D_2 следующий: черновое обтачивание; чистовое обтачивание; предварительное шлифование; окончательное шлифование.

Вся указанная обработка выполняется с установкой заготовки в центрах. Рассчитать промежуточные припуски для обработки шейки D_2 .

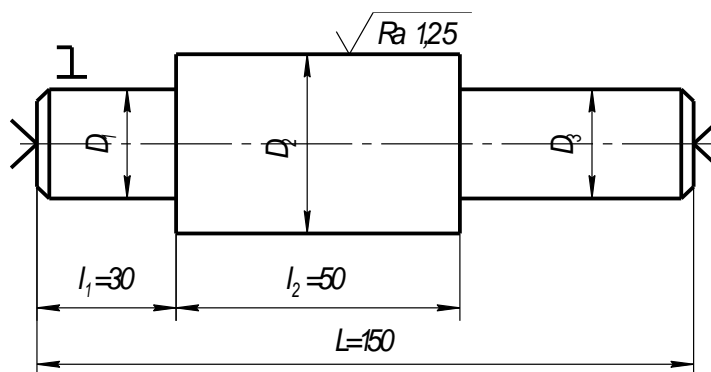


Рисунок 4.7- Эскиз ступенчатого вала

Задача 4.8

Четырехступенчатый вал (рисунок 4.8) длиной $L=250$ мм изготавливают из штампованной заготовки II класса точности. На фрезерно-центровальной операции заготовка базировалась по поверхностям D_1 и D_4

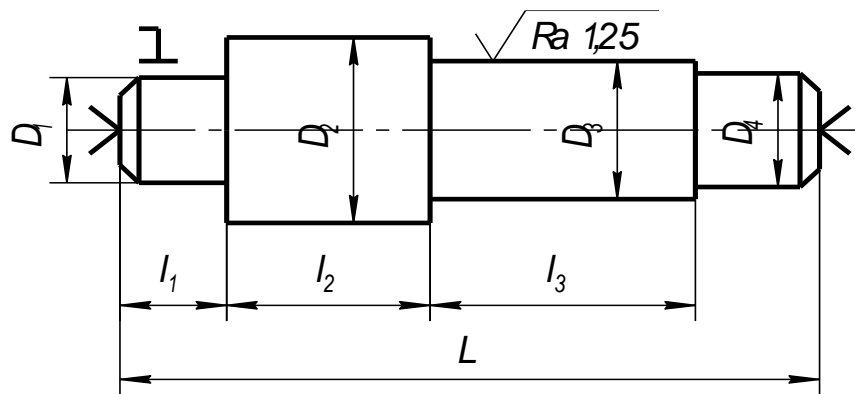


Рисунок 4.8 - Эскиз ступенчатого вала

($D_1 = D_4 = 45$ мм). Шейка вала с диаметром ступени D_3 имеет размер $\text{Ø}55\text{g6}^{(-0,010)}_{(-0,029)}$. Маршрут обработки поверхности D_3 следующий: черновое обтачивание, чистовое обтачивание, предварительное шлифование, окончательное шлифование. Перед предварительным шлифованием предусматривается термообработка заготовки в печах. Допускаемую удельную кривизну после термообработки определить по справочнику [17]. Рассчитать припуски и промежуточные размеры по переходам для обработки шейки D_3 .

Задача 4.9

Трехступенчатый вал (рисунок 4.9,а) длиной $L=300$ мм изготавливают из штампованной заготовки II класса точности на горизонтально-ковочной машине ($D_2=90$ мм; $L_1=100$ мм; $L_2=50$ мм). Токарной операции предшествовала операция фрезерно-центровальная, в результате которой были профрезерованы торцы и зацентрированы отверстия. При дальнейшей обработке установка заготовки выполняется в центрах.

Шейка вала с диаметром ступени D_3 имеет размер $\text{Ø}60\text{h6}_{(-0,019)}$.

Маршрут обработки ступени D_3 следующий: черновое обтачивание; чистовое обтачивание; тонкое обтачивание; окончательное шлифование.

Рассчитать промежуточные припуски для обработки шейки D_3 .

