

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Макушев Андрей Евгеньевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 07.08.2023 15:46:54
Уникальный программный ключ:
4c46f2d9ddd3fafb9e57683d11e5a4257b6ddfe

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Чувашский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ)

Кафедра технического сервиса



**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ**

учебно-методическое пособие для выполнения курсовой работы

УДК 621.717

ББК 30.83

С-30

Семенов, А. В. Разработка технологического процесса механической обработки детали: учебно-методическое пособие для выполнения курсовой работы / А. В. Семенов, Ю. В. Иванщиков – Чебоксары: Чувашский ГАУ, 2023. - 142 с.

Учебно-методическое пособие включают общие требования к курсовой работе, исходные данные и последовательность выполнения; методику разработки технологического процесса механической обработки, правила заполнения комплекта технологических документов по изготовлению деталей, пример выполнения технологической документации, список рекомендованных литературных источников, необходимые справочные материалы.

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Рецензенты:

Белов Е.Л. - кандидат технических наук, к.т.н., доцент кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Новиков А. М. – кандидат технических наук., доцент кафедры технического сервиса ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией инженерного факультета ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ (протокол № 8 от «20» апреля 2023 г.)

© А.В. Семенов, Ю.В. Иванщиков, 2023
© ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, 2023

ЗАДАЧИ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа является важным завершающим этапом в формировании компетенций обучающегося при изучении курса «Основы технологии производства и ремонта Т и ТТМО».

Курсовая работа предполагает поиск и обработку статистического, теоретического и практического материала по теме «Разработка технологического процесса механической обработки детали».

Студент должен проявить максимум творческой инициативы, с тем, чтобы его работа отличалась новизной, целесообразностью, повышала производительность механической обработки.

Успешное выполнение работы зависит от умения пользоваться необходимой технической литературой, справочными материалами, ГОСТами, нормативами, каталогами. Залогом успешной работы является также организованность студента в работе, строгое соблюдение сроков проектирования.

Целью курсовой работы является получение практических навыков по разработке технологических процессов изготовления деталей машин.

При проектировании технологических процессов должны быть решены следующие основные задачи:

1.Спроектировать заготовку. Вычертить заготовку (с указанием размеров, допусков, марки материала и др.).

2.Спроектировать технологический процесс механической обработки детали. Разработать карты технологического процесса и карты эскизов.

Курсовая работа состоит 25...30 страниц расчетно-пояснительной записки (ПЗ) и двух листов графической части на листах формата А1. Задание на курсовую работу включает чертеж детали, годовую программу, операции для подробной технологической разработки.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать: титульный лист, индивидуальное задание на проектирование, рабочий чертеж детали, введение, разделы по порядку, заключение, список использованной литературы,

содержание и комплект документов на технологический процесс в виде приложения. Текст расчетно-пояснительной записки должен быть выполнен на листах бумаги формата А4.

Графическое оформление работы предусматривает выполнение двух листов формата А1 со следующей примерной разбивкой:

- чертежи детали и заготовки - 1 лист;
- карты технологического процесса механической обработки детали - 1 лист;

Курсовая работа в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлена на формирование следующих профессиональных компетенций:

- способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);

- способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности (ОПК-1);

- способен принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии при решении задач профессиональной деятельности (ОПК-5);

- способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью (ОПК6);

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Исходными данными для курсовой работы являются:

- рабочий чертеж детали;
- данные о заготовке;
- размер производственной программы и срок ее выполнения;
- различные справочные и нормативные материалы (каталоги и паспорта оборудования; альбомы и каталоги приспособлений; ГОСТы и каталоги на режущие и измерительные инструменты; данные о шероховатости поверхности и точности при различных методах обработки резанием; типовые технологические процессы; справочные данные о режимах резания и для определения норм времени на операции; тарифно-квалификационные справочники и другие материалы и т.п.).

Рекомендуемая последовательность при проектировании технологических процессов изготовления детали:

1. Ознакомление с чертежом детали.
2. Определение типа производства.
3. Проектирование заготовки.
4. Выбор методов и маршрута обработки поверхностей детали.
5. Выбор технологических баз.
6. Выбор станков, приспособлений, режущего и измерительного инструментов.
7. Расчет припусков на механическую обработку.
8. Установление режимов.
9. Определение технической нормы времени
10. Разработка технологической документации на изготовление детали.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.1. Ознакомление с чертежом детали

Разработку технологического процесса изготовления детали начинают с изучения чертежа детали и технических требований на ее изготовление. Кроме того, для понимания условий работы детали желательно также ознакомиться со сборочным чертежом узла (или машины), в который входит данная деталь.

Рабочий чертеж детали должен содержать все необходимые указания для ее изготовления:

1. необходимое число проекций и сечений;
2. все необходимые размеры, расставленные с соблюдением правил расстановки на чертежах;
3. допуски на неточность изготовления;
4. обозначения шероховатости поверхности после обработки, указания о необрабатываемых поверхностях (если они имеются);
5. материал и его марку;
6. указания о термообработке и твердости;

При анализе рабочего чертежа детали, прежде всего, нужно установить наиболее точные поверхности и размеры, обеспечение заданной точности которых представляет наибольшую сложность и важность.

При рассмотрении технических требований выявляют технологические задачи получения данной детали. Специфические требования к изготовлению детали требует наличия в маршруте обработки соответствующих операций (например, операций по динамической балансировке детали).

В этом же разделе следует привести данные о материале детали: по химическому составу, механическим свойствам.

Данные о материале детали: химический состав, механические свойства можно найти в прил. А.1 и прил. А.2, а так же в государственном стандарте ГОСТ 1050-88.

На основе ознакомления с рабочим чертежом детали и техническими требованиями на ее изготовление должно сложиться общее представление о технологии обработки данной детали.

2.2. Определение типа производства

Технологический процесс изготовления деталей, комплектность разрабатываемых технологических документов зависит от типа производства.

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{зo}$, который показывает отношение всех технологических операций, подлежащих к выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест.

$$K_{зo} = \frac{O}{P},$$

где O — число технологических операций, выполненных и подлежащих выполнению в течение месяца; P — число рабочих мест.

В некоторых случаях данные о численных значениях O и P отсутствуют (например, при разработке курсовых проектов, работ). Тогда вместо коэффициента закрепления операции $K_{зo}$ применяют коэффициент серийности K_c , который дает примерно то же значение ($K_{зo} \cong K_c$).

