

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ильшат Ринатович Мухаметзянов

Должность: директор

Дата подписания: 13.07.2023 14:34:25

Уникальный программный ключ:

aba80b84033c9ef196388e9ea0434f90a83a40954ba270e84bcb664f02d1d8d0

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
Чистопольский филиал «Восток»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
по дисциплине
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.14**

Направление подготовки: **12.03.01 Приборостроение**

Квалификация: **Бакалавр**

Профиль подготовки: **Приборостроение**

Типы задач профессиональной деятельности: **проектно-конструкторская,
производственно-технологическая**

Рекомендовано УМК ЧФ КНИТУ-КАИ

Чистополь
2023 г.

Лабораторная работа №1

«Разработка технологического процесса изготовления оливки в песчаной форме»

1. Цель работы

Целью работы является ознакомление с основными этапами проектирования технологического процесса изготовления отливки в песчаной форме.

2. Основные сведения из теории

Литейным производством называется способ изготовления изделий различной конфигурации и назначения путем заливки расплавленного металла в специальную форму. Формы могут быть песчаными, м

Металлическими керамическими и т.д. В зависимости от количества плучаемых в одной форме отливок формы бывают разовые, полупостоянные и постоянные.

Наиболее распространенными являются разовые песчаные формы, в которых получают около 80% всего фасонного литья. Остальные 20% отливок производятся специальными способами: кокильным литьем, литьем по выплавляемым, выжигаемым, растворяемым и другим моделям, литьем в оболочковые формы, центробежным литьем и т.д.

Более широкое применение специальных способов литья в промышленности сдерживается их сравнительно высокой стоимостью и невозможностью получения отливок больших размеров и массы. Вместе с тем следует отметить, что отливки, полученные специальными способами, имеют незначительные припуски на механическую обработку, высокие механические свойства и качество. Поэтому окончательный выбор способа литья производится на основе технико-экономического сравнения различных вариантов. Практика показывает, что примерно 50% всех деталей работающих машин и механизмов изготавливаются из литых заготовок. Такое предпочтение данному способу производства заготовок объясняется возможностью получения изделий практически любой конфигурации. К ним относятся корпуса редукторов, подшипников скольжения, фланцы, втулки, звездочки цепных передач и т.д.

Перед выполнением работы студент получает следующие исходные данные:

1. Чертеж детали с техническими условиями на ее изготовление;
2. Марка литейного сплава;
3. Сведения о типе производства (единичное, мелкосерийное, серийное, крупносерийное или массовое).

Исходные данные выдаются преподавателем индивидуально каждому студенту.

Для выполнения работы необходимо:

1. Определить положение отливки в форме и назначить разъемы модели и формы;
2. Назначить припуски на механическую обработку на все обрабатываемые поверхности детали, припуски на усадку, напуски и формовочные уклоны; если для получения отливки используются стержни, то определить размеры стержневых знаков;
3. Произвести расчет литниковой системы.

Графическая часть работы включает в себя эскиз детали, эскиз отливки с указанием припусков на механическую обработку, эскизы модели, стержня и литейной формы в сборе. Если для изготовления отливки требуется несколько стержней, вычерчивается один стержень и для него стержневой ящик (по выбору студента).

3. Пример выполнения работы

Отливаемая деталь - корпус подшипника, материал - чугун СЧ 21, производство мелкосерийное. Эскиз детали представлен на рис.1.

Отверстия во фланце (под крепеж) ввиду малого диаметра получать литьем нерационально, они будут выполняться механически. Учитывая тип производства – мелкосерийное – принимаем ручную формовку в двух опоках по разъемной модели с использованием деревянного модельного комплекта.

Назначение припусков на механическую обработку Припуском называется слой металла, предназначенный для снятия в процессе механической обработки. Величина припуска должна быть такой, чтобы после механической обработки поверхность детали отвечала требованиям по качеству металла, механическим свойствам и шероховатости. Величина припуска в зависимости от класса точности отливок, размеров и расположения обрабатываемой поверхности по отношению к разъему (верх, низ, бок) регламентируется для чугунного фасонного литья ГОСТом 1855-55, для стального фасонного литья ГОСТом 2009-55 (см. табл. 1 и 2 приложения). Класс точности отливок определяется в зависимости от типа производства (серийности), материала и состояния модельного комплекта и оснастки, а также других факторов.

К первому классу точности относятся отливки, получаемые в крупносерийном и массовом производстве при машинной формовке с использованием, как правило, металлического модельного комплекта. Второй класс точности достигается при машинной формовке по деревянным моделям (среднесерийное производство). Все отливки, получаемые в единичном и мелкосерийном производстве с использованием ручной формовки и деревянного модельного комплекта, относятся, как правило, к третьему классу точности.

Так как в рассматриваемом случае применяется ручная формовка по деревянной модели, отливка должна быть отнесена к третьему классу точности. В соответствии с ГОСТ 2.423-73 припуски на механическую обработку на чертежах изображаются сплошной основной линией. Величина припуска указывается либо числом перед знаком шероховатости поверхности детали или величиной уклона, либо линейным размером. Отверстия, впадины и другие особенности конфигурации детали, не выполняемые литьем, зачеркиваются сплошной линией. Слой металла, оставляемый на месте не выполняемых литьем элементов детали, называется напуском. Все поверхности модели, перпендикулярные разъему, должны иметь формовочные уклоны, облегчающие извлечение модели из формы.

Следовательно, формовочные уклоны будут иметь место и на отливке, т.к. последняя повторяет наружную конфигурацию модели. На обрабатываемых поверхностях формовочный уклон назначается сверх припуска на механическую обработку. Значения формовочных уклонов для наружных поверхностей моделей регламентируются ГОСТом 3212-57 (табл. 3 приложения). Эскиз отливки с нанесенными припусками, напусками и формовочными уклонами для рассматриваемого примера представлен на рис. 2.

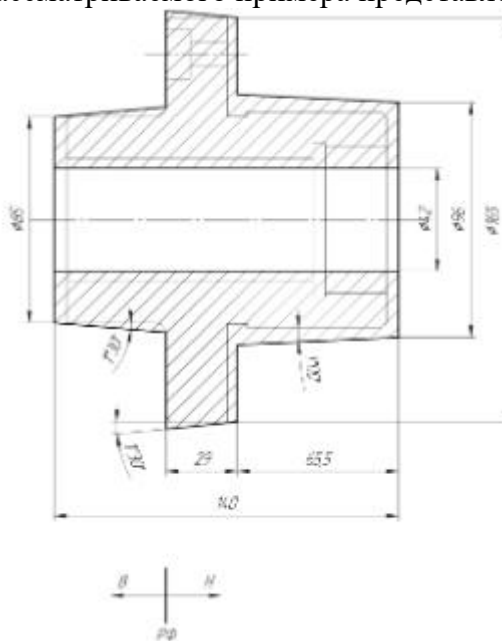
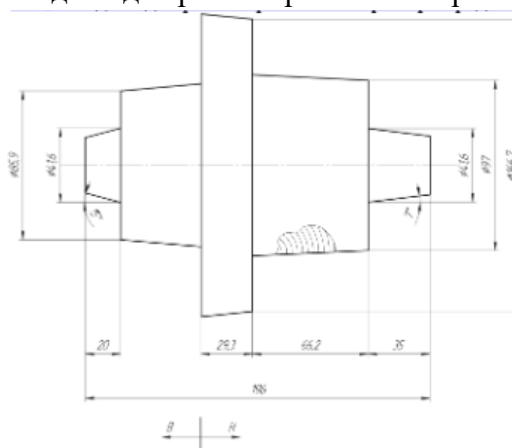


Рисунок 2 – Эскиз отливки

Модель и стержневой ящик образуют модельный комплект. Модель -это прообраз будущей отливки. С помощью модели формообразуется, в основном, наружная конфигурация отливки. От отливки модель отличается материалом, наличием стержневых знаков (если отливка полая и для формирования полости необходим стержень), наличием разъема в случае, если формовка производится по разъемной модели, размерами, превышающими соответствующие размеры отливки на величину линейной усадки сплава. Величину линейной усадки для различных литейных сплавов можно определить по таблице 4 приложения. В качестве материала для изготовления моделей используют дерево, металлические сплавы, пластмассы и т.д. Металлические модели применяются в серийном производстве при машинной формовке. В единичном и мелкосерийном производстве применяются модели из различных пород дерева. Модели могут быть цельными или иметь один и более разъемов, т.е. состоять из нескольких частей. Отдельные части разъемных моделей центрируются с помощью шипов или дюбелей. На моделях могут быть съемные части, закрепленные шпильками, штырями, крючками и т.п. На модели могут быть стержневые знаки. При формовке с помощью этих элементов получают соответствующие полости (углубления) в форме, которые служат для установки стержня и его ориентировки при сборке литейной формы. В зависимости от расположения стержня в форме стержневые знаки могут быть горизонтальными и вертикальными. Размеры стержневых знаков регламентируются ГОСТом 3606-80. Данные для выбора длины горизонтальных знаков представлены в таблице 5, высота вертикальных знаков - в таблицах 6 и 7, уклонов знаков - в таблице 8 приложения. Эскиз модели для рассматриваемого примера представлен на рис.3



Лабораторная работа №2

«Выбор заготовки для изготовления ступенчатого вала»

1. Цель работы

Целью работы является ознакомление с табличным (статистическим) методом определения операционных припусков на обработку резанием; приобретение навыков выбора диаметров заготовок деталей из круглого проката.

2. Основные сведения из теории

Заготовка – предмет производства, из которого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности и свойств материала изготавливают деталь или неразъемную сборочную единицу. Заготовка перед первой технологической операцией называется исходной заготовкой.

Выбор заготовки заключается в установлении метода ее изготовления, расчете или выборе припусков на обработку резанием и определение размеров исходной заготовки. Форма и размеры заготовки должны приближаться к форме и размерам готовой детали с тем, чтобы свести к минимуму обработку резанием.

Основными видами заготовок для деталей, изготавливаемых из металлов и их сплавов, являются:

1) сортовой материал, изготавливаемый прокатом, волочением и другими способами из черных металлов и цветных сплавов (прутки круглого, квадратного и шестигранного сечения, трубы, плоский прокат – листы, полосы, ленты). Некоторые из этих видов заготовок могут применяться и для ряда неметаллических материалов.

2) отливки.

3) поковки и штамповки.

В единичном производстве вид заготовки определяется ее минимальной стоимостью, то есть способ получения заготовки должен исключать затраты на улучшение ее качества путем уменьшения припуска на обработку.

При массовом производстве затраты на изготовление штампов металлических изделий, а также на специальные способы получения заготовок из стали, чугуна и цветных металлов окупаются переносом стоимости оборудования и приспособлений на очень большое количество деталей. Снижение стоимости изготовления деталей в массовом производстве за счет уменьшения веса заготовок (уменьшение припусков на обработку), сокращения времени на обработку и снижения квалификации используемой рабочей силы оправдывает все затраты на улучшение качества заготовок.

Чтобы обеспечить возможность обработки поверхности снятием стружки, при назначении размеров заготовки учитывают *припуски* на обработку резанием. **Припуском** называется слой материала, предусмотренный на заготовке и подлежащий удалению при обработке резанием для получения готовой детали. Величина припуска зависит от размеров детали, вида заготовки, материала и требуемой точности изготовления детали.

Различают *общий и операционные припуски* на обработку. *Общим* припуском называется слой металла, необходимый для выполнения всех технологических операций по обработке рассматриваемой поверхности; он представляет собой сумму операционных припусков и равен разности размеров исходной заготовки и готовой детали. *Операционным припуском* называется слой металла, предназначенный для снятия при выполнении одной технологической операции.

Припуски могут быть *симметричные и асимметричные*. Симметричные назначают для обработки наружных и внутренних поверхностей тел вращения, асимметричные – для обработки поверхностей призматических деталей.

Различают так же номинальный, минимальный и максимальный припуски.

В производственных условиях в большинстве случаев установление промежуточных

припусков на каждый переход производят статистическим методом с использованием табличных данных.

Маршрут обработки детали

При проектировании маршрута необходимо разделить технологический процесс на этапы, выполняемые в порядке возрастания точности этапа, т.е. от черновых к чистовым. Различают три укрупненные стадии обработки:

- черновая (обдирочная);
- чистовая;
- отделочная.

В процессе *черновой* обработки снимают *основной слой металла* и обеспечивают взаимное расположение поверхностей. Эта стадия связана с действием силовых и температурных факторов, что влияет на точность окончательной обработки. После этой обработки часто вводят операцию термообработки для снятия внутренних напряжений.

Целью *чистовой обработки* является достижение заданной точности поверхностей детали и точности их взаимного расположения.

Основное назначение *отделочной обработки* – обеспечение требуемой точности и шероховатости *особо точных* поверхностей.

Последовательность выбора методов обработки поверхностей рекомендуется следующая:

1. выбираются методы обработки поверхности на первом переходе (операции) в зависимости от способа получения заготовки и ее точности;
2. определяются методы окончательной обработки поверхности на *последнем переходе (операции)* в зависимости от комплекса требований по точности рассматриваемой поверхности (данные из чертежа);
3. назначаются методы обработки поверхности на *промежуточных переходах (операциях)* на основе уже выбранных первого и последнего методов обработки.

Следует учитывать, что каждому методу окончательной обработки предшествуют обычно несколько предварительных (менее точных) методов.

При назначении промежуточных методов исходят из того, что каждый последующий метод должен быть *точнее предыдущего* в среднем на один - два качества точности.

Допуск на промежуточный размер точности должен всегда находиться в тех пределах, при которых возможно использование последующего метода обработки.

Разрабатывая маршрут обработки поверхности необходимо помнить, что одна и та же точность обработки может быть достигнута несколькими способами.

Назначение припусков на обработку

Операционные припуски и допуски для каждой операции определяют, начиная от отделочной к начальной операции, т.е. в направлении, *обратном ходу технологического маршрута* обработки заготовки.

Общий припуск равен сумме промежуточных припусков по всему технологическому маршруту механической обработки данной поверхности

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n Z_i$$

Промежуточные размеры необходимы для оформления технологической документации и выполнения всех технологических расчетов по установлению режимов и усилий резания. Промежуточные размеры для наружных поверхностей задаются в системе отверстия с отклонением по основному валу.

Точность обработки

Основные показатели качества машин в значительной степени определяются точностью изготовления их деталей.

Точностью обработки называют степень приближения действительных значений размеров и геометрических параметров обработанной поверхности требованиям чертежа и технических условий (их номинальным значениям).

Точность изготовления деталей обеспечивается ограничением указанных погрешностей их предельными значениями, т. е. допусками на чертежах, например, $\varnothing 10_{-0,1}$. Эти допуски устанавливаются соответствующими стандартами, например, стандартами единой системы допусков и посадок (ЕСДП).

Степени точности по ЕСДП называют квалитетами. Установлено 19 квалитетов; 01, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17. Точность убывает от квалитета 01 к квалитету 17. Допуск квалитета условно обозначается сочетанием прописных букв и номера квалитета, например JT1, JT2, JT5, JT12 и т. д. Точность (квалитет) однозначно связан с видом оборудования и стоимостью его достижения.

Обработать деталь точно по номинальному размеру практически невозможно из-за многочисленных погрешностей, влияющих на процесс обработки. Размеры обработанной детали отличаются от заданного номинального размера. Поэтому их ограничивают двумя предельными размерами, один из которых (большой) называется **наибольшим предельным размером**, а другой (меньший) – **наименьшим предельным размером**. Наибольший предельный размер отверстия обозначают D_{max} , вала – d_{max} ; соответственно наименьший предельный размер отверстия – D_{min} и вала – d_{min} .