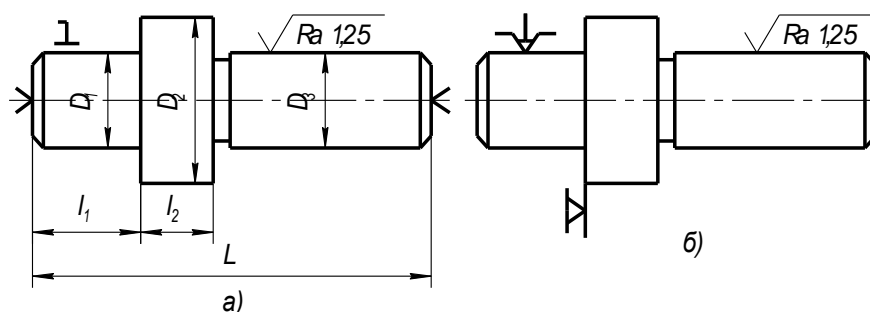


Рисунок 4.9 - Эскизы ступенчатого вала

Задача 4.10

Трехступенчатый вал (рисунок 4.9,б) изготавливают из штампованной заготовки II класса точности на горизонтально-ковочной машине. Токарной операции предшествовала операция фрезерно-центровальная, в результате которой были профрезерованы торцы и зацентрированы отверстия. При дальнейшей обработке установка выполняется в трехкулачковом патроне с упором в торец. Шейка вала с диаметром ступени D_3 имеет размер $\text{Ø}70\text{h}6(-0,019)$.

Маршрут обработки ступени D_3 следующий: черновое обтачивание; чистовое обтачивание; тонкое обтачивание; окончательное шлифование.

Рассчитать промежуточные припуски для обработки шейки D_3 .

Задача 4.11

Диск с центральным отверстием (рисунок 4.10) высотой $L=35$ мм изготавливают из углеродистой стали. Заготовка — поковка II класса (нормальной) точности, ее изготавливают на горизонтально-ковочной машине. Обработка отверстия D_2 размером $\text{Ø}80\text{H}8(+0,046)$ мм осуществляется за два установа по следующему маршруту: черновое растачивание с базированием по наружной необработанной поверхности D_1 в трехкулачковом самоцентрирующем патроне; черновое обтачивание наружной поверхности D_1 с базированием по обработанному отверстию D_2 на оправку; чистовое растачивание отверстия D_2 с базированием по поверхности D_1 ; тонкое растачивание отверстия D_2 в окончательный размер с базированием по той же поверхности. Рассчитать припуски на поверхность D_2 . Наружный диаметр диска $D_1=180$ мм, а его ширина $L=50$ мм.

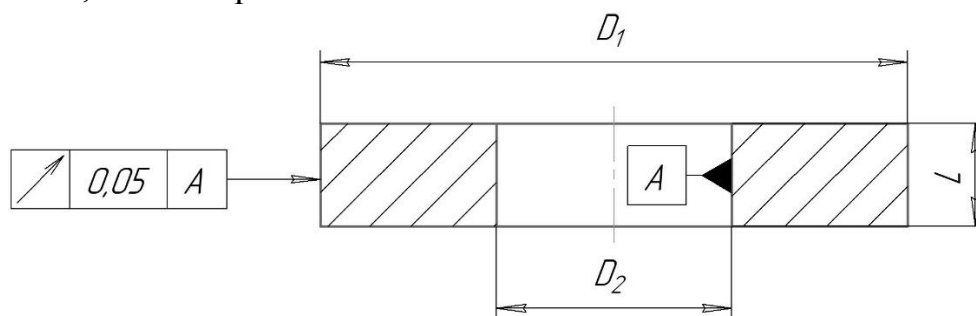


Рисунок 4.10 - Эскиз детали – диск

Задача 4.12

Диск с центральным отверстием (рисунок 4.10) изготавливают из углеродистой стали. Заготовка — поковка II класса (нормальной) точности, ее изготавливают на горизонтально-ковочной машине. Обработка отверстия D_2 размером $\text{Ø}40\text{H}7(+0,025)$ мм осуществляется за один установ по следующему маршруту: черновое зенкерование отверстия с базированием по наружной необработанной поверхности D_1 в трехкулачковом самоцентрирующем патроне; черновое развертывание; чистовое развертывание; тонкое развертывание в окончательный размер. Рассчитать припуски на поверхность D_2 . Наружный диаметр диска $D_1=150$ мм, а его ширина $L=35$ мм.

Задача 4.13

Чугунную втулку (рисунок 4.11) изготавливают центробежным литьем на машинах с вертикальной осью вращения. Отливка 3 класса точности.