Коэффициент серийности

$$K_c = \frac{\Phi_{\partial} 60}{T_{ш.ср} P_{\partial}} = \frac{\tau}{T_{ш.ср}},$$

где Φ_{∂} — действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч; τ — такт выпуска, мин;

$$\tau = \frac{\Phi_{\partial} 60}{P_{\partial}},$$

P_{∂} — годовая программа выпуска деталей, шт.; $T_{ш.ср}$ — среднее штучное время операций; в нашем случае среднее штучное время двух рассчитываемых операций.

При:

$K_c < 1$ — массовое производство,

$1 < K_c < 10$ – крупносерийное,

$10 < K_c < 20$ – серийное,

$20 < K_c < 40$ – мелкосерийное,

$K_c > 40$ – единичное.

Предварительно вид производства можно определить по заданной годовой программе выпуска детали, пользуясь ориентировочными данными прил. А.3

Окончательно тип производства определяют после расчета штучного времени разрабатываемых операций.

2.3. Проектирование заготовок

Важным вопросом при проектировании процесса изготовления детали является выбор наиболее рациональной заготовки. От данного выбора, т.е. установления метода получения заготовки, ее формы, величины припусков, напусков и др. зависят объем последующей механической обработки и стоимость изготовления детали в целом.

Основными видами заготовок для деталей машин являются: отливки, поковки, штамповки, сортовой прокат, сварные, заготовки из пластмасс и других неметаллических материалов.

Выбор заготовки зависит от материала, размеров и формы детали, условий ее работы, а также масштаба производства. Важной задачей при изготовлении заготовок является приближение их по форме и размерам к готовым деталям.

При выборе заготовок, с учетом марки материала и типа производства, руководствуются следующими соображениями:

- 1) фасонные детали, подвергающиеся ударным нагрузкам, а также растяжениям и изгибам, целесообразно изготовить из чугунных отливок;
- 2) фасонные детали, испытывающие большие напряжения, - из стальных отливок;

3) детали, работающие преимущественно на изгиб, растяжение и кручение – из поковок и штамповок;

4) когда нет значительной разницы в площадях сечения детали и для получения готовой формы нет необходимости снимать большой слой металла, используют заготовки из проката, выпускаемого в виде круглых, квадратных, шестигранных и т.д. прутков.

В машиностроении и ремонтном производстве получили распространение заготовки следующих видов:

1) заготовки из проката ГОСТ 2590-88, ГОСТ 2591-88, ГОСТ 103-88, ГОСТ 8734-88;

2) отливки из чугуна и стали (ГОСТ 26645-85);

3) сварные заготовки;

4) штамповки и поковки из стали (ГОСТ 7505-89 и ГОСТ 7062-85);

5) холодноштампованные заготовки из листовой стали и заготовки, полученные методом холодной высадки;

б) заготовки из пластмасс.

Получение заготовок ковкой, штамповкой, литьем и другими методами регламентируются ГОСТами 7505-89, 26645-85 и др. Стандарты устанавливают величины припусков, напусков, допуски размеров, отклонений формы и наименьшие радиусы закруглений наружных углов.

Для поковок в условиях мелкосерийного и серийного производств следует выбирать класс точности Т5 с применением пламенного нагрева. При этом припуск на обработку для поковок с массой до 3,3 кг – 0,5 мм; от 3,2 до 10 кг – до 0,8 мм; св.10 – до 1мм.

ГОСТ 26645-85 на отливки охватывает основные виды литья: под давлением в механические формы, в керамические формы и по выплавляемым моделям, в кокиль, центробежное литье, в сырые и сухие песчано-глинистые формы.

Литье в песчаные формы является наиболее универсальным в отношении литейных материалов, а также масс и габаритов отливок. Другие способы литья значительно повышают стоимость отливок, хотя позволяют получить

отливки с минимальными припусками на механическую обработку или даже почти исключить ее.

Заготовки, полученные методом отливки, штамповки перед механической обработкой очищают от пригара формовочной земли, окалины, сварочных брызг и шлака. Для снятия внутренних напряжений необходимо предусмотреть искусственное или естественное старение, нормализацию. Эти операции следует предусмотреть в технологическом процессе и технических требованиях на заготовку.

Проектирование заготовки выполняют в следующем порядке.

1- Устанавливают метод получения заготовки согласно типу производства, конструкции детали, материалу и другим техническим требованиям на изготовление детали.

2- Назначают припуски на обрабатываемые поверхности детали согласно выбранному методу получения заготовки по действующим ГОСТам или справочникам.

3. - Определяют расчетные размеры и предельные отклонения на каждую поверхность заготовки.

4.- Рассчитывают массу заготовки.

5.- Определяют коэффициент использования материала (КИМ) γ .

$$\gamma = \frac{g}{G},$$

где g – масса детали, кг;

G – масса заготовки, кг;

Массу заготовки G можно определить через объем V см³ и плотность материала ρ г/см³ (прил. А.4)

$$G = V \cdot \rho / 1000$$

Для массового и серийного производства $\gamma > 0,7$

7. Оформляют чертеж заготовки. Где должны быть указаны: марка материала, твердость, размеры, допуски на все размеры, уклоны, радиусы, технические требования. Окончательные размеры заготовок корректируются

после расчета припусков на механическую обработку аналитическим методом.

2.4 Выбор методов и маршрута обработки поверхностей детали

Выбор метода обработки зависит от вида заготовки, наличия и удобства технологических баз, конфигурации детали, ее габаритных размеров, точности и качества обрабатываемых поверхностей.

Первоначально определяют метод окончательной обработки, обеспечивающей соблюдение требований чертежа по каждой поверхности и затем определяют промежуточные методы обработки. Решение задачи выбора метода и конкретного вида обработки облегчается при использовании справочных таблиц экономической точности обработки, приведенной в прил. А.5 или частично использовании межгосударственного стандарта: шероховатость поверхности ГОСТ 2789-73 и экономическая точность ГОСТ 16093-81

После выбора метода обработки каждой поверхности составляют маршрут обработки деталей. Составление маршрута – сложная задача с большим числом возможных вариантов решения. Его цель – дать общий план обработки детали, наметить содержание операций технологического процесса.