Деталь является годной, если ее действительный размер находится между наибольшим и наименьшим размером.

Допуск характеризует точность изготовления детали. Допуск определяется разностью между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

На чертежах вместо предельных размеров рядом с номинальным размером указывают два предельных отклонения, например $\varnothing 8^{+0,028}_{+0,019}$.

Предельное отклонение – алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее отклонение.

Верхнее отклонение – алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами. Верхнее отклонение отверстия обозначают буквами ES ($ES = D_{max} - D$), вала — es ($es = d_{max} - d$) (рис.1).

Нижнее отклонение – алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами. Нижнее отклонение отверстия обозначают буквами EI ($EI = D_{min} - D$), вала – ei ($ei = d_{min} - d$) (рис. 1).

Допуск – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями. Допуск размера отверстия $T_D = D_{max} - D_{min}$ или $T_D = ES - EI$; допуск размера вала $T_d = d_{max} - d_{min}$ или $T_d = es - ei$.

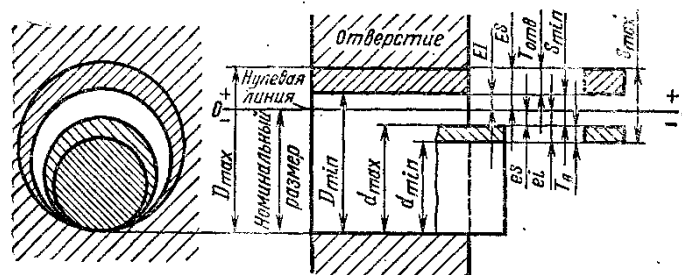


Рисунок 1 – Схема расположения полей допусков

Поле допуска – поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Положение поля допуска относительно нулевой линии, зависящее от номинального размера, обозначают буквами латинского алфавита: прописными для отверстия и строчными для вала.

3. Пример выполнения задания

Для изготовления ступенчатого вала (рис.3) в качестве заготовки использован горячекатаный стальной круглый прокат обычной точности. Твердость поверхности детали HRC32..36,

$$D = \varnothing 92_{p7} = \varnothing 92^{+0,072}_{+0,037}$$

$$L = 400 \text{ мм};$$

$$Ra = 0,63 \text{ (шероховатость)};$$

$$\text{HRC} = 32 \dots 36 \text{ (твердость)}.$$

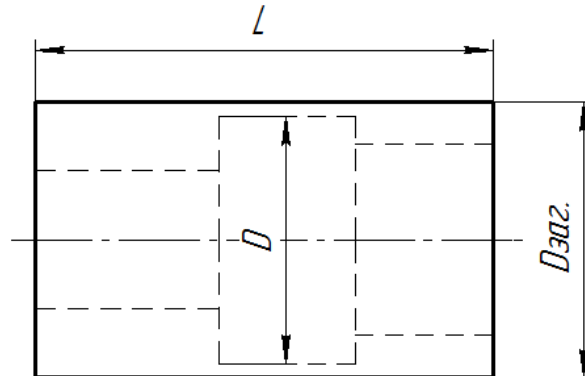


Рисунок 3 – Форма детали

Твердость поверхности достигнута термообработкой – закалкой.

Для обработки наружной поверхности в соответствии с таблицами 1, 2 выбираем следующий маршрут:

1. Точение черновое;
2. Точение чистовое;
3. Термическая обработка;
4. Шлифование наружное в центрах.

Имеем три операции механической обработки, которым присвоим соответствующие индексы 1, 2, 3. Готовая деталь имеет индексы «4».

Последовательность расчета.

1. Диаметр вала после шлифования $\varnothing 92^{+0,072}_{+0,037}$. Исходным (номинальным) расчетным диаметром является наибольший размер $d_4 = \varnothing 92,072$ мм. Поле допуска на диаметр $Td_4 = (+0,072) - (+0,37) = 0,035$ мм.

2. Номинальный операционный припуск на диаметр для шлифования детали в центрах с учетом термической обработки $z_3 = 0,5$ мм (табл.4 приложения).

3. Номинальный диаметр вала после чистового точения с учетом допуска на операцию h_9 (табл.2) $d_3 = \varnothing(92,072 + 0,5)$ $h_9 = \varnothing 92,572$ $h_9 = \varnothing 92,57_{-0,087}$. Поле допуска $Td_3 = 0 - (-0,087) = 0,087$.

4. Номинальный операционный припуск для чистового точения $z_2 = 2,0$ мм (табл. 3 приложения). $Ra = 1,6$ мкм.

5. Номинальный диаметр вала после чернового точения с учетом допуска на операцию h_{12} (табл.2 приложения) $d_2 = \varnothing(92,572 + 2,0)$ $h_{12} = \varnothing 94,572_{-0,35}$ мм. Округлим диаметр до $\varnothing 94,6_{0,35}$ мм (размер увеличили с 94,572 до 94,6 на 0,028) и несколько расширим припуск $z_2 = 2 + 0,028 = 2,028$ мм. Поле допуска на размер $Td_2 = 0 - (-0,35) = 0,35$.

6. Номинальный операционный припуск для чернового точения $z_1 = 2,8$ мм (табл.3 приложения) $Ra = 2,5$ мкм.

7. Расчетный диаметр заготовки $d_{lp} = \varnothing(94,6 + 2,8) = 97,4$ мм.

8. По сортаменту материалов (табл.5 приложения) $d_1 = \varnothing 100^{+0,6}_{-1,7}$. Выбирается ближайший больший диаметр с учетом допусков и выпускаемого сортамента материала.

9. Уточним номинальный припуск на черновую обработку $z_1 = 100 - 94,6 = 5,4$ мм.

10. Минимальные и максимальные припуски.

При шлифовании:

$$Z_{3min} = z_3 - T_{d3} = 0,5 - 0,087 = 0,413 \text{ мм.}$$

$$Z_{3max} = z_3 + T_{d2} = 0,5 + 0,035 = 0,535 \text{ мм.}$$

При чистовом точении:

$$Z_{2min} = z_2 - T_{d2} = 2,028 - 0,35 = 1,678 \text{ мм.}$$

$$Z_{2max} = z_2 + T_{d3} = 2,028 + 0,087 = 2,115 \text{ мм.}$$

$$Z_{1min} = Z_1 - T_{d1} = 5,4 - 1,7 = 3,7 \text{ мм (} T_{d1} = 1,7 \text{ – нижнее отклонение } \varnothing 100^{+0,6}_{-1,7} \text{).}$$

$$Z_{1max} = Z_1 + T_{d1} = 5,4 + 0,6 = 6,0 \text{ мм (} T_{d1} = 0,6 \text{ – верхнее отклонение } \varnothing 100^{+0,6}_{-1,7} \text{).}$$

На рис. 4 приведена схема расположения припусков и допусков,

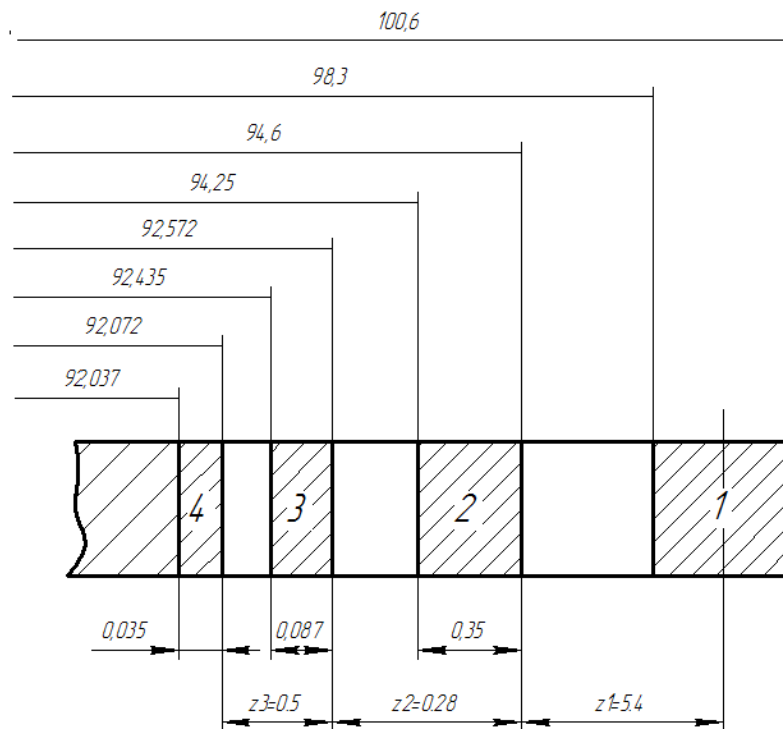


Рисунок 4 – Схема допусков

4. Задание для самостоятельного выполнения

1. Получить вариант задания от преподавателя из табл. 1.
2. Разработать маршрутное описание технологического процесса.
3. Рассчитать промежуточные размеры, определить точность, чистоту и величину промежуточных припусков, достигаемых после каждой операции.
4. Нарисовать схему полей припусков и допусков
5. Выбрать диаметр заготовки из круглого проката.
6. Выполнить токарную операцию на станке с ЧПУ.

Таблица 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D, мм	75f7	85d9	65e9	95f7	60h7	105u8	70e8	100h7	80s7	55u8
L, мм	330	360	180	350	150	300	190	200	350	170

5. Контрольные вопросы

1. Заготовка. Виды заготовок.
2. Припуск. Виды припусков.
3. Допуск. Качество. Предельные размеры, предельные отклонения.
4. Стадии обработки.
5. Токарная обработка. Суть технологии. Режущий инструмент.

6. Шлифование. Суть технологии. Режущий инструмент.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 –Этапы технологического процесса

№ п/п	Наименование этапов	Назначение и характеристика этапов
1	Заготовительный	Получение заготовки, ее термообработка
2	Черновой	Снятие припуска. Достижимая точность обработки IT12...IT15
3	Термический 1	Термообработка – «улучшение», старение
4	Получистойой 1	Достижимая точность обработки IT13...IT13. Шероховатость Ra=6,3мкм
5	Термический 2	Цементация
6	Получистойой 1	Съем цементируемого слоя на поверхностях, предохраняемых от цементации
7	Термический 3	Закалка, улучшение
8	Чистойой 1	Достижимая точность обработки IT6...IT10. Шероховатость Ra=0,63мкм
9	Термический 4	Азотирование, старение
10	Чистойой 2	Шлифование поверхностей, не подлежащих азотированию
11	Чистойой 3	Достижимая точность обработки IT5...IT7. Шероховатость Ra=0,16мкм
12	Гальванический	Хромирование, никелирование и .т.п
13	Отделочный 1	Получение малой шероховатости Ra=0,08...0,004мкм

Таблица 2 –Наружные цилиндрические поверхности

14...12	IT	Черновое	Точение	Основные методы и виды обработки
50...2,5	Ra			
13...11	IT	Получистовое		
25...2,5	Ra			
10...8	IT	Чистовое	Шлифование	
6,3...1,6	Ra			
8...7	IT	Тонкое		
1,6...0,4	Ra			
9...8	IT	Предварительное		
6,3...0,4	Ra			
7...6	IT	Чистовое	Отделочная обработка	
1,6...0,4	Ra			
6...5	IT	Тонкое		
1,6...0,1	Ra			
5...4	IT	Хонингование		
0,4...0,08	Ra			
5...3	IT	Доводка (тонкая притирка)	Обработка давлением	
0,16...0,01	Ra			
5...3	IT	Суперфиниш		
0,1...0,01	Ra			
4...3	IT	Полирование		
0,1...0,01	Ra			
10...8	IT	Обкатывание		
0,08...0,01	Ra			
7...6	IT	Выглаживание		
0,8...0,05	Ra			

Таблица 3 – Операционные припуски на черновое и чистовое обтачивание, мм

Интервалы диаметров	Черновое обтачивание		Чистовое обтачивание	
	Длина, мм			
	до 200	от 200 до	до 200	от 200 до

		400		400
От 3 до 6	-	-	0,8	-
свыше 6 до 10	1,5	1,7	1,0	1,3
10...18	1,5	1,7	1,3	1,5
18...30	2,0	2,2	1,3	1,5
30...50	2,0	2,2	1,5	1,9
50...80	2,3	2,5	1,8	2,0
80...120	2,5	2,8	1,8	2,0
120...180	2,5	2,8	2,0	2,3
180...260	2,8	3,0	2,3	2,5
260...360	3,0	3,3	2,3	2,5

Примечание: при обтачивании заготовок с уступами припуск назначается в зависимости от общей длины детали и наибольшего диаметра

Таблица 4– Операционные припуски на наружное шлифование

Интервалы диаметров	Вариант I	Вариант II	
	Окончательное шлифование термически обработанных деталей	Черновое шлифование до термообработки	Чистовое шлифование после термообработки
От 3 до 6	0,2	-	-
свыше 6 до 10	0,3	0,2	0,3
10...18	0,3	0,2	0,3
18...30	0,3	0,3	0,4
30...50	0,4	0,3	0,4
50...80	0,5	0,3	0,5
80...120	0,5	0,3	0,5
120...180	0,8	0,5	0,8
180...260	0,8	0,5	0,8
260...360	0,8	0,5	0,8

Таблица 5 –Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент. ГОСТ 2590-88

Диаметр d, мм	Предельные отклонения, мм при точности прокатки		
	А	Б	В
5 ; 5,5; 6; 6,3; 6,5; 7; 8; 9	+0,1 -0,2	+0,1	+0,3
10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19	+0,1 -0,3	-0,5	-0,5
20; 21; 22; 23; 24; 25	+0,1 -0,4	+0,2 -0,5	+0,4 -0,5
26; 27; 28	+0,1 -0,4	+0,2 -0,7	+0,3 -0,7
29; 30	+0,1 -0,5		+0,4 -0,7
31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48			
Примечание: А- высокой точности; Б -повышенной точности; В -нормальной точности			

Поля допусков

Интервалы размеров, мм	Поля допусков валов, мкм																							
	h5	g6	h6	j5	k6	n6	r6	f7	h7	s7	e8	u8	d9	e9	f9	h9	d11	h11	b12	h12	h14	h15	h16	
	Предельные отклонения, мкм																							
От 1 до 3	0	-2	0	+3	+6	+10	+16	-6	0	+24	-14	+32	-20	-14	-6	0	-20	0	-140	0	0	0	0	0
Св. 3 до 6	-4	-8	-6	-3	0	+4	+10	-16	-10	+14	-28	+18	-45	-39	-31	-25	-80	-60	-240	-100	-250	-400	-600	
Св. 6 до 10	0	-4	0	+4	+9	+16	+23	-10	0	+31	-20	+41	-30	-20	-10	0	-30	0	-140	0	0	0	0	
Св. 10 до 18	-5	-12	-8	-4	+1	+8	+15	-22	-12	+19	-38	+23	-60	-50	-40	-30	-105	-75	-260	-120	-300	-480	-750	
Св. 18 до 24	0	-5	0	+4,5	+10	+19	+28	-13	0	+38	-25	+50	-40	-25	-13	0	-40	0	-150	0	0	0	0	
Св. 24 до 30	-6	-14	-9	-4,5	+1	+10	+19	-28	-15	+23	-47	+28	-76	-61	-49	-36	-130	-90	-300	-150	-360	-580	-900	
Св. 30 до 40	0	-6	0	+5,5	+12	+23	+34	-16	0	+46	-32	+60	-50	-32	-16	0	-50	0	-150	0	0	0	0	
Св. 40 до 50	-8	-17	-11	-5,5	+1	+12	+23	-34	-18	+28	-59	+33	-93	-75	-59	-43	-180	-110	-330	-180	-430	-700	-1100	
Св. 50 до 65	0	-7	0	+6,5	+15	+28	+41	-20	0	+56	-40	+74	-65	-40	-20	0	-65	0	-160	0	0	0	0	
Св. 65 до 80	-9	-20	-13	-6,5	+2	+15	+28	-41	-21	+35	-73	+81	-117	-92	-72	-52	-195	-130	-370	-210	-520	-840	-1300	
Св. 80 до 100	0	-9	0	+8	+18	+33	+50	-25	0	+68	-50	+99	-80	-50	-25	0	-80	0	-170	0	0	0	0	
Св. 100 до 120	-11	-25	-16	-8	+2	+17	+34	-50	-25	+43	-89	+109	-142	-112	-87	-62	-240	-160	-420	-250	-620	-1000	-1600	
Св. 120 до 140	0	-10	0	+9,5	+21	+39	+60	-30	0	+83	-60	+133	-100	-60	-30	0	-100	0	-190	0	0	0	0	
Св. 140 до 160	-13	-29	-19	-9,5	+2	+20	+62	-60	-30	+89	-106	+148	-174	-134	-104	-74	-290	-190	-490	-300	-740	-1200	-1900	
Св. 160 до 180	0	-12	0	+11	+25	+45	+73	-36	0	+83	-72	+178	-120	-72	-36	0	-120	0	-220	0	0	0	0	
Св. 180 до 200	-15	-34	-22	-11	+3	+23	+76	-71	-35	+89	-126	+198	-207	-159	-123	-87	-340	-220	-570	-350	-870	-1400	-2200	

Лабораторная работа №3 «Расчет режимов резания»

1. Цель работы

Приобретение студентами навыков разработки технологического процесса механической обработки детали, расчета режимов резания для токарной операции.