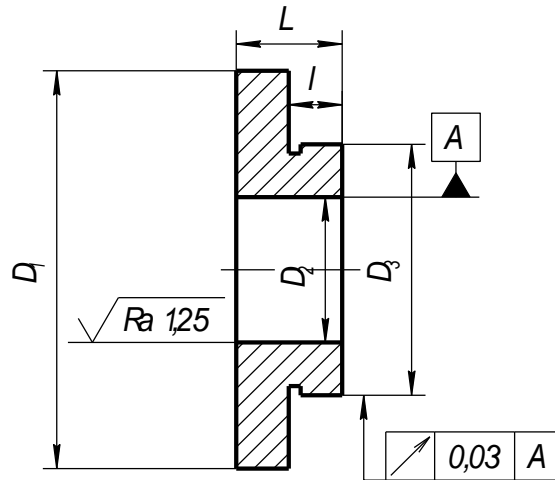


Рисунок 4.11 - Эскиз детали – втулка

Обрабатывают поверхность D_2 размером $\text{Ø}60\text{H}8^{(+0,046)}$ мм. Черновое и получистовое растачивание этой поверхности производят на токарном станке с установкой в трехкулачковом патроне с базированием по окончательно обработанной поверхности D_1 . Обработка в окончательный размер производится черновым шлифованием. Для повышения износостойкости перед шлифованием введена закалка ТВЧ поверхности отверстия. Рассчитать припуски на поверхность D_2 .

Задача 4.14

Чугунная заготовка шестерни (рисунок 4.12) получена литьем в кокиль 3 класса точности. Отверстие D_2 имеет размер $\text{Ø}55\text{H}7$ и обрабатывается по следующему маршруту: зенкерование черновое; развертывание черновое; развертывание чистовое; развертывание тонкое.

Базирование осуществляется по обработанной начисто наружной поверхности D_1 . Рассчитать припуски на поверхность D_2 .

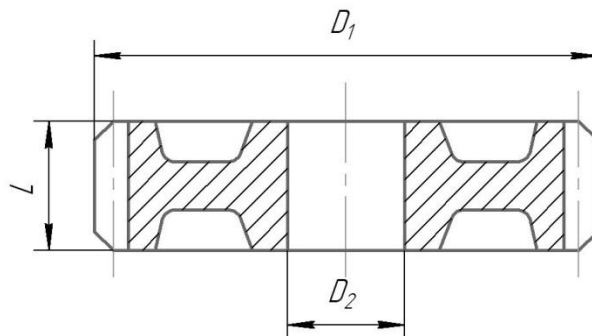


Рисунок 4.12 - Эскиз детали – шестерня

Задача 4.15

У корпусной детали (рисунок 4.13) обрабатывают отверстия D_1 и D_2 с размером $\text{Ø}60\text{H}8^{(+0,046)}$ мм. Заготовкой является чугунная отливка с наибольшим габаритным размером L_{max} , выполненная по 2-му классу точности. При обработке отверстий используют базирование по обработанной поверхности Б и двум отверстиям, обработанным с точностью по 7-му качеству. Установку заготовок производят в приспособление с пневматическим приводом с прижимом к опорной поверхности.

Обработка отверстий D_1 и D_2 выполняется по следующему маршруту: растачивание черновое; растачивание чистовое; растачивание тонкое. Погрешность установки в результате осадки заготовки определить по справочнику [12, с. 43].

Произвести расчет промежуточных припусков и промежуточных размеров для отверстий D_1 и D_2 .

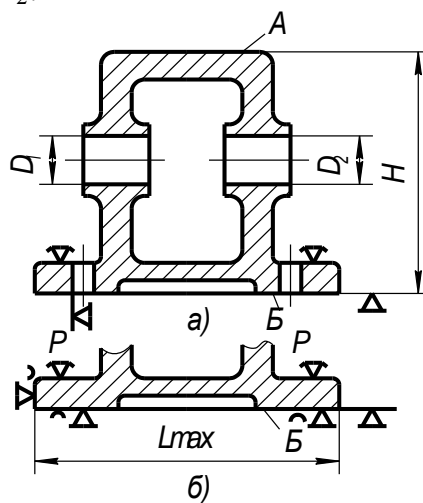


Рисунок 4.13 - Эскиз корпусной детали

Задача 4.16

У корпусной заготовки (рисунок 4.13) обрабатывают поверхность А размером $L \times B$, и при этом необходимо выдерживать размер H равный $450\text{d}9_{-0,385}^{-0,230}$. Заготовкой является чугунная отливка, выполненная по 2-му классу точности. Допуск на размер H у заготовки $IT_0 = 1,6$ мм. При обработке поверхности А используют базирование по необработанной нижней поверхности Б. Поверхность А обрабатывается по следующему маршруту: черновое фрезерование; чистовое фрезерование. Произвести расчет припусков на обработку поверхности А.