При определении маршрута обработки рекомендуется придерживаться типовой последовательности обработки, приведенной в прил. А.6, А.7, учитывая, что многократная обработка повышает точность на 1-2 качества.

В целом при механической обработке детали придерживаются следующей последовательности;

1. Обработка детали должна начинаться с обработки тех поверхностей, которые принимаются за технологические базы для последующих операций. Характерным примером является предварительная обработка центровых гнезд при точении валов; последующая обработка валов ведется с использованием центровых гнезд в качестве технологической базы.

2. После обработки базовых поверхностей следует обрабатывать те поверхности, где должен сниматься наибольший припуск, так как при обработке

этих поверхностей возникают наибольшие усилия резания, а следовательно, и наибольшие усилия зажатия детали, что зачастую приводит к деформации окончательно обработанных поверхностей.

3. В первую очередь желательно также обрабатывать те поверхности деталей, где возможно наличие дефектов в заготовках (раковин, включений и др.).

4. Последовательность проведения остальных видов обработки следует устанавливать в зависимости от заданной чертежом точности и шероховатости обрабатываемой поверхности. При этом сначала производятся черновые токарные, фрезерные и протяжные работы, а затем сверление, зенкерование, развертывание и чистовая обработка. Последним идет финишная обработка, обеспечивающая высокую точность и малую шероховатость поверхности, данная операция производится после термической обработки деталей, если надо ей воспользоваться (тонкое шлифование, хонингование, суперфиниширование, доводка, притирка и т.д.).

То есть, чем точнее должна быть обработана поверхность (кроме, базовой), тем позже ее обрабатывают. Заканчивают обработку той поверхности, которая имеет наибольшую точность

Последовательность механической обработки должна быть увязана с термическими видами обработки. Закалку с низким отпуском обычно проводят перед шлифованием, а закалку с высоким отпуском (улучшение) с целью улучшения механических свойств металла - между черновой и чистовой обработкой точением, фрезерованием, строганием.

Перед механической обработкой заготовки (штамповки, поковки, отливки) часто подвергаются отжигу и нормализации.

Для повышения точности изготовления детали технологический маршрут предусматривает черновой, чистовой и отделочный виды обработки.

При черновой обработке, снимают основную величину припуска, а после термической обработки, для устранения возможных короблений, преду-

смаатривают правку заготовки, исправляют или обрабатывают технологические базы и только после этого производят окончательную обработку.

Наметив методы и последовательность обработки поверхностей детали (переходы), приступают к разработке маршрутной технологии, т.е. группируют переходы в операции. При этом каждый переход формулируют с учетом принятой классификации.

На основе разделения процесса обработки детали на операции описывается технологический маршрут её обработки. В технологическом маршруте указывается содержание операций, установив, переходов, их последовательность.

2.5.Выбор технологических баз

Точность размеров и взаимное положение обрабатываемых поверхностей заготовки зависит от погрешности ее установки на станке. При установке заготовки базой должна служить та поверхность, относительно которой на рабочем чертеже детали скоординирована обрабатываемая поверхность. Точность, форма и размеры базы должны обеспечить хорошую устойчивость и жесткость заготовки на установочных элементах приспособления, что достигается соответствующими размерами и качеством поверхностей.

Основные положения теории базирования и терминологии изложены в ГОСТ 21495-76. При выборе баз учитывают, что положение геометрических и кинематических связей на тело (в системе координат x, y, z) позволяет лишить его шести степеней свободы (трех перемещений вдоль осей и трех поворотов вокруг осей – правило «шести точек») и обеспечить надежное крепление при обработке. В зависимости от числа и направления размеров, выдерживаемых при данной операции, схема базирования может состоять из одной, двух или трех базирующих поверхностей. При этом деталь соответственно лишается трех, четырех, пяти или шести степеней свободы

Выбор технологических баз – это важный этап разработки любого технологического процесса. При выборе технологических баз для обработки заготовки следует использовать принцип совмещения баз, т.е. в качестве

технологической базы использовать поверхность, являющуюся измерительной и конструкторской базой.

На всех основных технологических операциях желательно использовать в качестве технологических баз одни и те же поверхности заготовки.

Когда постоянство технологической базы не может быть обеспечено, в качестве новой технологической базы выбирают обязательно обработанную и желательно более точную поверхность.

При вынужденной смене баз следует переходить от менее точной базы к более точной (принцип последовательности баз). Они не должны деформироваться под действием сил зажима и резания.

На первой операции целесообразно принимать в качестве баз поверхность с наименьшим припуском на обработку. Первичную базу, из-за ее малой точности, используют только один раз.

В качестве технологических баз при точении, шлифовании тел вращения принимают: наружную или внутреннюю цилиндрическую поверхность и торец, два центровых отверстия, наружную или внутреннюю цилиндрическую поверхность и центровое отверстие. Размеры центровых отверстий, без предохранительного конуса, выбираются по прил. А.8

При фрезеровании и сверлении с применением зажимных приспособлений в качестве базирующих поверхностей принимают две взаимно перпендикулярные плоскости и опорную точку в третьей взаимно перпендикулярной плоскости; плоскость и два коротких отверстия под шпильки, три или четыре центровых гнезда, цилиндрические поверхности под призмы для зажима валов.

Правильно выбранные базы (черновые и чистовые) должны обеспечить простоту и дешевизну приспособлений, удобство установки детали.

Для наглядного представления схем базирования предусмотрены графические обозначения опор зажимных и установочных устройств, которые приведены в прил. А.9, примеры нанесения их на схемах установок деталей даны в прил. А.10. В приложении 88 раскрыты возможные варианты уста-

НОВКИ ЗАГОТОВОК.

2.6. Выбор станков, приспособлений, режущего и измерительного инструментов

При выборе типа и модели технологического оборудования следует руководствоваться следующими рекомендациями:

1. Выбранный станок, для проведения операций, должен обеспечить выполнение требований чертежа и технических условий на обработку в отношении точности размеров, формы и качества продукции.

2. Размеры станка должны быть согласованы с размерами обрабатываемых деталей. При этом следует стремиться, чтобы станок был достаточно использован по своим технологическим возможностям и по мощности.

3. Производительность станка должна соответствовать заданному выпуску деталей, т.е. станок должен быть достаточно загружен во времени.