2. Основные сведения из теории Обработка деталей на токарных станках

Токарная обработка (точение) – наиболее распространенный метод изготовления деталей типа тел вращения (валов, дисков осей, втулок и т.д.) на токарных станках. На них можно производить обтачивание и растачивание цилиндрических, конических, сферических и профильных поверхностей деталей, производить подрезание торцов, вытачивание канавок, нарезание внешних и внутренних резьб, накатывание рифлений, сверление, зенкерование.

Элементы токарного резца

Токарный резец состоит из головки 2 (рабочей части) и стержня 1, служащего для закрепления резца в резцедержателе (Рис.1.1). Передней поверхностью резца 8 называют поверхность по которой сходит стружка. Задние (главная 3 и вспомогательная 4) поверхности обращены к обрабатываемой заготовке. Главная режущая кромка 7 выполняет основную работу резания. Она образуется пересечением передней и главной задней поверхностью резца. Вспомогательная режущая кромка 6 образуется пересечением передней и вспомогательной задней поверхности. Место пересечения главной и вспомогательной режущих кромок называют вершиной резца 5.

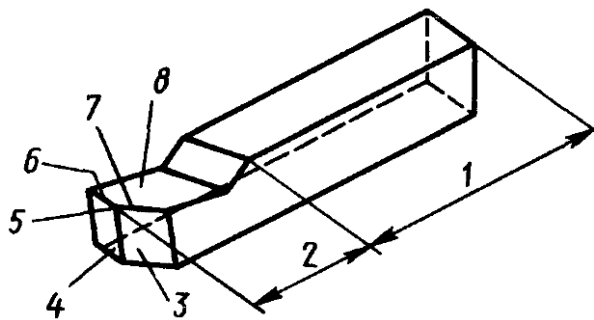


Рис. 1.1. Элементы токарного резца

Режимы резания

При назначении режимов резания определяют скорость резания, подачу и глубину резания.

Скоростью резания v называют расстояние, пройденное точкой режущей кромки инструмента относительно заготовки в единицу времени. Если главное движение вращательное (точение), то скорость резания, м/мин:

$$v = \pi D_{\text{заг}} n / 1000,$$

где $D_{\text{заг}}$ – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности заготовки, мм; n – частота вращения заготовки в минуту. Скорость резания корректируется в зависимости от измененных условий труда.

Подачей s называют путь точки режущей кромки инструмента относительно заготовки в направлении движения подачи за один оборот (рис. 3.6). Подача для точения имеет размерность мм/об.

Глубиной резания t называют расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями заготовки, измеренное перпендикулярно к последней. Глубина резания имеет размерность мм.

При точении цилиндрической поверхности глубину резания определяют как полуразность диаметров до и после обработки:

$$t = (D_{\text{заг}} - d) / 2,$$

где d — диаметр обработанной поверхности заготовки, мм.

К параметрам процесса резания относят основное (технологическое) время, затрачиваемое непосредственно на процесс изменения формы, размеров и шероховатости обрабатываемой поверхности заготовки. При токарной обработке цилиндрической поверхности основное время T_0 , мин, равно:

$$T_0 = Li / (ns_{\text{пр}}),$$

где $L = l + l_1 + l_2$ — путь режущего инструмента относительно заготовки в направлении подачи; l — длина обработанной поверхности, мм; l_1 — величина врезания резца, мм; $l_2 = 1-3$ — выход резца (перебег), мм; i — число рабочих ходов резца.

Расчет режимов резания при точении и растачивании

Расчет режимов резания производится согласно методике, описанной в [5].

Выбор числа стадий обработки

Выбор числа стадий обработки при точении и растачивании осуществляется по табл. 1 (прил. 1) и зависит от точности заготовки и заданной точности готового размера детали.

Определение глубины резания

Определение необходимой глубины резания для каждой стадии обработки осуществляется по табл. 2 (прил. 1). При этих значениях резания обеспечиваются:

- снятие погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующей стадии обработки;
- компенсация погрешностей, возникающих на выполняемой стадии обработки.

Если для обработки детали требуется несколько стадий обработки, общий припуск на обработку делится по глубинам резания для каждой из них. Если при данных технологических условиях эта глубина окажется больше допустимой, необходимо стадию обработки выполнить за несколько рабочих ходов с разбивкой оставшегося припуска на несколько глубин резания.

Подача

Значение подач для каждой стадии обработки при наружном продольном точении, подрезании торцов, растачивания выбирают в таблицах 3-10 (прил.1) в зависимости от обрабатываемого материала, диаметра детали, глубины резания, выбранной на предыдущем этапе. Табличное значение подачи корректируют с учетом поправочных коэффициентов. Для стадии черновой и получистовой при продольном точении и подрезании торцов коэффициенты выбирают по таблице 11 (прил.1) в зависимости от:

- сечения державки резца K_{S0} ;

- прочности режущей части K_{Sn} ;
- механических свойств обрабатываемого материала K_{SM} ;
- схемы установки заготовок K_{Sy} ;
- состояния поверхности заготовки K_{Sn} ;
- геометрических параметров режущей части инструмента $K_{S\phi}$;
- жесткости станка K_{Sj} ;
- вылета ползуна карусельного станка K_{Sl} .

Для чистовой и отделочной стадии продольном точении и подрезании торцов коэффициенты выбирают по таблице 12 (прил.1) в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала K_{SM} ;
- схемы установки заготовок K_{Sy} ;
- радиуса вершины K_{Sr} ;
- качества обрабатываемой детали K_{Sk} ;
- кинематического угла в плане $K_{S\phi k}$.

Для черновой и получистовой стадий при растачивании коэффициенты выбирают по табл. 13 (прил.1) в зависимости от:

- инструментального материала K_{Si} ;
- состояния поверхности заготовки K_{Sn} ;
- диаметра детали K_{SD} ;
- геометрических параметров резца $K_{S\phi}$;
- механических свойств обрабатываемого материала K_{SM} ;
- вылета резца (оправки) K_{Sl} .

Для чистовой и отделочной стадий при растачивании коэффициенты выбирают по таблице 14 (прил.1) в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала K_{SM} ;
- вылета резца (оправки) K_{Sl} ;
- диаметра детали K_{SD} ;
- качества обрабатываемой детали K_{Sk} ;
- кинематического угла в плане $K_{S\phi k}$.

Выбранную для черновой и получистовой стадии обработки проверяют по составляющим силы резания P_x и P_y (табл. 15, прил.1), допускаемым прочностью механизма станка. Силы резания корректируется в зависимости от поправочных коэффициентов (табл. 16, прил.1). Если выбранная подача не удовлетворяет этим условиям, необходимо установленную подачу снизить до значения, допускаемого прочностью механизма подач станка.

Скорость резания

Скорость резания при растачивании, наружном продольном точении и подрезании торцов выбирают для черновой и получистовой стадий обработке по табл. 17, 18, 19, 20 (прил.1), для чистовой и отделочной стадий по табл. 21 (прил.1), в зависимости от глубины резания, подачи, марок обрабатываемого материала.

Кроме того, скорость резания корректируют поправочными коэффициентами табл. 22 (прил.1), в зависимости от:

- группы обрабатываемых материалов K_{Vc} ;
- вида обработки K_{Vo} ;
- жесткости станка K_{Vj} ;
- геометрических параметров резца $K_{V\phi}$;
- механических свойств обрабатываемого материала K_{Vm} ;
- периода стойкости режущей части резца K_{VT} ;
- наличия охлаждения $K_{Vж}$.

Режим резания при растачивании, продольном наружном точении и подрезании торцов на черновой и получистовой стадиях обработки проверяют по мощности станка. Мощность станка выбирают по табл. 17, 18, 19, 20 (прил.1) и корректируют в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала с помощью коэффициента K_{Nm} (табл. 23 прил.1). Если выбранный режим обработки не допускается мощностью станка, необходимо установленную по нормативам скорость понизить.

3. Примеры решения задач

Рассчитать режимы резания для детали «Вал» (рис.1.2).

Деталь

Наименование – вал.

Материал – сталь 30Г (207...209НВ).

Точность обработки поверхностей: 1,2 – IT10.

Параметры шероховатости обработанных поверхностей: 1, 2 – $Ra = 5\text{мкм}$.

Заготовка

Заготовка – штамповка (точность IT16).

Состояние поверхности – с коркой.

Масса 4,5кг.

Припуск на обработку поверхностей: 1-6мм, 2-4мм.

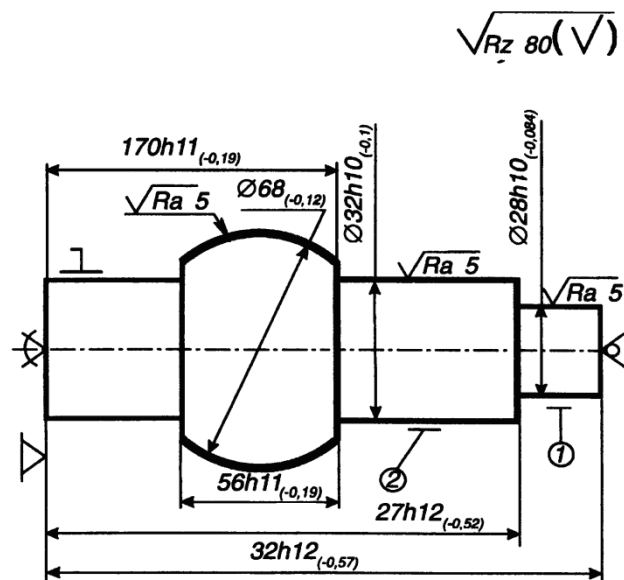


Рис. 1.2. Вал

Станок. Паспортные данные станка

Выберем станок модели 16K20T1. Частота вращения шпинделя n , мин^{-1} : 10; 18; 25; 35,5; 50; 71; 100; 140; 180; 200; 250; 280; 355; 500; 560; 630; 710; 800; 1000; 1400; 2000. Диапазон скорости подачи, мм/мин , по осям: x : 0,05...2800; y : 0,1...5600. Наибольшая сила, допускаемая механизмами: продольной подачи – 8000Н; поперечной подачи – 3600Н. Мощность привода главного движения 11кВт. Диапазон регулирования частоты вращения электродвигателя с постоянной мощностью 1500...4500 мин^{-1} .

Операция

Базирование в центрах, с установкой поводка. Содержание операции – точить поверхности 1,2.

Выбор стадий обработки

По табл. 1 (прил. 1) определяют необходимые стадии обработки. Для получения размеров детали, соответствующих 10-му качеству из заготовки 16-го качества необходимо вести обработку за 3 стадии: черновая, получистовая, чистовая.

Выбор глубины резания

По табл. 2 (прил. 1) определяют минимально необходимую глубину резания для получистовой и чистовой обработки.

При чистовой обработке:

– для поверхности 1, диаметр которой соответствует интервалу размеров 18...30мм, рекомендуется $t=0,6\text{мм}$,

– для поверхности 2, диаметр которой соответствует интервалу 30...50мм, рекомендуется $t=0,7\text{мм}$;

На получистовой стадии обработки:

– для поверхности 1 $t=1,0\text{мм}$;

– для поверхности 2 $t=1,3\text{мм}$;

Глубина резания для черновой обработки определяют исходя из общего припуска на обработку и суммы глубин резания на чистовой и получистовой стадии обработки:

– для поверхности 1 $t=4,4\text{ мм}$;

– для поверхности 2 $t=2,0\text{ мм}$;

Выбор инструмента

На станке 16K20T1 используют резцы с сечением державки 25x25мм. Толщина пластины 6,4мм. По табл. 24-28 (прил.1) выбирают параметры инструмента.

Из условий обработки принимают трехгранную форму пластины с углом при вершине $\epsilon=60^\circ$ из твердого сплава Т14К8-для черновой и получистовой стадии обработки и из сплава Т30К4-для чистовой стадии. Способ крепления пластины: клин-прихватом для черновой и получистовой стадий обработки и двуплечим прихватом за выемку для чистовой стадии. Углы в плане: $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$ – для обработки поверхностей 1, 2. Остальные геометрические параметры режущей части:

1. Для черновой и получистовой стадии обработки:

– задний угол $\alpha=6^\circ$;

- передний угол $\gamma=10^\circ$;
- форма передней поверхности – плоская с фаской;
- ширина фаски вдоль главного режущего лезвия $f=0,5\text{мм}$;
- радиус скругления режущей кромки $\rho=0,03\text{мм}$;
- радиус вершины резца $r_e=1,0\text{мм}$.

2. Для чистовой стадии обработки:

- задний угол $\alpha=8^\circ$;
- передний угол $\gamma=15^\circ$;
- форма передней поверхности – плоская с фаской;
- ширина фаски вдоль главного режущего лезвия $f=0,3\text{мм}$;
- радиус скругления режущей кромки $\rho=0,03\text{мм}$;
- радиус вершины резца $r_b=1,0\text{мм}$;
- нормативный период стойкости $T=30\text{мин}$.

Выбор подачи

Для черновой стадии обработки подачу выбирают по табл. 3 (прил. 1). Для поверхности 1 при точении детали диаметром до 50мм с глубиной резания $t=4,4\text{мм}$ рекомендуется подача $S_{Om}=0,35\text{мм/об}$. Для поверхностей 2 и 3 соответственно рекомендуется подача $S_{Om}=0,45\text{мм/об}$ и $S_{Om}=0,73\text{мм/об}$.

По табл. 3 (прил. 1) определяют поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от инструмента материала $K_{Sm}=1,1$.

Для получистовой стадии обработки значения подач определяют по табл. 4 (прил. 1) аналогичным образом. Для поверхностей 1 и 2 $S_{Om}=0,27\text{мм/об}$, для поверхности 3 $S_{Om}=0,49\text{мм/об}$. Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от инструментального материала $K_{Sm}=1,1$.