5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Основным документом расчётного задания является расчетно-пояснительная записка (РПЗ), которая должна оформляться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам».

РПЗ должна отвечать следующим общим требованиям: логической последовательности изложения материалов; убедительности аргументации; краткости и точности формулировок, исключающих возможности субъективного и неоднозначного толкования; конкретности изложения результатов работы.

Титульный лист РПЗ оформляется так, как показано в приложении А.

Текст РПЗ должен быть написан аккуратно литературным и технически грамотным языком от руки чернилами (пастой) на одной стороне листа бумаги формата А4 (210х297мм).

Общий объём пояснительной записки рекомендуется в пределах 15...20 страниц рукописного текста.

Текст РПЗ оформляют на листах, имеющих рамку и основную надпись (штамп) в соответствии с ГОСТ 2.104-68 «Основные надписи».

Расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк – не менее 3 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным 15...17мм.

Нумерация страниц РПЗ должна быть сплошной: первой страницей является титульный лист, второй – содержание. На титульном листе номер страницы не ставят. Список литературы также включают в сквозную нумерацию страниц.

Текст РПЗ делится на разделы, которые нумеруются арабскими цифрами; после номера раздела ставится точка. Раздел «Список литературы» не нумеруют.

Разделы должны иметь заголовки. Подчёркивать заголовки и переносить слова в заголовках не допускается.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 8 мм.

Каждый раздел РПЗ рекомендуется начинать с нового листа (страницы). На этом листе оформляется основная надпись по ГОСТ 2.104-68 (форма 2). На последующих листах раздела оформляются основные надписи формы 2а.

Иллюстрации обозначают словом «Рисунок» и нумеруют последовательно в пределах раздела. Номер иллюстрации, разделенных точкой, например «Рисунок 1.5» (пятый – рисунок первого раздела). Допускается сквозная нумерация иллюстраций. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово

«Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 - Детали прибора.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц (рисунок 5.1).

Таблица _____
 номер название

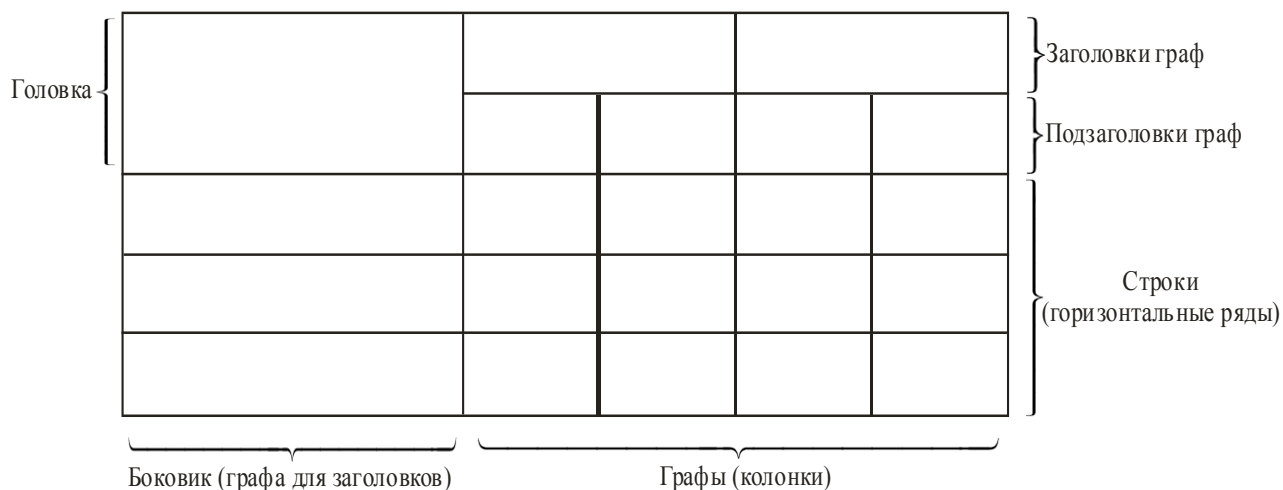


Рисунок 5.1 – Пример построения таблицы

Таблицы нумеруют последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. В верхнем левом углу таблицы напротив соответствующего заголовка помещают надпись «Таблица» с указанием её номера, который должен состоять из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделённых точкой, например «Таблица 3.4» (четвёртая таблица третьего раздела). Допускается сквозная нумерация таблиц.