4. Выбранный станок должен обеспечить наименьшие затраты времени на обработку, минимальную себестоимость изготовления детали и наиболее быструю окупаемость затрат. Следует учитывать наличие станков на данном предприятии, при прочих равных условиях отдадут предпочтение станку более дешевому.

5. В мелкосерийном производстве следует применять универсальные станки, в серийном и крупносерийном возможно применение специализированных станков, в массовом - автоматов и полуавтоматов.

Сведения о станках и другом оборудовании берутся из их паспортов или из каталогов (прил. Г.1 - Г.10).

С помощью станочных приспособлений решаются три основные задачи:

- 1) базирование обрабатываемых деталей на станках;
- 2) повышение производительности и облегчение условий труда рабочих;
- 3) расширение технологических возможностей станков.

Следует по возможности использовать стандартные (нормализованные) станочные приспособления, выпускаемые промышленностью [4]. При условии,

если они не могут обеспечить точность установки деталей и высокую производительность следует применять специальные приспособления.

Выбор режущего инструмента, для всех переходов технологического процесса, проводят с учетом обрабатываемого материала, возможности установки его на станке, его производительности и точности. Литературные источники [2,4] и прил. Д.1 –Д.2 позволяют помочь подобрать необходимый инструмент. По возможности следует применять нормализованные режущие инструменты. Выбранный режущий инструмент должен иметь условное обозначение, оформленное по ОКП (общесоюзный классификатор продукции) например, «Резец 2100-0809 Т15К6 ГОСТ 18878-73», «Сверло 2300-7005 ГОСТ 886-77».

Одновременно с выбором режущего инструмента производится подбор вспомогательного инструмента. Вспомогательный инструмент служит для закрепления, смены, регулировки и настройки режущего инструмента, позволяет повысить точность обработки и расширить технологические возможности оборудования. Вспомогательный инструмент в большинстве случаев можно подобрать по ГОСТам.

Измерительный инструмент контроля обрабатываемых поверхностей деталей, как в процессе обработки, так и после ее изготовления следует выбрать с учетом значений погрешности измерений по ГОСТ 8.051-81.

При единичном производстве применяется измерительный инструмент общего назначения (линейки, кронциркули, штангенциркули, микрометры, нутромеры, глубиномеры, измерительные приборы и т.д.). В серийном и массовом производствах применяется специальный жесткий измерительный инструмент – калибры и шаблоны, а также измерительные приспособления, приборы, автоматические устройства. Важным резервом повышения экономической эффективности производства является применение средств активного контроля.

Выбранные средства измерений должны иметь условные обозначения по ОКП (общесоюзный классификатор продукции). Например, «Штанген-

циркуль ЩЦ-1-125-0,05 ГОСТ166-80», «Калибр-скоба 8113-0139 К6 ГОСТ 18362-73». «Микрометр МК 0...25 ГОСТ 6507-78».

Шероховатость поверхности в производственных условиях, оценивают сравнением с образцами шероховатости ГОСТ 9378-93, обработанными тем же методом или при помощи специальных приборов.

Твердость поверхности проверяется твердомерами или приборами ПМТ (для измерения микротвердости). Ответственные детали подвергаются контролю на отсутствие микротрещин, для чего используются методы магнитной и люминесцентной дефектоскопии.

Контроль отклонения формы и расположения поверхностей осуществляется поэлементно с использованием универсальных измерительных средств (индикаторной головки, микрометра, щупов, поверочной линейки) и приспособлений (призмы, центры, цилиндрические контрольные оправки и скалки) [4], кроме того, могут быть использованы калибры и шаблоны.

Выбранные станки, приспособления и инструмент заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 - Выбранные станки, приспособления, инструмент.

№ операции	Операция	Марка станка	Приспособление	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
020	Токарная	Токарно-винторезный станок 16К20	Центр 7032-0036 ГОСТ 13214-79, центр Морзе 5 ГОСТ 8742-75, хомутик 107-0041 ГОСТ 2578-70	Резец 2102-0055 Т15К6 ГОСТ 18877-73, Резец 2112 0036 ГОСТ 18871 -73	Штангенциркуль ЩЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89, Калибр-скоба ГОСТ 2216-84
...

2.7. Расчет припусков на механическую обработку

Припуск на механическую обработку представляет собой слой металла, снимаемый режущим инструментом для получения окончательных размеров и заданной шероховатости поверхностей детали. Он должен быть минимальным и таким, чтобы при его снятии были устранены погрешности обработки и

дефекты поверхностного слоя, оставшиеся от предшествующих технологических переходов (операций), а также погрешности базирования и закрепления обрабатываемой заготовки на выполняемом переходе (операции).

Величина припуска на обработку определяется: методом получения и точностью заготовки, построением технологического процесса, техническими требованиями к обрабатываемой детали, ее размерами и формой.

Формы и размеры обрабатываемой детали влияют на величину припуска, так как с увеличением размеров и усложнением формы увеличивается допуск на заготовку и уменьшается точность базирования. Метод получения заготовок оказывает влияние на величину припуска на обработку, так как при разных методах получения заготовки точность размеров и качество поверхности различны. Например, при свободной ковке отклонение размеров составляет 1,5-10 мм, при штамповке на прессе 0,5-2 мм; при литье по выплавляемым моделям 0,2-0,5 мм.

При использовании сварных заготовок необходимо учитывать отклонение от прямолинейности и смещение свариваемых частей. После правки заготовки допускается отклонение от прямолинейности и смещение свариваемых частей. После правки заготовки допускается отклонение от прямолинейности 0,3-1,5 мм в зависимости от ее диаметра и длины.

Технические условия на изготовление деталей влияют на величину припуска, так как для деталей высокой степени точности применяют многократную, последовательную обработку поверхностей, вследствие чего общий припуск получается значительным большим, чем при одно-двукратной обработке поверхностей.

Припуски на механическую обработку определяют двумя основными методами:

- опытно-статистическим, заключающимся в установлении припуска по стандартам и таблицам, построенным на основании обобщения опыта предприятий машиностроения.

- расчетно-аналитическим, заключающимся в определении наименьшего припуска на обработку Z_{\min} на основе анализа факторов, влияющих на фор-

мирование припуска.

При выполнении курсового проекта на обработку двух поверхностей (указаны на чертеже буквами А и Б) припуски рассчитывают, на остальные назначают, используя опытно-статистический метод.