По табл. 11 (прил. 1) определяют поправочные коэффициенты на подачу для черновой и получистовой стадий обработки:

- сечения державки резца $K_{Sd}=1,1$;
- прочности режущей части $K_{Sh}=1,05$;
- механических свойств обрабатываемого материала $K_{Sm}=1,0$;
- схемы установки заготовок $K_{Sy}=0,9$;
- состояния поверхности заготовки $K_{Sn}=0,85$;
- геометрических параметров резца $K_{S\phi}=0,95$;
- жесткости станка $K_{Sj}=1,0$.

Окончательную подачу вычисляют по формуле:

$$S_o = S_{Or} K_{Sn} K_{Sd} K_{Sh} K_{Sm} K_{Sy} K_{Sn} K_{S\phi} K_{Sj}$$

Для поверхности 1:

$$S_o=0,35 \otimes 1,1 \otimes 1,05 \otimes 1,0 \otimes 0,9 \otimes 0,85 \otimes 0,95 \otimes 1,0=0,28\text{мм/об}.$$

Для поверхности 2:

$$S_o=0,45 \otimes 1,1 \otimes 1,05 \otimes 1,0 \otimes 0,9 \otimes 0,85 \otimes 0,95 \otimes 1,0=0,36\text{мм/об}.$$

Аналогично рассчитывают подачу для полуступенчатой стадии обработки для поверхности 1 и 2:

$$S_o=0,27 \otimes 1,1 \otimes 1,05 \otimes 1,0 \otimes 0,9 \otimes 0,85 \otimes 0,95 \otimes 1,0=0,23 \text{ мм/об.}$$

Рассчитанные подачи для черновой стадии обработки проверяют по осевой P_x и радиальной P_y составляющим силы резания, допустимым прочностью механизма подач станка.

По табл. 15 (прил. 1) определяют табличные значения сил резания:

– при обработке поверхности 1 с глубиной резания $t=4,4$ мм и подачей $S_o=0,28$ мм/об, $P_{xm}=1560$ Н, $P_{ym}=330$ Н;

– при обработке поверхности 2 с глубиной резания $t=2,0$ мм и подачей $S_o=0,36$ мм/об, $P_{xm}=630$ Н, $P_{ym}=230$ Н.

По табл. 16 (прил. 1) определяют поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий труда в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала $K_{Pmx}=K_{Pmy}=1,0$;
- главного угла в плане: для поверхностей 1 и 2 $K_{P\phi x}=1,0$; $K_{P\phi y}=1,0$; для поверхности 3 $K_{P\phi x}=0,85$; $K_{P\phi y}=1,5$;
- главного переднего угла $K_{P\gamma x}=K_{P\gamma y}=0,9$;
- угла наклона режущей кромки $K_{P\lambda x}=K_{P\lambda y}=1,0$.

Окончательно составляющие силы резания определяют по формулам

$$P_x = P_{xT} \cdot K_{Pmx} \cdot K_{P\phi x} \cdot K_{P\gamma x} \cdot K_{P\lambda x}$$

$$P_y = P_{yT} \cdot K_{Pmy} \cdot K_{P\phi y} \cdot K_{P\gamma y} \cdot K_{P\lambda y}$$

Для поверхности 1:

$$P_x = 1560 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1404 \text{ Н}$$

$$P_y = 330 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 297 \text{ Н}$$

Для поверхности 2:

$$P_x = 630 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 567 \text{ Н}$$

$$P_y = 230 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 207 \text{ Н}$$

Рассчитанные значения составляющих сил резания меньше, чем допускается механизмом подач станка:

$$P_{x \text{ доп.}} = 3600 \text{ Н}, \quad P_{y \text{ доп.}} = 800 \text{ Н}$$

Рекомендуемые значения подач для чистовой обработки выбирают по табл. 5 (прил. 1):

для поверхности 1: $S_{Om}=0,14$ мм/об;

для поверхности 2: $S_{Om}=0,12$ мм/об.

По табл. 12 (прил. 1) определяют поправочные коэффициенты на подачу чистовой стадии обработки для измененных условий зависит от:

- механических свойств обрабатываемого материала $K_{Sm}=1,0$;
- схемы установки заготовки $K_{Sy}=0,9$;
- радиуса вершины резца $K_{Sr}=1,0$;
- качества размера обрабатываемой детали $K_{Sk}=1,0$.

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют:

для поверхности 1: $S_{Om} = 0,14 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,13 \text{ мм/об}$;

для поверхности 2: $S_{Om} = 0,12 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,11 \text{ мм/об}$

Выбор скорости резания

Рекомендуемые значения скорости резания для черновой и получистовой стадии обработки выбирают по табл. 20 (прил. 1):

Для черновой стадии обработки легированной стали с коркой:

– с глубиной резания $t=4,4\text{мм}$ и подачей $S_o=0,28\text{мм/об}$ для поверхности 1 скорость резания $v_m=149\text{мм/мин}$.

– с глубиной резания $t=2,0 \text{ мм}$ и подачей $S_o=0,36\text{мм/об}$ для поверхности 2 скорость резания $v_m=159\text{мм/мин}$.

По табл. 20 (прил. 1) выбирают поправочные коэффициенты для черновой стадии обработки в зависимости от инструментального материала:

– для поверхности 1 $K_{vh}=1,0$;

– для поверхности 2 $K_{vh}=0,95$.

Для получистовой стадии обработки легированной стали без корки:

– с глубиной резания $t \leq 3,0 \text{ мм}$ и подачей $S_o=0,23\text{мм/об}$ для поверхностей 1 и 2 скорость резания $v_T=228\text{мм/мин}$.

Поправочный коэффициент для получистовой стадии обработки в зависимости от инструментального материала $K_{vh}=0,95$.

По табл. 22 (прил. 1) выбирают остальные поправочные коэффициенты на скорость резания при черновой и получистовой стадиях обработки для измененных условий (для поверхностей 1 и 2) зависимости от:

– группы обрабатываемости материала $K_{vc}=0,9$;

– вида обработки $K_{vo}=1,0$;

– жесткости станка $K_{vj}=1,0$;

– механических свойств обрабатываемого материала $K_{vm}=1,0$;

– геометрических параметров резца $K_{v\phi}=0,95$;

– периода стойкости режущей части $K_{vT}=1,0$;

– наличия охлаждения $K_{vjz}=1,0$.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания вычисляют по формуле

$$K_v = K_{vh} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{vT} \cdot K_{vjz}$$

Для черновой стадии обработки $K_v=0,85$ (для поверхности 1); $K_v=0,81$ (для поверхности 2).

Окончательно скорость резания при черновой обработке определяют по формуле:

$$v = v_m K_v$$

Для поверхности 1: $v=149 \cdot 0,85=127 \text{ м/мин}$, для поверхности 2:

$$v=159 \cdot 0,81=129 \text{ м/мин}$$

Скорость резания для чистовой стадии обработки определяют по табл. 22 (прил. 1):

– при $t=0,6\text{мм}$ и $S_o=0,13\text{мм/об}$ для поверхности 1 $v_T=380\text{м/мин}$;

– при $t=0,7$ мм и $S_0=0,11$ мм/об для поверхности 2 $v_T=327$ м/мин.

По табл. 22 (прил. 1) определяют поправочный коэффициент для чистовой стадии, численно совпадают с коэффициентами для черновой и получистовой стадий.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания при чистовой стадии обработки $K_v=0,85$ – для поверхности 1 и 2.

Окончательно скорость резания на чистовой стадии: $v=380 \cdot 0,68=258$ м/мин (для поверхности 1); $v=327 \cdot 0,68=209$ м/мин (для поверхности 2).

Табличные и скорректированные значения скорости резания заносят в табл.1.1. Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}$$

Для черновой стадии обработки поверхности 1:

$$n = \frac{1000 \cdot 127}{3,14 \cdot 32} = 1263 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем частоту вращения, имеющуюся у станка $n_\phi=1000$ мин⁻¹. Тогда фактическая скорость резания

$$v_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} = 97,4 \text{ м/мин}.$$

Расчет частоты вращения шпинделя, корректировку ее по паспорту станка и расчет фактической скорости резания для остальных поверхностей и стадий обработки проводят аналогично. Результаты расчетов сведены в таб. 1.1.

Таблица 1.1

Результаты расчета режимов резания

Параметр режима резания	Стадии обработки					
	черновая		получистовая		чистовая	
	№ поверхности					
	1	2	1	2	1	2
Глубина резания t , мм	4,4	2,0	1,0	1,3	0,6	0,7
Табличная подача S_{0m} , мм/об	0,35	0,45	0,27	0,27	0,14	0,12
Принятая подача S_0 , мм/об	0,28	0,36	0,23	0,23	0,13	0,11
Табличная скорость резания v_T м/мин	149	159	228	228	380	327
Скорректированная скорость резания v , м/мин	127	129	185	185	258	209
Фактическая частота вращения шпинделя n_ϕ , мин ⁻¹	1000	1000	1400	1400	2000	2000
Фактическая скорость резания v_ϕ м/мин	97,4	110	127,5	145	176	201
Табличная мощность резания N_T , кВт	7,2	5,8	5,7	5,7		
Фактическая мощность резания N , кВт	4,7	4,0	3,2	3,6	-	-
Скорость подачи v_S , мм/мин	280	360	322	322	260	220

4. Порядок выполнения работы. Задание

1. Ознакомиться с теоретическим содержанием работы и решением типового задания.
2. Рассчитать режимы резания для детали согласно своему варианту (для поверхностей d_1 и d_2).
3. Написать управляющую программу для изготовления детали на токарном станке с ЧПУ Reabin с учетом рассчитанных режимов резания. Изготовить деталь.

Варианты

Номер варианта	Номер рисунка	Материал заготовки	Параметры, мм
Вариант 1	Рис. 1.3 а)	Ст 45	$D=60h12, d_1=50h9, d_2=56h8, L=80, l_1=50, l_2=30$
Вариант 2	Рис. 1.3 а)	ЛС59-1Т	$D=30 h12, d_1=20h10, d_2=25h8, L=60, l_1=30, l_2=15$
Вариант 3	Рис. 1.3 а)	Д16	$D=30 h14, d_1=22h11, d_2=26h9, L=50, l_1=20, l_2=15$
Вариант 4	Рис. 1.3 б)	Ст 45	$D=30 h12, d_1=20H9, d_2=26h8, L=40, l_1=15, l_2=25$
Вариант 5	Рис. 1.3 б)	ЛС59-1Т	$D=50 h12, d_1=38H8, d_2=44h8, L=80, l_1=40, l_2=50$
Вариант 6	Рис. 1.3 б)	Д16	$D=60 h12, d_1=42H10, d_2=52h9, L=90, l_1=20, l_2=40$

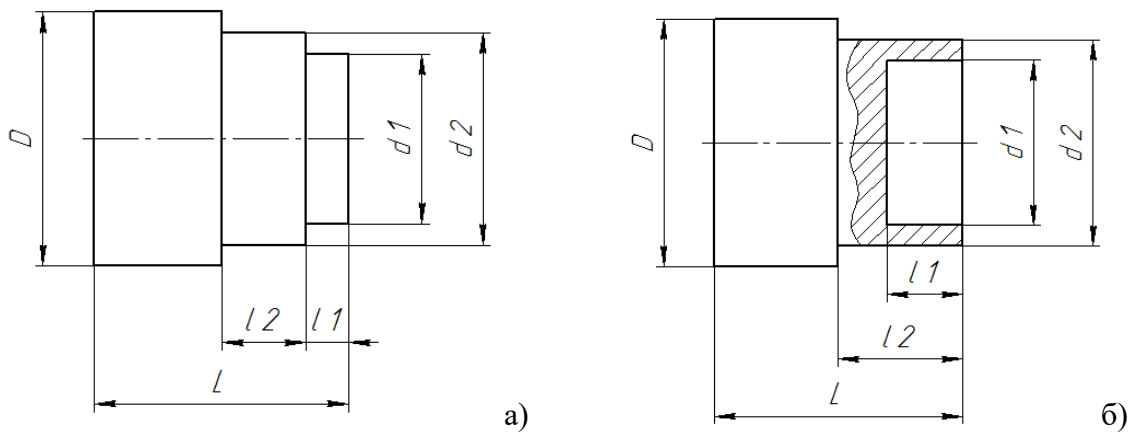


Рис. 1.3. Втулка

5. Контрольные вопросы

1. Поверхности, обрабатываемые на токарных станках.
2. Элементы токарного резца.
3. Виды токарных резцов.
4. Режимы резания при токарной обработке.
5. Порядок расчета режимов резания.

Таблица 1 – Число стадий обработки при точении и растачивании

Квалитет заготовки	Квалитет размера детали							
	10		9		8		7	
	M_y	$C_{об}$	M_y	$C_{об}$	M_y	$C_{об}$	M_y	$C_{об}$
17	17→14	черн.	17→14	черн.	17→14	черн.	17→14	черн.
	14→10	чист.	14→9	чист.	14→12	п/чист.	14→12	п/чист.
					12→8	отд.	12→7	отд.
16	16→14	черн.	16→14	черн.	16→14	черн.	16→14	черн.
	14→10	чист.	14→9	чист.	14→12	п/чист.	14→12	п/чист.
					12→8	отд.	12→7	отд.
15	15→14	черн.	15→14	черн.	15→14	черн.	15→14	черн.
	14→10	чист.	14→9	чист.	14→12	п/чист.	14→12	п/чист.
					12→8	отд.	12→7	отд.
14	14→10	чист.	14→9	чист.	14→12	п/чист.	14→12	п/чист.
					12→8	отд.	12→7	отд.
13	13→10	чист.	13→9	чист.	13→10	чист.	13→10	чист.
					10→8	отд.	10→7	отд.
12	12→10	чист.	12→9	чист.	12→10	чист.	12→10	чист.
					10→8	отд.	10→7	отд.
11	11→10	чист.	11→9	чист.	11→8	отд.	11→7	отд.

Примечание:

1. Стрелка показывает последующее уточнение размера детали при обработке.
2. Сокращение «черн.», «чист.», «п/чист.», «отд.» соответствуют черновой, чистовой, получистовой, отделочной обработке.