Таблицы должны иметь заголовки. Заголовок и слово «Таблица» пишут с прописной буквы. Заголовок не подчёркивают. Делить заголовки таблицы по диагонали не допускается. Графу «№ пп» в таблицу включать не следует.

Рисунок или таблицу размещают после первого упоминания о них в тексте.

Ссылки в тексте РПЗ на иллюстрации и таблицы указывают их порядковым номером, например «рисунок 5.7», «таблица 1.8». В повторных ссылках на таблицы и иллюстрации следует указывать сокращённо слово «смотри», например «см. таблицу 1.3».

Аналогично рисункам и таблицам нумеруют формулы. Номера формул указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках, например «(3.2)» (вторая формула третьего раздела).

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов приводят непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Первую строку начинают со слова «где» без двоеточия, значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки.

Пример – Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho = m/V, \quad (1)$$

где m - масса образца, кг;

V - объём образца, м³.

Ссылки в тексте РПЗ на литературные источники обозначают порядковым номером списка источников, выделенных квадратными скобками, например «[17]», «[23]».

Во всех материалах расчётного задания необходимо строго соблюдать ГОСТ 8.417-81 «Единицы физических величин». Этот стандарт регламентирует и правила написания обозначений единиц.

Список литературы должен включить все использованные источники, которые следует располагать в порядке появления ссылок в тексте РПЗ. Сведения об источниках, включённых в список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84 «Библиографическое описание документа». Примеры наиболее часто встречающихся в курсовых работах библиографических описаний приведены в работе [19].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология машиностроения: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [Л.В. Лебедев, В.У. Мнацаканян, А.А. Погонин и др.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 528 с.
2. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. 2-е изд. М.: Машиностроение, 2007. -736 с.
3. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. 3-е изд., стер.-СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 512 с.
4. Технология машиностроения: Учебник /Л.В. Лебедев, И.В. Шрубченко, А.А. Погонин, М.С. Чепчуров, А.Ф. Бойко. - Старый Оскол: ТНТ, 2013. - 624 с.
5. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения: Учеб. пособ. для вузов/Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш. шк., 2003. – 278 с.
6. Технология машиностроения: В 2 т. Т. 1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов /В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. - 564 с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. М.: Машиностроение, 1974. 136 с.
8. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Массовое производство. 3-е изд., М.: Машиностроение, 1974. 136 с.
9. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ Под ред. А.А. Панова. М.: Машиностроение, 1988. 736 с.
10. Серебrenицкий П.П. Краткий справочник станочника. Л.: Лениздат, 1982. 360 с.
11. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога. М.: Машиностроение, 1976. 288 с.
12. Справочник технолога– машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - 4–е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 656 с.
13. Станочные приспособления. Справочник/ Под ред. Б.Н. Вардашкина и др. Т.1, М.: Машиностроение, 1984. 592 с.
14. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. М.: Машиностроение, 1983. 277 с.
15. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. для машиностроит. спец. вузов/ Я. М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. 2-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2007. 272 с.

16. Харламов Г.А., Тарапанов А.С. Припуски на механическую обработку: Справочник. М.: Машиностроение, 2006. 256 с.

17. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 496 с.

18. Панов А.А., Хоменко В.В. Расчет припусков на механическую обработку: Методические указания к практическим занятиям, курсовому и дипломному проектированию по технологии машиностроения для студентов машиностроительных специальностей всех форм обучения. /Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2006. - 44 с.

19. Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Берзин В.Р. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 1989. 288 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Форма титульного листа расчётного задания

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Кафедра Техника и технологии машиностроения и пищевых производств

Расчётное задание защищено с оценкой _____

Преподаватель _____

(подпись)

(и. о. фамилия)

« »

20

г.

Проектирование технологических операций механической обработки

деталей

тема задания

Пояснительная записка
к расчётному заданию

по дисциплине Основы технологии машиностроения

наименование дисциплины

Р315.03.05.XX.000ПЗ

обозначение документа

Студент группы _____

подпись

и. о. фамилия

РУБЦОВСК 20 _____