При опытно-статистическом методе общие и промежуточные припуски определяются по таблицам, которые составлены на основе обобщения и систематизации данных, полученные на передовых машиностроительных предприятиях. Отдельные справочные материалы по назначению припусков приведены в прил. Б.1 - Б.14.

Расчет припусков на механическую обработку расчетно-аналитическим методом по методике профессора В.М. Кована рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1. Пользуясь рабочим чертежом детали и маршрута технологического процесса механической обработки, записать в сводную табл. 2, технологические переходы обработки в порядке последовательности их выполнения по каждой поверхности от заготовки до окончательной обработки.

2. Записать значения параметров: R_z – высота неровностей профиля, мкм; T – глубина дефектного поверхностного слоя, оставшегося при выполнении предшествующего технологического перехода, мкм; ρ – суммарное значение пространственных отклонений для поверхности, возникшие на предшествующем технологическом переходе, мкм; ε – погрешность установки заготовки при выполняемом технологическом переходе, мкм; δ – допуск по размеру, мкм. Параметры систематизированы и приведены в [1].

3. Рассчитать значения минимальных припусков на обработку по всем технологическим переходам:

для плоских поверхностей заготовки

$$z_{\min} = R_z + T + \rho + \varepsilon;$$

для наружных или внутренних поверхностей вращения

$$2z_{\min} = 2(R_z + T + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2})$$

4. Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» для

наружных поверхностей наименьший предельный размер по чертежу, а для внутренних поверхностей наибольший предельный размер по чертежу.

5. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер для наружных поверхностей прибавлением к наименьшему предельному размеру расчетного припуска конечного перехода Z_{\min} , а для внутренних поверхностей вычитанием из наибольшего предельного размера расчетного припуска конечного перехода Z_{\min} .

6. Последовательно определить расчетные размеры каждого предшествующего перехода для наружных поверхностей прибавлением к расчетному размеру следующего за ним перехода расчетного припуска Z_{\min} , для внутренних поверхностей вычитанием из расчетного размера, следующего за ним перехода расчетного припуска Z_{\min} .

7. Записать для наружных поверхностей наименьшие предельные размеры по всем переходам, округляя их в сторону увеличения, а для внутренних поверхностей записать наибольшие предельные размеры, округляя их в сторону уменьшения.

8. Определить для наружных поверхностей наибольшие предельные размеры прибавлением допуска к наименьшему предельному размеру, а для внутренних поверхностей определить наименьшие предельные размеры вычитанием допуска из наибольшего предельного размера.

9. Записать предельные значения припусков для наружных поверхностей Z_{\max} как разность наибольших предельных размеров и Z_{\min} как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов, для внутренних поверхностей Z_{\max} как разность наименьших предельных размеров и Z_{\min} как разность наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов.

10. Определить общие припуски $Z_{o \max}$ $Z_{o \min}$ суммируя промежуточные припуски на обработку.

Результаты расчетов припусков и предельных размеров оформляется в виде табл.2 .

Таблица 2 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности $\varnothing 50f9$

№	Технологические переходы	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск Z_{min} , мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск δ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
		R_z	T	ρ	ε				d_{min}	d_{max}	$Z_{min}^{пр}$	$Z_{max}^{пр}$
1	Заготовка	150	250	500	-	-	51,973	1600	52,0	53,6	-	-
2	Точение	50	50	30	-	2·900	50,173	390	50,17	50,56	1830	3040
3	Шлифование	10	20	20	-	2·130	49,913	62	49,913	49,975	257	585
Итого											2087	3625

На основании результатов определения припусков расчетно-аналитическим методом для поверхностей строится графическая схема расположения общих и межоперационных припусков и допусков (рис. 1).

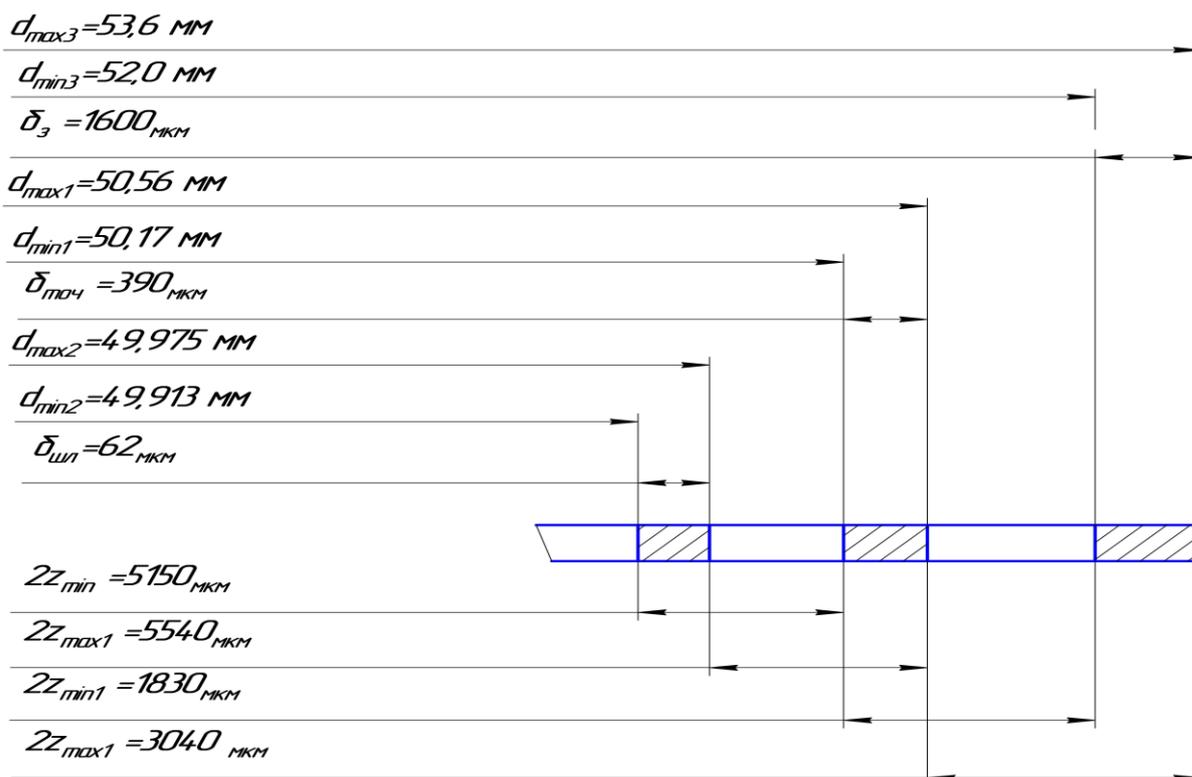


Рисунок 1 – Схема расположения припусков и допусков на обработку поверхности $\varnothing 50f9$

2.8 Установление режимов резания

Режимы резания можно назначать по справочным данным или рассчитывать по формулам, приведенным в [4]. Расчет режимов резания по согласованию с руководителем проекта производится на две операции, а на остальные режимы резания назначаются по прил. Б.1 - Б.14.