Таблица 2– Глубина резания, необходимая для получистовой, чистовой и отделочной стадий обработки

№	Диаметр детали D , мм, до	Квалитет заготовки		
		14	13, 12	11, 10, 9
		Квалитет детали		
		13, 12	11, 10, 9	8, 7
		Стадии обработки		
		Получистовая	Чистовая	Отделочная
		Глубина резания t , мм, не менее		
1	18	0,90	0,50	0,20
2	30	1,00	0,60	0,20
3	50	1,30	0,70	0,30
4	80	1,50	0,80	0,30
5	120	1,70	0,90	0,30
6	180	2,00	1,00	0,40
7	250	2,20	1,10	0,40

Таблица 3 – Подача для черновой стадии обработки (для продольного точения и подрезки торцов). Получение 14-го качества детали

Обрабатываемый	Глубина	Диаметр детали D , мм, до	Поправочный коэффициент на подачу $K_{СМ}$ в
----------------	---------	-----------------------------	--

материал	резания t , мм, до					зависимости от материала инструмента							
		18	50	180	500	ТН20	КТН16	Т14К8	Т15К6	ВК3-М	ВК6	ВК6-М	Р6М6
		Подача $S_{от}$, мм/об											
Стали конструкционные углеродистые и легированные	2	0,21	0,45	0,83	-	0,9	0,95	1,1	1,0	-	-	-	-
	3	0,19	0,40	0,73	1,30					-	-	-	-
	5	0,16	0,35	0,63	1,13	-	-	1,1	-	-	-	-	
Чугун серый	2	0,30	0,76	0,97	1,25	-	0,8	-	-	1,0	1,15	0,8	1,2
	3	0,28	0,70	0,90	1,14	-		-	-				
	5	0,26	0,60	0,80	1,00	-	-	-	-	-	1,0	0,9	
Медные и алюминиевые сплавы	2	0,25	0,58	0,98	1,60	-	0,90	-	-	1,0	1,15	1,1	1,2
	3	0,22	0,52	0,88	1,40	-		-	-				
	5	1,19	0,46	0,78	1,31	-		-	-				1,1

Таблица 4 – Подача для полуступенчатой стадии обработки (для продольного точения и подрезки торцов). Получение 12-го качества детали

Обрабатываемый материал	Глубина резания t , мм, до	Диаметр детали D , мм, до				Поправочный коэффициент на подачу K_{SM} в зависимости от материала инструмента							
		18	50	180	500	ТН20	КТН16	Т14К8	ТТ7К12	ВК3-М	ВК6	ВК6-М	Р6М6
		Подача $S_{от}$, мм/об											
Стали конструкционные углеродистые и легированные	0,7	0,16	0,33	0,61	-	0,9	0,95	1,1	1,2	-	-	-	1,1
	1,5	0,13	0,27	0,49	0,88					-	-	-	
	2,0	-	0,24	0,43	0,77					-	-	-	
Чугун серый	0,7	0,50	0,76	0,98	1,22	-	0,80	-	-	1,0	1,15	0,8	1,15
	1,5	0,43	0,64	0,82	1,00	-		-	-				
	2,0	0,38	0,57	0,74	0,95	-		-	-				
Медные и алюминиевые сплавы	0,7	0,20	0,43	0,73	1,2	-	0,90	-	-	1,0	1,15	1,1	1,25
	1,5	0,17	0,36	0,62	1,03	-		-	-				
	2,0	0,14	0,32	0,55	0,92	-		-	-				

Таблица 5 – Подача для чистовой стадии обработки (для продольного точения и подрезки торцов). Получение 10-го качества детали

Обрабатываемый материал	Глубина резания t , мм, до	Диаметр детали D , мм, до			
		18	50	180	500
		Подача $S_{от}$, мм/об			
Стали конструкционные углеродистые и легированные	0,3	0,09	0,17	0,31	-
	0,4	0,08	0,16	0,28	0,50
	0,6	0,07	0,14	0,25	0,45

	1,0	0,06	0,12	0,22	0,40
Чугун серый	0,3	0,08	0,19	0,32	1,10
	0,4	0,07	0,17	0,30	0,97
	0,6	0,07	0,16	0,27	0,87
	1,0	0,06	0,14	0,24	0,80
Медные и алюминиевые сплавы	0,3	0,10	0,23	0,39	0,65
	0,4	0,09	0,21	0,36	0,61
	0,6	0,08	0,19	0,33	0,55
	1,0	0,07	0,17	0,30	0,50

Таблица 6 – Подача для отделочной стадии обработки (для продольного точения и подрезки торцов). Получение 8-го качества детали

Обрабатываемый материал	Глубина резания t , мм, до	Диаметр детали D , мм, до			
		18	50	180	500
		Подача $S_{от}$, мм/об			
Стали конструкционные углеродистые и легированные	0,15	0,03	0,05	0,09	-
	0,20	0,02	0,04	0,08	0,14
	0,30	-	0,04	0,07	0,13
	0,45	-	-	0,06	0,11
Чугун серый	0,15	0,03	0,06	0,10	0,17
	0,20	0,02	0,05	0,09	0,15
	0,30	0,02	0,05	0,08	0,13
	0,45	-	0,04	0,07	0,12
Медные и алюминиевые сплавы	0,15	0,03	0,07	0,12	0,20
	0,20	0,03	0,06	0,10	0,18
	0,30	0,02	0,06	0,09	0,16
	0,45	0,02	0,05	0,09	0,15

Таблица 7 – Подача для черновой стадии обработки (расстачивание). Получение 14-го качества детали. Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали и керамики

Обрабатываемый материал	Глубина резания t , мм, до	Сечение резца (оправки)						
		круглое диаметром d , мм, до					прямоугольное шириной B , мм, до	
		10	12	16	20	25	25	30
		Подача $S_{от}$, мм/об						
Стали конструкционные углеродистые и легированные	2	0,27	0,32	0,45	0,57	0,65	0,68	0,76
	3	-	0,28	0,40	0,52	0,60	0,63	0,72
	5	-	-	0,36	0,46	0,53	0,56	0,60
Чугун серый	2	0,30	0,35	0,50	0,63	0,70	0,74	0,84

Медные и алюминиевые сплавы	3	-	0,30	0,44	0,57	0,66	0,70	0,80
	5	-	-	0,40	0,50	0,58	0,62	0,66
	2	0,33	0,38	0,56	0,70	0,82	0,85	0,95
Медные и алюминиевые сплавы	3	-	0,35	0,50	0,65	0,73	0,78	0,90
	5	-	-	0,45	0,57	0,66	0,70	0,75

Таблица 8 – Подача для полустивой стадии обработки (расстачивание). Получение 12-го квалитета детали. Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали и керамики

Обрабатываемый материал	Глубина резания t , мм, до	Сечение резца (оправки)						
		круглое диаметром d , мм, до					прямоугольное шириной B , мм, до	
		10	12	16	20	25	25	30
		Подача $S_{от}$, мм/об						
Стали конструкционные углеродистые и легированные	0,7	0,23	0,27	0,35	0,43	-	-	-
	1,5	0,16	0,23	0,32	0,37	0,48	0,50	0,57
	3,0	-	0,13	0,22	0,25	0,37	0,38	0,48
Чугун серый	0,7	0,25	0,30	0,38	0,47	-	-	-
	1,5	0,18	0,25	0,35	0,40	0,52	0,55	0,62
	3,0	-	0,14	0,24	0,27	0,40	0,42	0,52
Медные и алюминиевые сплавы	0,7	0,28	0,33	0,43	0,53	-	-	-
	1,5	0,20	0,28	0,40	0,46	0,60	0,62	0,72
	3,0	-	0,16	0,27	0,30	0,46	0,47	0,60

Таблица 9 – Подача для чистивой стадии обработки (расстачивание). Получение 10-го квалитета детали. Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали и керамики

Обрабатываемый материал	Глубина резания t , мм, до	Сечение резца (оправки)						
		круглое диаметром d , мм, до					прямоугольное шириной B , мм, до	
		10	12	16	20	25	25	30
		Подача $S_{от}$, мм/об						
Стали конструкционные углеродистые и легированные	0,3	0,14	0,17	0,22	0,28	0,33	0,35	-
	0,8	0,12	0,14	0,17	0,23	0,30	0,30	0,38
	1,5	0,08	0,10	0,13	0,18	0,27	0,28	0,32
Чугун серый	0,3	0,15	0,18	0,24	0,30	0,36	0,38	-
	0,8	0,13	0,15	0,18	0,25	0,32	0,33	0,40
	1,5	0,10	0,11	0,14	0,20	0,28	0,28	0,35
Медные и алюминиевые сплавы	0,3	0,17	0,20	0,27	0,35	0,40	0,43	-
	0,8	0,15	0,17	0,21	0,28	0,37	0,37	0,47
	1,5	0,10	0,12	0,16	0,22	0,33	0,33	0,40

Таблица 10 – Подача для отделочной стадии обработки (расстачивание). Получение 8-го качества детали. Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали и керамики

Обрабатываемый материал	Глубина резания t , мм, до	Сечение резца (оправки)						
		круглое диаметром d , мм, до					прямоугольное шириной B , мм, до	
		10	12	16	20	25	25	30
		Подача $S_{от}$, мм/об						
Стали конструкционные углеродистые и легированные	0,20	0,12	0,15	0,17	0,22	0,26	0,28	0,32
	0,50	0,10	0,12	0,15	0,18	0,22	0,23	0,27
	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Чугун серый	0,20	0,13	0,16	0,18	0,24	0,28	0,30	0,35
	0,50	0,11	0,13	0,16	0,20	0,24	0,25	0,30
	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Медные и алюминиевые сплавы	0,20	0,15	0,18	0,20	0,27	0,32	0,35	0,40
	0,50	0,12	0,15	0,18	0,22	0,27	0,28	0,33
	1,00	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 11 – Поправочные коэффициенты на подачу для черновой и получистовой стадий обработки (точение продольное и подрезание торцов)

Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали и керамики

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:							
1	Сечения державки резца K_{SD}	Наибольший диаметр устанавливаемого изделия над станиной D , мм, до					K_{SD}
		25	400	40	65	320	
		Площадь сечения державки $B \times H$, мм					
		10x16	25x25	12x16	16x16	20x25	1,00
		-	20x25	10x16	12x16	20x20	0,95
		-	20x20	-	10x16	16x16	0,90
		-	16x16	-	-	12x16	0,80
2	Прочности режущей части K_{Sh}	Способы крепления пластины * 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7					K_{Sh}
		Высота державки резца					
		16	20	25	32	40	
		Толщина пластины h , мм					1,05
		5	6	7	8	10	
		4	5	6	7	8	
		3	4	5	6	7	
-	3	4	5	6	0,75		
3	Механических свойств обрабатываемого материала	K_{Sm} при твердости НВ, до					270
		150	170	190	210	240	

	K_{Sm}	Для сталей					
		1,20	1,15	1,05	1,00	0,90	0,80
		Для чугунов серого и ковкого					
		1,15	1,05	1,00	0,90	0,85	0,75
		K_{Sm} при пределе прочности σ , Мпа, до					
		200	300	400	500	600	650
		Для алюминиевых сплавов					
		1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	0,95
		Для медных сплавов					
		1,30	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00
4	Схемы установки заготовок K_{Sy}	Отношение длины заготовки к диаметру детали L/D , до	Схема установки заготовки				
			Коэффициент K_{Sy}				
		5	0,80	1,00	1,20		
		10	-	0,90	1,08		
		15	-	0,80	0,96		
5	Состояния поверхности заготовки K_{Sn}	Поверхность					
		с коркой			без корки		
		Коэффициент K_{Sn}					
		0,85			1,00		



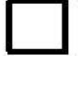

6	Геометрических параметров режущей части инструмента $K_{S\phi}$	Способ закрепления пластины											
		механический				пайкой							
		Форма пластины											
													
		Главный угол в плане ϕ , °											
		45	90	90	45	60	60	45	60	75	90		
		Угол при вершине резца ϵ , °											
		60, 55		80	90	90	108	120	105		75		
		$K_{S\phi}$											
		1,30	0,95	1,00	1,40	1,15	1,25	1,50	1,20		1,00		
7	Жесткости станка K_{Sj}	Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм, до											
		на токарном станке (лоботокарном, многоцелевом)											
		200		320		500		800		1250		-	
		на токарно-револьверном				и токарно-карусельном							
		25		65		800		1600		2500		5000	
		K_{Sj}											
0,70		0,75		1,00		1,10		1,25		1,40			
8	Вылета ползуна карусельного станка K_{Sl}	Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм, до											
		1250, 1600, 2000				2500, 3200		4000, 5000					
		Вылет ползуна карусельного станка, мм, до											
		500		400		200		1500		500		1700	500
		K_{Sl}											
0,70		0,80		1,00		0,70		1,00		0,70	1,00		

Таблица 12 – Поправочные коэффициенты на подачу для чистовой и отделочной стадий обработки (точение продольное и подрезание торцов)

Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали и керамики

1	Механических свойств обрабатываемого материала K_{Sm}	K_{Sm} при твердости НВ, до					
		150	170	190	210	240	270
		Для сталей					
		1,20	1,15	1,05	1,00	0,90	0,80
		Для чугунов серого и ковкого					
		1,15	1,05	1,00	0,90	0,85	0,75
		K_{Sm} при пределе прочности σ , Мпа, до					
		200	300	400	500	600	650
		Для алюминиевых сплавов					
		1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	0,95
		Для медных сплавов					
1,30	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00		

2	Схемы установки заготовок K_{Sy}	Отношение длины заготовки к диаметру детали L/D, до	Схема установки заготовки					
			В 3-хкулачковом патроне	В центрах с люнетом		В 3-хкулачковом патроне и центре		
			Коэффициент K_{Sy}					
		5	0,80	1,00		1,20		
		10	-	0,90		1,08		
	15	-	0,80		0,96			
3	Радиуса вершины K_{Sr}	Радиус вершины резца r , мм, до						
		0,4	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4
		K_{Sr}						
		0,52	0,85	1,00	1,13	1,40	1,60	1,84
4	Квалитета обрабатываемой детали K_{Sk}	Стадия обработки						
		чистовая			отделочная			
		Квалитет						
		11	10	9	8	7		
		K_{Sk}						
		1,15	1,00	0,80	1,00	0,85		
5	Кинематического угла в плане $K_{S\phi_k}$	Кинематический угол в плане ϕ_k °, до						
		10	20	30	40	50	60	70
		$K_{S\phi_k}$						
		0,50	0,55	0,60	0,65	0,75	0,80	0,90
		Кинематический угол в плане ϕ_k °, до						
		80	90	100	110	120	130	140
		$K_{S\phi_k}$						
0,95	1,00	0,90	0,75	0,70	0,60	0,50		

Таблица 13 – Поправочные коэффициенты на подачу для черновой и получистовой стадий обработки (расстачивание)

Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали

1	Механических свойств обрабатываемого материала K_{Sm}	K_{Sm} при твердости HB, до					
		150	170	190	210	240	270
		Для сталей					
		1,20	1,15	1,05	1,00	0,90	0,80
		Для чугунов серого и ковкого					
		1,15	1,05	1,00	0,90	0,85	0,75
		K_{Sm} при пределе прочности σ , Мпа, до					
		200	300	400	500	600	650
		Для алюминиевых сплавов					
		1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	0,95
Для медных сплавов							
1,30	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00		

2	Состояния поверхности заготовки K_{Sn}	Поверхность									
		с корки				без корки					
		Коэффициент K_{Sn}									
		0,85				1,00					
3	Вылета резца (оправки) K_{Sl}	Круглое сечение	Отношение вылета резца (оправки) к его диаметру l/d , до								
			3	5	7	9	10				
			K_{Sl}								
			1,00	0,90	0,80	0,68	0,50				
		Прямоугольное сечение	Отношение вылета резца (оправки) к его высоте l/H , до								
			3	5	7	9	10				
			K_{Sl}								
			1,15	1,00	0,82	0,74	0,56				
4	Геометрических параметров режущей части инструмента $K_{S\phi}$	Способ закрепления пластины									
		механический				пайкой					
		Форма пластины									
		тр пар	пар	квад	пяти						
		Главный угол в плане ϕ , °									
		45	90	90	45	60	60	45	60	75	90
		Угол при вершине резца ϵ , °									
		60, 55	80	90	90	108	120	105	75		
		$K_{S\phi}$									
		1,30	0,95	1,00	1,40	1,15	1,25	1,50	1,20	1,00	
5	Диаметра детали K_{SD}	Диаметр детали D , до									
		80	250	500	1000	2500					
		K_{SD}									
		0,62	0,80	1,00	1,20	1,45					
6	Инструментального материала K_{Sn}	Глубина резания t , мм, до	K_{Sn} для инструментального материала								
			КНТ-16	ВК3-М	ВК-6, ТТ8К6	ВК6-М	ВК8	Р6М5			
		Для чугунов серого и ковкого									
		3	0,80	1,00	1,15	0,80	0,85	1,15			
		8	-	-	1,00	0,90	0,95				
		Для медных и алюминиевых сплавов									
		3	0,90	1,00	1,15	1,10	-	1,25			
		8	-	-	1,10	1,00	-				
		Глубина резания t , мм, до	K_{Sn} при обработке сталей конструкционных, углеродистых и легированных для инструментального материала								
			КНТ16	Т14К8	ТТ7К12	Т5К10	Т15К6	Т5К12	Р6М5		
			3	0,95	1,10	1,20	1,15	1,00	1,15	1,10	
		8	-		1,15	1,10	0,95	1,10			

Таблица 14 – Поправочные коэффициенты на подачу для чистовой и отделочной стадий обработки (расточивание)

Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали

1	Механических свойств обрабатываемого материала K_{SM}	K_{SM} при твердости НВ, до						
		150	170	190	210	240	270	
		Для сталей						
		1,20	1,15	1,05	1,00	0,90	0,80	
		Для чугунов серого и ковкого						
		1,15	1,05	1,00	0,90	0,85	0,75	
		K_{SM} при пределе прочности σ , Мпа, до						
		200	300	400	500	600	650	
		Для алюминиевых сплавов						
		1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	0,95	
		Для медных сплавов						
1,30	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00			
2	Вылета резца (оправки) K_{SI}	Круглое сечение	Отношение вылета резца (оправки) к его диаметру l/d , до					
			3	5	7	9	10	
			K_{SI}					
		Прямоугольное сечение	Отношение вылета резца (оправки) к его высоте l/H , до					
			3	5	7	9	10	
			K_{SI}					
			1,15	1,00	0,82	0,74	0,56	
3	Радиуса вершины K_{Sr}	Радиус вершины резца r , мм, до						
		0,4	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4
		K_{Sr}						
		0,52	0,85	1,00	1,13	1,40	1,60	1,84
4	Квалитета обрабатываемой детали K_{Sk}	Стадия обработки						
		чистовая			отделочная			
		Квалитет						
		11	10	9	8	7		
		K_{Sk}						
		1,15	1,00	0,80	1,00	0,85		
5	Кинематического угла в плане $K_{S\phi_k}$	Кинематический угол в плане ϕ_k °, до						
		10	20	30	40	50	60	70
		$K_{S\phi_k}$						
		0,50	0,55	0,60	0,65	0,75	0,80	0,90
		Кинематический угол в плане ϕ_k °, до						
		80	90	100	110	120	130	140
		$K_{S\phi_k}$						
0,95	1,00	0,90	0,75	0,70	0,60	0,50		
6	Диаметра детали K_{SD}	Диаметр детали D , до						
		80	250	500	1000	2500		
		K_{SD}						
		0,62	0,80	1,00	1,20	1,45		

Таблица 15 – Силы резания при продольном точении и растачивании.