Назначенные и рассчитанные режимы резания записываются в таблицу 3.

Таблица 3. Режимы резания

№ операции	№ перехода	Содержание операции, перехода	t, мм	i	s, мм/об	n, мин ⁻¹	v, м/мин	P _z , Н	N _p , кВт	N _{ст} , кВт
020	2	Сверлить отверстие в размер Ø8	4	1	0,22	125	21,58	3190	0,9	10
...

2.8.1 Точение

Расчет режимов резания при точении осуществляется в следующем порядке:

1. Выбирают типы применяемых резцов исходя из характера обработки. Для обработки наружных поверхностей применяют проходные резцы, для расточки отверстий - расточные, для подрезания торцов - подрезные и проходные упорные, для отрезки и прорезания канавок - отрезные, для нарезания резьбы - резьбовые.

2. Выбирают материал режущей части резца. Режущую часть токарных резцов изготавливают чаще всего из металлокерамических твердых сплавов, реже - из быстрорежущей стали. Фасонные резцы изготавливают из быстрорежущей стали. Рекомендуемые типовые марки твердого сплава для режущей части токарных резцов приведены в прил. Д.1.

3. Определяют размеры резцов, и геометрические параметры их режущей части. Размеры резцов зависят от размеров применяемого станка. При высоте центров 150-160 мм рекомендуется сечение державки $b \times h = 12 \times 20$ мм (где b — ширина, h — высота); при высоте центров 180—200 мм — от 12×20 до 16×25 мм, при высоте центров 250-300 мм — от 16×25 до 20×32 мм. Размеры токарных проходных резцов с пластинками твердого сплава приведены в прил. Д.2. Формы передней поверхности токарных резцов, углы режущей части резцов, значения углов φ и φ_1 приведены в прил. Д.3, Д.4, Д.5.

4. Назначают глубину резания t . При черновом точении и отсутствии ограничений по мощности станка, жесткости системы СПИД глубину резания принимают равной припуску на обработку $t = h$, где h — припуск на обработку (на сторону), мм. При параметре шероховатости обработанной поверхности от $R_a = 20$ мкм и менее вводят чистовое точение. В этом случае глубину резания при чистовом точении принимают по прил. Б.1. В этой же таблице приведены примерные значения припусков на черновое точение.

5. Выбирают подачу s . При черновом точении подачу принимают максимально допустимой по мощности оборудования, жесткости системы СПИД, прочности режущей твердосплавной пластины и прочности державки. Рекомендуемые подачи при черновом наружном точении приведены в прил. В.1, а при черновом растачивании - в прил. В.2. Максимальные величины подач при точении стали 45, допустимые прочностью пластины из твердого сплава, приведены в прил. В.3. Поддачи при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (прил. В.4).

Рекомендуемые значения подач при прорезании пазов и отрезании приведены в прил. В.5, при фасонном точении - в прил. В.6.

6. Корректируют подачу по паспорту станка (берут фактически имеющуюся на станке, близкую к табличному значению) .

7. Рассчитывают скорость резания v (м/мин)

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v,$$

Значения коэффициентов C_v , показателей степеней x, y, m приведены в прил. В.7. При одноинструментальной обработке $T = 60$ мин.

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv},$$

где K_{mv} — коэффициент на материал заготовки (прил. В.8, В.9); K_{nv} — коэффициент на состояние поверхности заготовки (прил. В.10); K_{uv} — коэффициент на материал инструмента (прил. В.11).

8. Вычисляют расчетную частоту вращения шпинделя мин^{-1} ,

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

9. После определения расчетной частоты вращения ее уточняют по паспорту станка (прил. Г), т.е. принимают фактически имеющуюся частоту вращения шпинделя, близкую к расчетной.

$$n_\phi \leq n_p.$$

10. Определяют действительную скорость резания, (м/мин)

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000}.$$

11. Вычисляют тангенциальную силу резания P_z ,

$$P_z = 10 C_p t^x S^y v_\phi^n K_p.$$

Постоянная C_p , показателей степеней x, y, n для конкретных условий обработки даны в прил. В.12. При отрезании, прорезании и фасонном точении t — длина лезвия резца.

Поправочный коэффициент K_p

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

где $K_{мр}$ — поправочный коэффициент на обрабатываемый материал (прил. В.13); $K_{φр}$ — поправочный коэффициент на главный угол в плане $φ$; $K_{γр}$ — поправочный коэффициент на главный передний угол $γ$; $K_{λр}$ — поправочный коэффициент на угол наклона главной режущей кромки; $K_{гр}$ — поправочный коэффициент на радиус резца при вершине $г$. Коэффициенты приведены в прил. В.14.

12. Определяют мощность резания N , (кВт), по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{60 \cdot 1020}$$

13. Проверяют возможность обработки по мощности:

$$N \leq N_{шп} = N_э \eta$$

где $N_{шп}$ — мощность на шпинделе станка, кВт; $N_э$ - мощность электродвигателя, кВт; η — КПД главного привода станка (0,75-0,85 из паспортных данных станка в прил. Г).

14. Рассчитывают основное (машинное) время T_0 (мин)

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s} i ,$$

где L — длина рабочего хода резца, мм; i — число рабочих ходов резца; n — частота вращения шпинделя станка, об/мин; s — подача станка, мм/об.

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3 , мм,$$

где l — длина обрабатываемой поверхности, мм; l_1 — величина пути врезания, мм; $l_1 = t \cdot ctg \varphi + (0,5...2)$; l_2 — величина перебега, мм, $l_2 = 1...3$ мм; l_3 — величина пути для снятия пробных стружек, мм. При работе на настроенных станках l_3 не учитывается.

2.8.2 Сверление

Расчет режимов резания при сверлении, зенкерования, развертывании осуществляется в следующем порядке:

1. Определяют глубину резания t

Глубина резания при сверлении, мм

$$t = \frac{D}{2}$$

где D — диаметр сверла

Глубина резания при рассверливании, зенкерования и развертывании, мм

$$t = \frac{D - D_0}{2}$$

где D_0 — диаметр до обработки отверстия.

Глубина резания (мм) при: зенкерования $t=0,5...2,0$; черновом развертывании $t=0,05...0,25$; чистовом развертывании $t=0,025...0,1$.

2. Вычисляют значения подачи

Подача при сверлении:

$$S = S_0 K_l K_k K_{жс} K_u$$

где S_0 — табличное значение подачи; $K_l K_k K_{жс} K_u$ поправочные коэффициенты: на глубину отверстия; на достижение более высокого качества, на недостаточную жесткость системы СПИД; на инструментальный материал. Табличные значения подач и поправочные коэффициенты приведены в прил. В.16.

Подача при зенкерования в $2...2,5$ раза больше подачи при сверлении $S_z = (2...2,5)S$, а при развертывании в $2,5...3$ раза больше подачи при сверлении $S_p = (2,5...3)S$

3. Расчетную подачу уточняют, исходя из паспортных данных станка (взять ближайшее меньшее значение)

$$S_{\phi} \leq S$$

4. Определяют расчетную скорость резания (допускаемая режущими свойствами инструмента) при сверлении, м/мин

$$v_p = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v,$$

При рассверливании, зенкерования, развертывании:

$$v_p = \frac{C_v D^q}{T m_t x S_y} K_v,$$

где C_v — коэффициент; q, m, y — показатели степени; T — стойкость инструмента; K_v — общий поправочный коэффициент.

Значение коэффициента C_v и показателей степеней для сверления в прил. В.17., для рассверливания, зенкерования, развертывания в прил. В.18.

Средние значения периода стойкости сверл, зенкеров и разверток в прил. В.19.

Общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{ly} \cdot K_{nv}$$

где K_{mv} — коэффициент на обрабатываемый материал (прил. В.20, В.21); K_{uv} — коэффициент на инструментальный материал (прил. В.22); K_{ly} — коэффициент, учитывающий глубину сверления (прил. В.23); K_{nv} — коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки.

5. Вычисляют расчетную частоту вращения инструмента (шпинделя станка) n_p , мин⁻¹:

$$n_p = \frac{1000 v_p}{\pi D} .$$

6. Уточняют частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка, т.е принимают фактически имеющуюся частоту вращения шпинделя, близкую к расчетной.

$$n_\phi \leq n_p$$

7. По принятой частоте вращения определяют действительную скорость резания, v м/мин

$$v = \frac{\pi D n_\phi}{1000}$$

8. Проверяют выбранный режим резания по мощности на шпинделе станка. Если условие ($N_p \leq N_{шн}$) не выполнено, то режим подлежит корректировке путем уменьшения скорости резания

$$N_p \leq N_{шн} = N_{э}\eta \text{ кВт},$$

где $N_{э}$ — мощность электродвигателя главного двигателя; η — КПД привода станка (см. паспортные данные сверлильных станков)

Мощность резания, N_p кВт, определяют по формуле:

$$N_p = \frac{M_{кр}n_{ф}}{9750},$$

где $M_{кр}$ — вращающий момент, Н м

Вращающий момент, Н м и осевую силу P_0 , Н, при сверлении рассчитывают по формулам:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p ,$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p ,$$

при рассверливании и зенкерования:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p ,$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p ,$$

Значение коэффициентов C_m и C_p и показателей степеней q, y приведены в прил. В.25. Коэффициент K_p , учитывающий условия обработки, в данном случае зависит от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением $K_p = K_{\mu p}$ (прил. В.26).

при развертывании:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot Dz}{2 \cdot 100},$$

где s_z - подача, мм на один зуб инструмента, равная s/z , s – подача, мм/об, z - число зубьев развертки. Значения коэффициентов и показателей степени приведены в прил. В.12.

9. Проверяют режим резания по прочности механизма подачи

$$P_o \leq P_{o \text{ доп}},$$

где $P_{o \text{ доп}}$ — максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом станка (берется из паспорта станка). Если условие ($P_o \leq P_{o \text{ доп}}$) не выполняется, то режим подлежит корректировке путем уменьшения подачи.

10. Вычисляют основное машинное время, мин

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{n_\phi S_\phi},$$

где, l — величина врезания, мм. При нормальной заточке $l_1 = 0,3D$ при двойной заточке $l_1 = 0,4D$; — глубина сверления, мм; $l_2 = (3...5)S_\phi$ — перебеги инструмента. При обработке глухих отверстий $l_2 = 0$

2.8.3 Фрезерование

Расчет режимов резания при фрезеровании осуществляется в следующем порядке:

1. Выбирают тип применяемой фрезы исходя из характера обработки. Для обработки плоскостей применяют цилиндрические и торцовые фрезы; фасонных поверхностей - фасонные фрезы; шпоночных пазов - шпоночные и дисковые и т. д. В прил. Д.6.-Д.11 приведены данные о некоторых наиболее распространенных фрезях.

2. Определяют глубину резания. Если нет ограничений со стороны требуемой шероховатости обработанной поверхности, то глубина резания равна припуску на обработку $t = h$. В случае если необходимо выдержать шероховатость обработанной поверхности $R_a = 0,4...6,3$ мкм, фрезерование проводят за две операции (прохода) - черновую и чистовую. При чистовом фрезеровании глубина резания составляет 1...3 мм. Можно принять $t = 1,5$ мм. Остальной припуск снимают при черновом фрезеровании.

3. Выбирают диаметр фрезы, в зависимости от ширины фрезеруемой поверхности B и глубины фрезерования t по прил. Д.12.