Стали конструкционные углеродистые и легированные, чугуны серый и ковкий.

Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали

№	Г	П	С	О	Обрабатываемый материал
---	---	---	---	---	-------------------------

			Стали конструкционные углеродистые и легированные						Чугун серый и ковкий					
			0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5
1	2	$P_{ХТ}$	530	630	750	900	980	1100	440	550	650	760	890	1000
2		$P_{УТ}$	160	230	270	360	390	520	120	170	220	260	360	410
3	3	$P_{ХТ}$	800	950	1050	1160	1280	1360	660	830	930	970	1160	1250
4		$P_{УТ}$	190	260	280	410	450	550	150	200	240	290	330	500
5	5	$P_{ХТ}$	1120	1560	1900	2200	2400	2850	930	1360	1670	1850	2180	2620
6		$P_{УТ}$	230	330	420	510	550	880	190	240	280	340	420	520

Таблица 16 – Поправочные коэффициенты на силы резания (точение, растачивание)
Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали

1	Механических свойств обрабатываемого материала $K_{Pм}$	$K_{Sм}$ при твердости HB, до					
		150	170	190	210	240	270
		Для сталей					
		0,80	0,90	0,95	1,00	1,10	1,20
		Для чугунов серого и ковкого					
		0,80	0,90	1,00	1,20	1,30	1,40
2	Главного угла плана $K_{Pφ}$	Главный угол в плане $φ, °$					
		45	60	75	90		
		$K_{Pφx}$					
		0,70	0,85	0,95	1,00		
		$K_{Pφy}$					
		2,0	1,50	1,15	1,00		
3	Переднего угла $K_{Pγ}$	Передний угол $γ, °$					
		-10	0	+5	+10		
		$K_{Pγx}$					
		1,50	1,20	1,00	0,90		
		$K_{Pγy}$					
		1,30	1,10	1,00	0,90		
4	Угла наклона режущей кромки $K_{Pλ}$	Угол наклона режущей кромки $λ, °$					
		0	+5	+10			
		$K_{Pλx}$					
		1,00	0,90	0,80			
		$K_{Pλy}$					
		1,00	1,10	1,30			

Таблица 17 – Скорость v_t и мощность N резания для черновой и получистовой стадии обработки (точение, растачивание)

Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали
Обрабатываемый материал: чугун серый и ковкий

№ поз.	Состояние поверхнос	Глубина резания	Подача S_o , мм/об, до		Поправочный коэффициент $K_{Vн}$ на скорость резания в зависимости от инструментального материала

			0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	КНТ16	ВК3-М	ВК6	ТТК6, ВК6-М	ВК8	Р6М5
			$v_T, \text{ мм/об}$															
			$N_T, \text{ кВт}$															
1	Без корки	3	<u>264</u> 3,5	<u>253</u> 4,0	<u>244</u> 4,0	<u>230</u> 4,4	<u>214</u> 5,8	<u>200</u> 6,3	<u>182</u> 7,1	<u>168</u> 7,8	<u>152</u> 8,4	<u>133</u> 8,6	0,90	1,00	0,75	0,80	0,70	0,35
2		4	<u>182</u> 3,6	<u>174</u> 4,2	<u>174</u> 4,2	<u>158</u> 5,7	<u>146</u> 6,1	<u>174</u> 4,2	<u>123</u> 7,6	<u>115</u> 8,5	<u>103</u> 9,1	<u>92</u> 9,4	-	-	0,85	1,00	0,80	
3		5	<u>176</u> 3,9	<u>167</u> 4,4	<u>167</u> 4,4	<u>153</u> 5,9	<u>141</u> 6,3	<u>167</u> 4,4	<u>120</u> 7,8	<u>110</u> 8,9	<u>100</u> 9,4	<u>89</u> 9,8	-	-	0,85	1,00	0,80	
4	С коркой	3	<u>171</u> 2,3	<u>163</u> 2,6	<u>156</u> 2,8	<u>148</u> 3,4	<u>138</u> 3,7	<u>128</u> 4,0	<u>117</u> 4,6	<u>108</u> 5,0	<u>97</u> 5,2	<u>85</u> 5,5	0,90	1,10	0,85	1,00	0,80	0,40
5		4	<u>135</u> 2,4	<u>128</u> 2,7	<u>124</u> 3,0	<u>116</u> 3,6	<u>108</u> 3,9	<u>101</u> 4,2	<u>92</u> 4,8	<u>85</u> 5,3	<u>77</u> 5,5	<u>68</u> 5,8	-	-	1,00	1,15	0,90	
6		5	<u>130</u> 2,9	<u>124</u> 3,2	<u>120</u> 3,6	<u>114</u> 4,4	<u>104</u> 4,7	<u>99</u> 5,2	<u>89</u> 5,8	<u>81</u> 6,3	<u>74</u> 6,6	<u>66</u> 7,1	-	-	1,00	1,15	0,90	

Таблица 18 – Скорость v_T и мощность N резания для черновой и получистовой стадии обработки (точение, растачивание)

Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал: алюминиевые сплавы

№ поз.	Глубина резания $t, \text{ мм до}$	Подача $S_o, \text{ мм/об, до}$								Поправочный коэффициент K_{VH} на скорость резания в зависимости от инструментального материала					
		0,2	0,30	0,40	0,60	1,00	1,50	2,00	3,00	КНТ16	ВК3-М	ВК3	ТТ8К6, ВК6-М	ВК8	Р6М5
		$v_T, \text{ мм/об}$													
								$N_T, \text{ кВт}$							
1	3	<u>609</u> 4,0	<u>549</u> 4,9	<u>483</u> 5,5	<u>415</u> 6,3	<u>339</u> 7,7	<u>266</u> 8,3	<u>220</u> 9,1	<u>191</u> 10,0	0,90	1,00	0,60	0,85	-	0,25
2	4	<u>525</u> 4,6	<u>473</u> 6,2	<u>421</u> 6,2	<u>358</u> 7,3	<u>292</u> 8,9	<u>229</u> 9,5	<u>189</u> 10,2	<u>170</u> 11,8	-	-	0,75	1,00	-	0,25
3	5	<u>495</u> 6,5	<u>446</u> 7,9	<u>397</u> 8,8	<u>337</u> 10,0	<u>275</u> 12,0	<u>215</u> 13,0	<u>150</u> 14,0	<u>110</u> 15,2	-	-	0,75	1,00	-	0,25

Таблица 19 – Скорость v_T и мощность N резания для черновой и получистовой стадии обработки (точение, растачивание)

Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал: медные сплавы

№ поз.	Глубина резания $t, \text{ мм до}$	Подача $S_o, \text{ мм/об, до}$								Поправочный коэффициент K_{VH} на скорость резания в зависимости от инструментального материала					
		0,2	0,30	0,40	0,60	1,00	1,50	2,00	3,00	КНТ16	ВК3-М	ВК6	ТТ8К6, ВК6-М	ВК8	Р6М5
		$v_T, \text{ мм/об}$													
								$N_T, \text{ кВт}$							
1	3	<u>468</u> 3,1	<u>422</u> 3,8	<u>375</u> 4,2	<u>319</u> 4,9	<u>261</u> 5,9	<u>205</u> 6,4	<u>161</u> 7,1	<u>124</u> 8,5	0,90	1,00	0,60	0,80	-	0,25

2	4	<u>428</u> 3,8	<u>385</u> 4,5	<u>342</u> 5,0	<u>292</u> 5,9	<u>238</u> 7,3	<u>187</u> 7,8	<u>142</u> 8,3	<u>112</u> 9,1	-	-	0,80	1,00		
3	5	<u>401</u> 5,3	<u>361</u> 6,4	<u>321</u> 7,1	<u>273</u> 8,5	<u>223</u> 10,0	<u>175</u> 11,0	<u>128</u> 12,0	<u>94</u> 12,8						

Таблица 20 –Скорость v_T и мощность N резания для черновой и получистовой стадии обработки (точение, растачивание)

Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал: стали конструкционные углеродистые и легированные

№ поз.	Состояние поверхности заготовки	Глубина резания t , мм до	Подача S_o , мм/об, до									Поправочный коэффициент $K_{ви}$ на скорость резания в зависимости от инструментального материала						
			0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	ТН20	КНТ16	Т14К8	Т15К6	Т5К10	Р6М5
			v_T , мм/об N_T , кВт															
1	Без корки	3	<u>241</u> 5,7	<u>228</u> 5,7	<u>210</u> 6,3	<u>203</u> 7,5	<u>185</u> 8,5	<u>172</u> 8,9	<u>153</u> 10,0	<u>140</u> 11,0	<u>128</u> 12,0	<u>110</u> 12,0	1,10	1,05	0,95	1,00	0,85	0,35
2		4	<u>215</u> 6,0	<u>204</u> 6,8	<u>194</u> 7,5	<u>181</u> 8,9	<u>166</u> 9,8	<u>154</u> 11,0	<u>137</u> 12,0	<u>125</u> 13,0	<u>112</u> 14,0	<u>105</u> 15,0						
3		5	<u>208</u> 7,3	<u>197</u> 8,2	<u>188</u> 9,1	<u>175</u> 11,0	<u>160</u> 12,0	<u>149</u> 13,0	<u>133</u> 15,0	<u>121</u> 16,0	<u>100</u> 17,0	<u>94</u> 18,0						
4	С коркой	3	<u>190</u> 4,0	<u>179</u> 4,5	<u>171</u> 4,9	<u>159</u> 5,8	<u>146</u> 6,5	<u>136</u> 7,1	<u>121</u> 8,0	<u>111</u> 8,6	<u>90</u> 9,2	<u>90</u> 9,9	-	-	0,95	1,10	0,85	0,35
5		4	<u>171</u> 4,8	<u>162</u> 5,4	<u>154</u> 5,9	<u>144</u> 7,1	<u>131</u> 7,7	<u>122</u> 8,4	<u>109</u> 9,5	<u>100</u> 10,0	<u>91</u> 11,0	<u>88</u> 12,0						
6		5	<u>165</u> 5,8	<u>156</u> 6,5	<u>149</u> 7,2	<u>139</u> 8,3	<u>127</u> 9,2	<u>118</u> 10,0	<u>105</u> 12,0	<u>98</u> 12,3	<u>87</u> 13,0	<u>85</u> 13,5						

Таблица 21 –Скорость v_T и мощность N резания для чистовой стадии обработки (точение, растачивание)

Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал: стали конструкционные углеродистые и легированные

Обрабатываемый материал	Глубина резания t , мм до	Подача S_o , мм/об, до						Поправочный коэффициент $K_{ви}$ на скорость резания в зависимости от инструментального материала									
		0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,60	ВОК-60	Т30К4	ТН20	КНТ16	Т15К6, ВК6-ОМ	ВК3-М	ВК3	ВК4	Силингит-Р	Р6М5
		Скорость резания v_m , м/мин															
Стали конструкционные углеродистые и	0,4	487	430	395	348	320	291	1,00	0,80	0,60	0,55	-	-	-	-	1,10	0,20
	0,6	430	380	350	308	284	235										
	1,0	370	327	300	265	244	210										

легированные																		
Чугун, медные и алюминиевые сплавы	0,4	577	510	470	415	380	350	1,00	-	-	-	-	-	0,55	0,50	0,45	1,15	0,30
	0,6	510	450	415	367	337	301											
	1,0	438	387	355	315	290	260											

Таблица 22 – Поправочные коэффициенты на скорость резания для черновой, получистовой, чистовой и отделочной стадий обработки (точение, растачивание)
Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:							
1	Группы обрабатываемых материалов K_{Vc}	Группы обрабатываемости					
		Сталь автоматная	Сталь углеродистая конструкционная, хромистая и никелевая	Чугун серый	Чугун ковкий	Медные сплавы высокой твердости	Алюминиевые сплавы малой твердости
		K_{Vc}					
		1,10	1,00	1,00	0,90	1,00	1,5
2	Вида обработки K_{Vo}	Вид обработки					
		Точение, растачивание больших отверстий, подрезание торца $\frac{D_{обр.}}{D_{заг.}} > 0,65$	Подрезание торца			При постоянной скорости резания	Растачивание отверстий малого диаметра с применением оправок и расточных резцов
			$\frac{D_{обр.}}{D_{заг.}} = 0,35 \dots 0,65$	$\frac{D_{обр.}}{D_{заг.}} < 0,35$			
		1,00	1,20	1,25	1,00	0,90	

Продолжение табл. 22

3	Жесткости станка K_{Vj}	Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм, до					
		на токарном станке (лоботокарном, многоцелевом)					
		200	320	500	800	1250	-
		на токарно-револьверном		на токарно-карусельном			
		25	65	800	1600	2500	5000
		K_{Vj}					
		0,70	0,75	1,00	1,10	1,25	1,40
4	Механических свойств обрабатываемого материала K_{Vm}	K_{Vm} при твердости НВ, до					
		150	170	190	210	240	270
		Для сталей					
		1,40	1,30	1,10	1,00	0,80	0,70
		Для чугунов серого и ковкого					
		1,30	1,10	1,00	0,85	0,70	0,60
		K_{Sm} при пределе прочности σ , Мпа, до					
		200	300	400	500	600	650
		Для алюминиевых сплавов					
		1,30	1,20	1,10	1,00	0,80	0,70
Для медных сплавов							
		1,40	1,30	1,20	1,10	1,05	1,00






5	Геометрических параметров режущей части инструмента $K_{V\phi}$	Способ закрепления пластины									
		механический				пайкой					
		Форма пластины									
											
		Главный угол в плане ϕ , °									
		45	90	90	45	60	60	45	60	75	90
		Угол при вершине резца ϵ , °									
		60, 55		80	90	90	108	120	105		90
		$K_{V\phi}$									
		1,15	0,95	1,00	1,40	1,10	1,10	1,30	1,20		1,00
6	Группы обрабатываемых материалов K_{Vc}	T , мин, для пластины из твердого сплава									
		15	20	30	45	60	90				
		При креплении пластины пайкой									
		20	30	45	60	90	-				
		T , мин, для пластины из быстрорежущей стали									
		-	30	45	60	90	-				
		T , мин, для пластины из керамики									
		30	45	60	90	120	-				
K_{VT}											
1,20	1,10	1,00	0,80	0,70	0,60						
7	Наличия охлаждения $K_{Vжс}$	С охлаждением				Без охлаждения					
		$K_{Vжс}$									
		1,00				0,75					

Таблица 23 – Поправочные коэффициенты на мощность резания для черновой и получистовой стадий обработки (точение, растачивание).

Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали

K_{NM} при твердости НВ, до					
150	170	190	210	240	270
Для сталей					
0,70	0,80	0,85	1,00	1,05	1,15
Для чугуна серого и ковкого					
0,85	0,90	1,00	1,05	1,10	1,20
K_{NM} при пределе прочности Мпа, до					
100	200	300	400	500	600
Для алюминиевых сплавов					
0,80	0,90	1,00	1,10	1,15	1,20
Для медных сплавов					
0,65	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10

Таблица 24 – Выбор материала режущей части инструмента. Точение, растачивание. Резцы

Стадии обработки	Глубина резания t , мм до	Обрабатываемый материал		
		Стали конструкционные углеродистые и легированные	Чугун серый и ковкий	Медные и алюминиевые сплавы
Получистовая	2	ТН20, КНТ16, Т14К8,	КНТ16, ВК3-М, ВК6,	КНТ16, ВК3-М, ВК6,

Черновая	3	T5K10, T5K10+ИП, ТТ7К12, T5K12, T15K6, P6M5	ТТ8К6, ВК6-М, ВК8, P6M5	ТТ8К6, ВК6-М, P6M5
Получистовая	7	T14K8, T5K10, T5K10+ИП, ТТ7К12, T5K12, T15K6, P6M5	ВК6, ТТ8К6, ВК6-М, ВК8, P6M5	ВК6, ТТ8К6, ВК6-М, P6M5
Черновая	8			
Чистовая, отделочная	1	ВОК-60, Т30К4, ТН20, КНТ16, Силинит-Р, P6M5	ВК3-М, ВК3, ВК4, Силинит-Р, P6M5	ВОК-60, ВК3-М, ВК3, ВК4, P6M5, Силинит-Р
	4			

Таблица 25– Выбор способа крепления пластины. Точение, растачивание. Резцы

Стадии обработки	Способ крепления пластин			
	Клин-прихватом	Винтом с конической головкой	Пайкой	Прихватом, пластиной с уступом
Отделочная	3	4	3	1
Чистовая	3	4	3	1
Получистовая	4	2	5	4
Черновая без корки	5	2	4	4
Черновая по корке	4	2	4	5

Примечание: При выборе способа крепления пластины предпочтение отдается тому, у которого больше балл применимости

Таблица 26– Выбор формы твердосплавной пластины. Точение, растачивание. Резцы

Стадии обработки	Форма твердосплавной пластины			
				
Отделочная	4	4	3	5
Чистовая	4	4	3	5
Получистовая	2	5	4	4
Черновая без корки	2	4	5	2
Черновая по корке	2	4	5	1

Примечание: При выборе формы пластины предпочтение отдается той, у которой больше балл применимости

Таблица 27 – Выбор угла в плане. Точение, растачивание. Резцы

Выбор главного угла в плане φ , °	Главный угол в плане φ , °	Условия работы
	45...60	Обработка жестких деталей ($L/D \leq 5$)
	60...75	Обработка деталей малой жесткости ($L/D \leq 10$)
	75...90	Обработка с ударами. Обработка деталей особо малой жесткости ($L/D > 10$)
Выбор вспомогательного угла в плане φ_1 , °	Вспомогательного угла в плане φ_1	Условия работы
	0...5	Чистовая и отделочная стадии обработки
	5...15	Обработка жестких деталей ($L/D \leq 5$)
	15...30	Обработка деталей малой жесткости ($L/D \leq 10$)
	30...45	Обработка с ударами. Обработка деталей особо малой жесткости ($L/D > 10$)

Таблица 28 – Выбор геометрических параметров режущей части. Продольное наружное точение, подрезание и растачивание.

Резцы с пластинами из твердого сплава

Обрабатываемый материал	Характер обработки	Характер припуска	Задний угол	Передний угол γ , °	Форма передней поверхности резца	Ширина фаски главной режущей кромки, мм			Радиус скругления режущей кромки, мм			Радиус вершины резца, мм		
						16	20	25	16	20	25	16	20	25
						Высота державки резца, мм								
Сталь (твердость не более 240НВ)	Черновая	НП	6	10	II, IV,	0,4	0,5	0,5	0,025	0,025	0,03	0,8	1,0	1,0
		ПР	5	-6	III	-	-	-	0,03	0,03	0,04	0,8	1,0	1,0
	Чистовая	НП	8	15	II, IV,	0,2	0,2	0,3	0,02	0,25	0,03	0,6	0,8	1,0
		ПР	15	5	I	-	-	-	0,02	0,25	0,03	0,6	0,8	1,0
Чугун, медные и алюминиевые сплавы	Черновая	ПР	6	8	II	0,4	0,4	0,5	0,02	0,02	0,03	0,8	1,0	1,0
	Чистовая	НП	8	12	I	-	-	-	0,02	0,02	0,03	0,6	0,6	0,8

Лабораторная работа №4

«Расчет направляющих элементов приспособлений для сверления»

1. Цель работы

Целью работы является ознакомление с последовательностью обработки отверстий на сверлильных станках и получение навыков расчета диаметров и посадок кондукторных втулок.

2. Основные сведения из теории

Обработку отверстий лезвийным инструментом производят большей частью на станках сверлильной группы (вертикально-сверлильном, радиально-сверлильном).

Сверлением получают отверстия в сплошном материале от 0,3 до 20 мм. Неглубокие отверстия сверлят обыкновенным спиральным сверлом, получаемая точность 11-12 квалитета, 4-5 класс шероховатости.

Различают два метода сверления:

1. вращение сверла на сверлах на сверлильных, расточных станках и обрабатывающих центрах;

2. вращение детали на станках токарной группы.

Второй метод применяется для глубокого сверления ($L/D > 10$).

Рассверливание – это вторичная обработка сверлом большего диаметра ранее просверленного отверстия. При нормальном сверлении достигается точность отверстия по 12–10-му квалитетам.

Зенкерование – это процесс обработки отверстия, предварительно штампованного, литого или просверленного, с целью улучшения геометрической формы. Зенкеры применяются для обработки отверстий диаметром до 100мм. Припуск на зенкерование (после сверления) равен 0,5-3 мм на сторону. Зенкерование может быть предварительным (перед развертыванием) и окончательным. Зенкер имеет 3...8 зубьев и не имеют поперечной кромки. Зенкерование повышает точность предварительно обработанных отверстий в среднем на один класс до (10 – 9 квалитет).

Развертывание. Развертыванием обрабатывают отверстия в том диапазоне диаметров, что и зенкерованием. Развертки используются для снятия малого припуска. Предшествующей обработкой перед развертыванием бывает обычно зенкерование или растачивание. Развертки отличаются от зенкера большим числом (6 - 14) зубьев. Развертывание производят одно- или многократно. При однократном развертывании достигается точность обработки отверстия по 9–8-му квалитету, а при двух- или трехкратном развертывании можно достигнуть точности по 8–7-му квалитетам. Чистота поверхности отверстия при развертывании может быть доведена до Rz 1,25. По методу выполнения различают развертывание:

- машинное (на станке);
- машинно-ручное (деталь или развертка удерживаются руками);
- ручное (слесарная операция).

Зенкование применяют после сверления отверстия для снятия фаски, например, под потайную головку винта.

Цекование предусмотрено для подрезки торца бобышки заготовки или для получения ступенчатого отверстия. Эту операцию выполняют специальным инструментом — цековкой, которая имеет переставной резец 1, устанавливаемый по размеру диаметра обрабатываемой поверхности, и направляющую часть 2 для обеспечения соосности поверхностей ступенчатого отверстия.

Нарезание резьбы производят после сверления отверстия под размер нарезаемой резьбы метчиками различных конструкций.

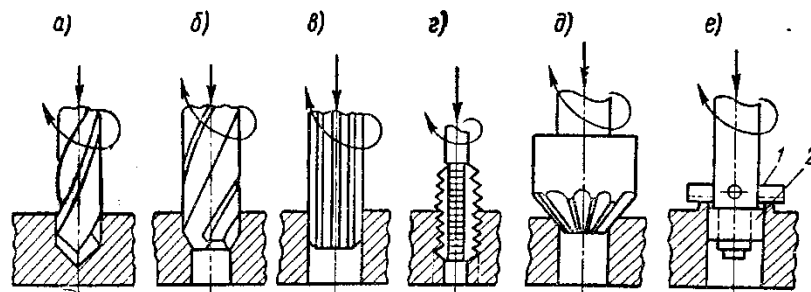


Рисунок 1 – Основные виды обработки на сверлильных станках:
 а- сверление; б - зенкерование; в- развертывание; г – нарезание резьбы; д - зенкование; е-
 цекование

Сверление осуществляют при сочетании вращательного движения инструмента вокруг оси - главного движения и поступательного его движения вдоль оси — движения подачи (оба движения на сверлильном станке сообщают инструменту) Рис. 2.

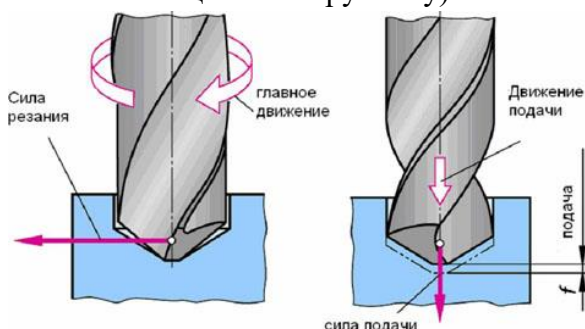


Рисунок 2 – Основные движения при сверлении

Скорость резания (м/мин) при сверлении – это окружная скорость точки режущей кромки, наиболее удаленной от оси сверла:

$$v = \pi D n / 1000,$$

где D – наружный диаметр сверла, мм; n – частота вращения сверла, об/мин.

Подача s_B (мм/об) равна осевому перемещению сверла за один оборот.

За глубину резания t (мм) при сверлении отверстий в сплошном материале принимают половину диаметра сверла (рис.4.4):

$$t = D/2,$$

а при рассверливании $t = (D - d)/2$, где d – диаметр обрабатываемого отверстия, мм.

При выполнении операции сверления, зенкерования, развертывания жесткость режущего инструмента и технологической системы в целом часто оказывается недостаточной. Для устранения упругих отжимов инструмента применяют направляющие элементы в виде кондукторных и направляющих втулок (рис.3). Кондуктор – это своеобразный шаблон, который давно и эффективно используется в машиностроении. Он значительно упрощает процесс обработки детали и служит для позиционирования заготовки или для направления режущих инструментов. Применение направляющих устройств снижает время наладки оборудования и одновременно повышает точность обработки в среднем на 50%.

В кондуктор или кондукторные плиты устанавливают кондукторные втулки. Они бывают постоянные, сменные и быстросменные втулки.

Диаметр отверстия кондукторной втулки устанавливают исходя из наибольшего предельного размера режущего инструмента, который принимается за номинальный размер отверстия. Допуска на диаметр отверстия устанавливают по системе вала по посадкам F8 и G7 в зависимости от типа используемого инструмента и точности изготавливаемого отверстия.

Соединение постоянных кондукторных втулок и основных кондукторных с кондукторными плитами по системе отверстия H7/h6. Соединение основной втулки с кондукторными втулками происходит по системе отверстия с посадкой H6/g6 или H7/g6.

3. Пример решения задания

Пример 1. Рассчитать допуск на диаметр отверстия в постоянной кондукторной втулке для сверления отверстия $\varnothing 20H12$, а также диаметр и посадку соединения ее с кондукторной плитой.

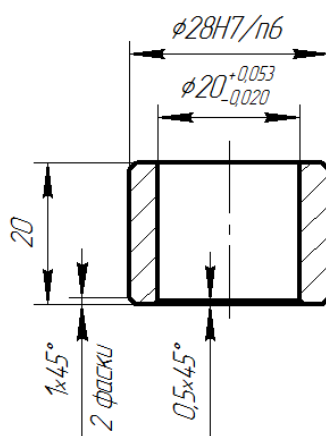
Решение. Предельные размеры диаметра сверла общего назначения $\varnothing 20_{-0,052}$ (см. таблицу 1 приложения). Наибольший размер диаметра сверла – 20мм.

Устанавливаем допуски на диаметр отверстия кондукторной втулки, принимая посадку F8 системы вала: верхнее отклонение $+0,053$, нижнее отклонение $+0,020$ (см. таблицу 4 приложения).

Устанавливаем диаметр отверстия кондукторной втулки $\varnothing 20_{+0,020}^{+0,053}$.

Диаметр соединения кондукторной втулки с кондукторной плитой будет 28 H7/n6 (таблица 2 приложения).

Выполним эскиз установки постоянной втулки в кондукторную плиту с предельными размерами.



Пример 2. Установить диаметры отверстий быстросменных кондукторных втулок с допусками для обработки отверстия $\varnothing 25H8$ в сплошном материале шпиндельным инструментом. Установить диаметры и посадки соединения этих втулок с основной втулкой и основной втулки с кондукторной плитой. Выполнить эскиз установки втулки в плиту, проставить рассчитанные размеры.

Решение. Рекомендуемый набор шпиндельных инструментов для обработки отверстия данного диаметра с указанной точностью производим по таблицам (см. таблицу 5 приложения). Выбираем такой набор инструментов: сверло $\varnothing 22,5$; зенкер $\varnothing 24,75$; развертка $\varnothing 25H8$.

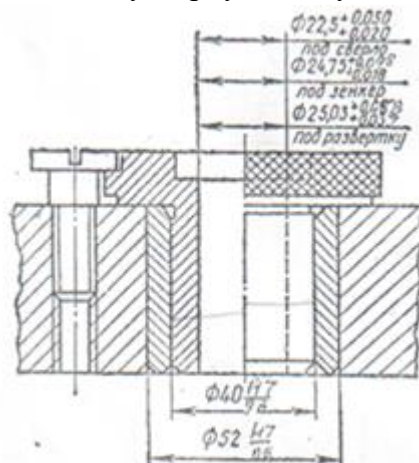
Устанавливаем допуски на неточность изготовления используемых инструментов, посадку соединения инструмента с отверстием кондукторной втулки, допуск этой посадки (по системе вала) и рассчитываем допуски и диаметры отверстий в кондукторных втулках. Расчет приведен в таблице.

Наименование инструмента	Диаметр инструмента, мм	Допуск на неточность изготовления инструмента, мм	Посадка	Допуск посадки в системе вала, мм	Допуск на диаметр отверстия в кондукторной втулке, мм	Диаметр отверстия кондукторной втулки с допуском, мм
Сверло	22,5	0 -0,052	F8	+0,053 +0,020	0+0,053 0+0,020	$\varnothing 22,5_{+0,020}^{+0,053}$
Зенкер (под развертку)	24,75	+0,070 +0,020	G7	+0,028 +0,007	+0,070+0,028 +0,070+0,007	$\varnothing 24,75_{+0,077}^{+0,098}$
Развертка чистовая	25 H8	+0,030 +0,015	G7	+0,028 +0,007	+0,030+0,028 +0,030+0,007	$\varnothing 25_{+0,037}^{+0,058}$

Устанавливаем диаметр соединения кондукторных втулок с основной втулкой и с кондукторной плитой. Для этого использованы данные о стандартных втулках (см. таблицу 3 приложения) $\varnothing 40H6/g5$ или $\varnothing 40H7/g6$.

Устанавливаем диаметр соединения основной втулки с кондукторной плитой $\varnothing 52H7/g6$ (см. таблицу 2 приложения).

Выполняем эскиз установки в кондукторную плиту.



Задание для самостоятельного выполнения

1. Получить вариант задания от преподавателя из табл. 1 и 2
2. Установить диаметра отверстия постоянной кондукторной втулки и допуск для нее для заданной обработки из табл. 1.
3. Установить диаметры отверстий быстросменных кондукторных втулок с допусками для обработки заданного отверстия (табл. 2)

Таблица 1

№ вар.	Метод обработки	Диаметр отверстия, мм	№ вар.	Метод обработки	Диаметр отверстия, мм
1	Развертывание чистовое	40H8	6	Сверление	40H8
2	Сверление	28H12	7	Развертывание чистовое	28H12
3	Рассверливание	37H12	8	Зенкерование чистовое	37H12
4	Зенкерование чистовое	25H11	9	Зенкерование черновое	25H11
5	Зенкерование черновое	30H11	10	Развертывание черновое	30H11

Таблица 2

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр отверстия	15H7	40H8	38H8	20H7	32H8	36H7	50H8	15H8	24H7	45H8
Условия обработки	В сплошном материале					Отверстие в заготовке литое или горячештамповочное				

4. Просверлить отверстие того же диаметра на фрезерном станке с ЧПУ. Замерить его диаметр. Определить погрешность.

Контрольные вопросы

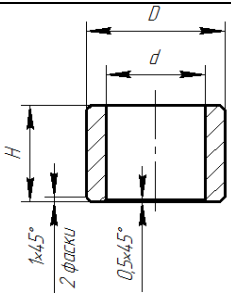
1. Сверление. Описание операции. Режущий инструмент.

2. Рассверливание. Описание операции. Режущий инструмент.
3. Зенкерование. Описание операции. Режущий инструмент.
4. Развертывание. Описание операции. Режущий инструмент.
5. Цекование. Описание операции. Режущий инструмент.
6. Нарезание резьбы. Описание операции. Режущий инструмент.
7. Зенкование. Описание операции. Режущий инструмент.
8. Режимы резания: скорость резания, подача, глубина резания.
9. Кондуктор. Назначение кондуктора.

Таблица 1 – Допуска на неточность изготовления сверл, зенкеров и разверток, принимаемые при расчете исполнительных диаметров кондукторных втулок, мм

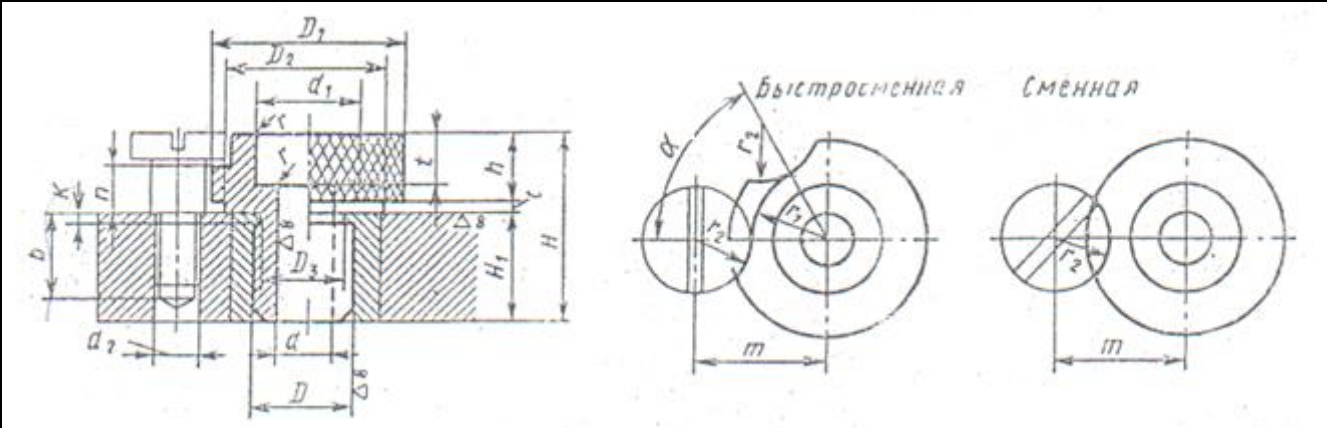
Номинальный диаметр инструмента, мм	Сверло (ГОСТ 855-64)						Зенкер								
	общего назначения			для точного машиностроения			черновой (для предварительной обработки)			на размер готового изделия					
	Верхний предел	Нижний предел	Допуск -	Верхний предел	Нижний предел	Допуск -				$H11=h11$			$H12=h12$		
							Верхний предел +	Нижний предел +	Допуск +	Верхний предел +	Нижний предел +	Допуск +			
От 1 до 3	0	0,025	0,025	0	0,014	0,014	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 3 до 6	0	0,030	0,030	0	0,018	0,018	0	0,025	0,025	0,040	0,015	0,025	0,120	0,070	0,050
6...10	0	0,036	0,036	0	0,022	0,022	0	0,035	0,035	0,050	0,015	0,035	0,150	0,080	0,070
10...18	0	0,043	0,043	0	0,027	0,027	0	0,040	0,040	0,060	0,020	0,040	0,180	0,100	0,080
18...30	0	0,052	0,052	0	0,033	0,033	0	0,050	0,050	0,070	0,020	0,050	0,210	0,110	0,100
30...50	0	0,062	0,062	0	0,039	0,039	0	0,060	0,060	0,090	0,030	0,060	0,280	0,160	0,120
50...80	0	0,074	0,074	0	0,046	0,046	0	0,075	0,075	0,110	0,035	0,075	0,320	0,170	0,150
Номинальный диаметр инструмента, мм	Зенкер			Развертка											
	под черновую развертку			черновая (для предварительной обработки)			чистовая								
	Верхний предел	Нижний предел	Допуск -	Верхний предел	Нижний предел	Допуск -	$H6=h5$			$H7=h6$			$H8=h8$		
							Верхний предел +	Нижний предел +	Допуск +	Верхний предел +	Нижний предел +	Допуск +	Верхний предел +	Нижний предел +	Допуск +
От 1 до 3	-	-	-	-	-	-	0,004	0,002	0,002	0,006	0,003	0,003	0,013	0,006	0,007
Св. 3 до 6	0,150	0,200	0,050	-	-	-	0,005	0,003	0,003	0,008	0,004	0,004	0,017	0,008	0,009
6...10	0,150	0,200	0,050	0,013	0,012	0,025	0,006	0,003	0,003	0,010	0,005	0,005	0,020	0,010	0,010
10...18	0,210	0,245	0,035	0,015	0,015	0,030	0,007	0,003	0,004	0,012	0,006	0,006	0,024	0,012	0,012
18...30	0,245	0,290	0,045	0,018	0,017	0,035	0,009	0,004	0,005	0,015	0,007	0,008	0,030	0,015	0,015
30...50	0,290	0,340	0,060	0,023	0,022	0,045	0,010	0,005	0,005	0,018	0,009	0,009	0,033	0,017	0,016
50...80	0,350	0,410	0,060	0,025	0,025	0,050	0,012	0,006	0,006	0,020	0,010	0,010	0,040	0,020	0,020

Таблица 2 – Втулки кондукторные постоянные без бурта



d , мм	D , мм	H , мм
5...6	10,0	8/12
6...7	12,0	9/14
7...8	13,0	
8...9	14,0	10/16
9...10	15,0	
10...12	18,0	12/20
12...15	22,0	15/22
15...20	28,0	15/25
20...25	34	20/32
25...30	40,0	20/35
30...35	46,0	25/40
35...40	52,0	25/45
40...45	58,0	30/50
45...52	66,00	35/60

Таблица 3 – Втулки кондукторные быстросменные и сменные



d	d_1	d_2	D	D_1	D_2	H	H_1	h
1...2	3	M4	4	12	7	13/17	7/11	5,5
2...3	5		6	14	9	16/20	8/12	7,0
3...5	8	M5	9	18	13	19/25	10/16	8,0
4...7	10		12	23	17	22/30	12/20	9,0
7...10	15	M6	15	28	21	27/34	15/22	10,5
10...14	20		22	40	33	36/48	20/32	14,5
14...20	28	M8	30	46	38	40/55	20/35	18,5
20...24	32		35	52	44	47/62	25/40	20,0
24...28	36	M10	40	60	50	49/69	25/45	22,0
28...33	45		45	68	56	61/86	35/60	24,0
33...38	50	52	76	64	68/98	40/70	26,0	
38...44	60	60	86	74	85/110	45/80	28,0	
44...50	65	70	100	88	75/110	45/80	28,0	

Таблица 4 – Поля допусков

Интервалы размеров, мм	Поля допусков валов, мкм																						
	h5	g6	h6	j6/s	k6	n6	r6	f7	h7	s7	e8	u8	d9	e9	f9	h9	d11	h11	b12	h12	h14	h15	h16
	Предельные отклонения, мкм																						
От 1 до 3	0	-2	0	+3	+6	+10	+16	-6	0	+24	-14	+32	-20	-14	-6	0	-20	0	-140	0	0	0	0
Св. 3 до 6	-4	-8	-6	-3	0	+4	+10	-16	-10	+14	-28	+18	-45	-39	-31	-25	-80	-60	-240	-100	-250	-400	-600
Св. 6 до 10	0	-4	0	+4	+9	+16	+23	-10	0	+31	-20	+41	-30	-20	-10	0	-30	0	-140	0	0	0	0
Св. 10 до 18	-5	-12	-8	-4	+1	+8	+15	-22	-12	+19	-38	+23	-60	-50	-40	-30	-105	-75	-260	-120	-300	-480	-750
Св. 18 до 24	0	-5	0	+4,5	+10	+19	+28	-13	0	+38	-25	+50	-40	-25	-13	0	-40	0	-150	0	0	0	0
Св. 24 до 30	-6	-14	-9	-4,5	+1	+10	+19	-28	-15	+23	-47	+28	-76	-61	-49	-36	-130	-90	-300	-150	-360	-580	-900
Св. 30 до 40	0	-6	0	+5,5	+12	+23	+34	-16	0	+46	-32	+60	-50	-32	-16	0	-50	0	-150	0	0	0	0
Св. 40 до 50	-8	-17	-11	-5,5	+1	+12	+23	-34	-18	+28	-59	+33	-93	-75	-59	-43	-180	-110	-330	-180	-430	-700	-1100
Св. 50 до 65	0	-7	0	+6,5	+15	+28	+41	-20	0	+56	-40	+74	-65	-40	-20	0	-65	0	-160	0	0	0	0
Св. 65 до 80	-9	-20	-13	-6,5	+2	+15	+28	-41	-21	+35	-73	+81	-117	-92	-72	-52	-195	-130	-370	-210	-520	-840	-1300
Св. 80 до 100	0	-9	0	+8	+18	+33	+50	-25	0	+68	-50	+99	-80	-50	-25	0	-80	0	-170	0	0	0	0
Св. 100 до 120	-11	-25	-16	-8	+2	+17	+34	-50	-25	+43	-89	+109	-142	-112	-87	-62	-240	-160	-420	-250	-620	-1000	-1600
Св. 120 до 140	0	-10	0	+9,5	+21	+39	+60	-30	0	+83	-60	+133	-100	-60	-30	0	-100	0	-190	0	0	0	0
Св. 140 до 160	-13	-29	-19	-9,5	+2	+20	+41	-60	-30	+53	-89	+87	-174	-134	-104	-74	-290	-190	-490	-300	-740	-1200	-1900
Св. 160 до 180	0	-12	0	+11	+25	+45	+73	-36	0	+83	-60	+133	-100	-60	-30	0	-100	0	-200	0	0	0	0
Св. 180 до 200	-15	-34	-22	-11	+3	+23	+62	-60	-30	+53	-89	+102	-174	-134	-104	-74	-290	-190	-500	-300	-740	-1200	-1900
Св. 200 до 250	0	-12	0	+11	+25	+45	+73	-36	0	+83	-60	+133	-100	-60	-30	0	-100	0	-220	0	0	0	0
Св. 250 до 300	-15	-34	-22	-11	+3	+23	+76	-71	-35	+53	-89	+124	-174	-134	-104	-74	-290	-190	-570	-350	-870	-1400	-2200
Св. 300 до 350	0	-12	0	+11	+25	+45	+76	-71	-35	+53	-89	+144	-207	-159	-123	-87	-340	-220	-590	-350	-870	-1400	-2200

Интервалы размеров, мм	Поля допусков отверстий, мкм														Остальных, мкм		
	J6/s	K6	H7	J7/s	K7	N7	F8	H8	H9	H11	H12	H14	H15	H16	JT14 ± 2	JT15 ± 2	JT16 ± 2
От 1 до 3	+3	0	+10	+5	0	-4	+20	+14	+25	+60	+100	+250	+400	+600	+100	+200	+300
Св. 3 до 6	-3	-6	0	-5	-10	-14	+6	0	0	0	0	0	0	0	-100	-200	-300
Св. 6 до 10	+4	+2	+12	+6	+3	-4	+28	+18	+30	+75	+120	+300	+480	+750	+120	+240	+375
Св. 10 до 18	-4	-6	0	-6	-9	-16	+10	0	0	0	0	0	0	0	-120	-240	-375
Св. 18 до 24	+4,5	+2	+15	+7	+5	-4	+35	+22	+36	+90	+130	+360	+580	+900	+145	+290	+450
Св. 24 до 30	-4,5	-7	0	-7	-10	-19	+13	0	0	0	0	0	0	0	-145	-290	-450
Св. 30 до 40	+5,5	+2	+18	+9	+6	-5	+43	+27	+43	+110	+180	+430	+700	+1100	+175	+350	+550
Св. 40 до 50	-5,5	-9	0	-9	-12	-23	+16	0	0	0	0	0	0	0	-175	-350	-550
Св. 50 до 65	+6,5	+2	+21	+10	+6	-7	+53	+33	+52	+130	+210	+520	+840	+1300	+210	+420	+650
Св. 65 до 80	-6,5	-11	0	-10	-15	-28	+20	0	0	0	0	0	0	0	-210	-420	-650
Св. 80 до 100	+8	+3	+25	+12	+7	-8	+64	+39	+62	+160	+250	+620	+1000	+1600	+250	+500	+800
Св. 100 до 120	-8	-13	0	-12	-18	-33	+25	0	0	0	0	0	0	0	-250	-500	-800
Св. 120 до 140	+9,5	+4	+30	+15	+9	-9	+76	+46	+74	+190	+300	+740	+1200	+1900	+300	+600	+950
Св. 140 до 160	-9,5	-15	0	-15	-21	-39	+30	0	0	0	0	0	0	0	-300	-600	-950
Св. 160 до 180	+11	+4	+35	+17	+10	-10	+90	+54	+87	+220	+350	+870	+1400	+2200	+350	+700	+1100
Св. 180 до 200	-11	-18	0	-17	-25	-45	+36	0	0	0	0	0	0	0	-350	-700	-1100