4. Определяют марку материала режущей части (прил. Д.13 и Д.14.) и

геометрические параметры фрезы. У фрез из быстрорежущей стали величина главного переднего угла $\gamma = 5... 10^\circ$ и заднего угла $\alpha = 12...20^\circ$. У фрез, оснащенных пластинками твердых сплавов, передний угол отрицательный $\gamma = -10^\circ$ при обработке стали и $\gamma = 0$ при обработке чугуна, главный задний угол $\alpha = 15...20^\circ$

6. Назначают подачу на зуб фрезы, мм. Величина подач на зуб при черновом фрезеровании торцовыми, цилиндрическими и дисковыми фрезами с пластинами из твердого сплава даны в прил. В.27, из быстрорежущей стали - в прил. В.28. Величина подач на оборот фрезы, мм/об, при чистовом фрезеровании плоскостей и уступов торцовыми, дисковыми и цилиндрическими фрезами приведены в прил. В.29. Значения подач на зуб при фрезеровании стальных заготовок шпоночными фрезами из быстрорежущей стали приведены в прил.В.30.

Между подачей на зуб фрезы, на оборот фрезы, минутной подачей имеется следующая связь:

$$S_m = S \cdot n = S_z \cdot z \cdot n$$

где S_m — минутная подача, мм/мин; n — частота вращения фрезы, мин⁻¹; S — подача на оборот фрезы, мм/об; S_z — подача на зуб фрезы, мм/зуб; z — число зубьев фрезы.

7. Вычисляют скорость резания (окружная скорость фрезы, v_p м/мин), допустимая режущими свойствами фрезы:

$$v_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени приведены в прил. В.31, а период стойкости T - в прил. В.32. Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

где K_{mv} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала (прил. В.8, В.9); K_{nv} — коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (прил. В.10); K_{uv} — коэффициент, учитывающий материал инструмента (прил. В.11).

8. Определяют расчетную частоту вращения фрезы, мин^{-1}

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D}$$

9. Выбирают ближайшее меньшее фактическое значение частоты вращения фрезы по паспортным данным.

$$n_{\phi} \leq n_p$$

10. Вычисляют фактическую скорость резания, м/мин

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000},$$

11. Определяют расчетную минутную подачу с учетом фактической частоты вращения шпинделя

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{\phi}.$$

12. Выбирают фактическую подачу, $S_{M\phi}$ по паспортным данным станка

$$S_{M\phi} \leq S_M$$

13. Определяют фактическую подачу на зуб фрезы, мм

$$S_{z\phi} = \frac{S_{M\phi}}{z n_M},$$

где z — число зубьев фрезы

14. Вычисляют силу резания P_z , Н. Главная составляющая силы резания при фрезеровании - окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x S_z^y \cdot B^n}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}.$$

Значения коэффициента C_p и показателей степени приведены в прил. В.32, поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала K_{mp} для стали и чугуна - в прил. В.13.

15. Проверяют выбранный режим по мощности станка

$$N = \frac{P_z}{60 \cdot 1020} \leq N_{\text{шп}} = N_3 \cdot \eta,$$

где N — мощность резания, кВт; $N_{\text{шп}}$ — мощность на шпинделе станка, кВт; η — КПД станка ($\eta = 0,7 \dots 0,8$, см. паспортные данные).

16. Проверяют выбранный режим по прочности механизма продольной подачи при симметричном торцовом фрезеровании

$$P_{\text{под}} \approx 0,4 \cdot P_z \leq P_x \text{ доп.}$$

где $P_{\text{под}}$ - усилие продольной подачи, Н; $P_{\text{под}}$ - максимальное усилие, допускаемое механизмом продольной подачи станка (выбирают из паспортных данных)

17. Вычисляют основное (машинное) время при фрезеровании, мин

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{S_m}$$

где l - длина фрезеруемой поверхности, мм; l_1 - величина врезания, мм; l_2 - величина перебега; $l_2 = 2 \dots 6$ мм.

Величина врезания при фрезеровании цилиндрическими фрезами

$$l_1 = \sqrt{t(D - t)} .$$

Величина врезания при фрезеровании торцовыми фрезами

$$l_1 = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - B^2} \right) ,$$

где D - диаметр фрезы, мм; t - глубина резания, мм; B - ширина обрабатываемой детали (фрезерования)

2.8.3 Протягивание

Режимы резания при протягивании вычисляют в следующем порядке:

1. Выбирают припуск под протягивание (на диаметр) цилиндрических отверстий (прил. Б.10). и подачу на зуб S_z (прил. В.34).

2. Вычисляют скорость резания v , допускаемую режущими свойствами протяжек, м/мин

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot S_z^y}$$

где C_v — коэффициент, характеризующий условия обработки (прил. В.35); T - период стойкости протяжки, мин ($T=100\dots 600$ мин); S_z — подача на зуб, мм; m, y — показатели степени.

Отдельные справочные материалы по назначению скорости резания при протягивании приведены в прил. Б.36 и Б.37.

3. Определяют стойкость протяжки по назначенной скорости резания, мин

$$T = \sqrt[m]{\frac{C_v}{v S_z^y}}$$

4. Проверяют режим протягивания

$$P_z \leq P_T$$

$$N_p \leq N_3 \cdot \eta$$

где P_z - главная составляющая силы резания, Н; P_T - тяговая сила станка, Н (из паспортных данных); N_3 - мощность электродвигателя главного привода, кВт; η -КПД станка. $\eta = 0,8$.

Главная составляющая силы резания: при работе шпоночными и шлицевыми протяжками:

$$P_z = 10 \cdot C_p' \cdot S_z^y \cdot b \cdot Z_{max} \cdot n \cdot K_n \cdot K_{жс} \cdot K_\alpha \cdot K_\gamma$$

при работе круглыми протяжками

$$P_z = 10 \cdot C_p'' \cdot S_z^y \cdot b \cdot Z_{max} \cdot n \cdot K_n \cdot K_{жс} \cdot K_\alpha \cdot K_\gamma$$

где C_p' , C_p'' коэффициенты, характеризующие материал заготовки и протяжки; S_z - подача на зуб, мм; b - ширина шпонки или шлица, мм; Z_{max} — максимальное число одновременно работающих зубьев протяжки; D — диаметр отверстия заготовки, мм; n — число шлицевых или шпоночных пазов; y — показатель степени; $K_n K_{жс} K_\alpha K_\gamma$ - коэффициенты, характеризующие влияние соответственно износа зуба протяжки, смазочно-охлаждающей жидкости, величин заднего и переднего углов на силу P_z .

Коэффициенты и показатели степени в формулах для определения сил резания P_z приведены в прил. В.38. В приложениях В.39 - В.42 даны поправочные коэффициенты на износ зубьев, вид смазки, на задний и передний углы.

5. Вычисляют мощность резания при протягивании:

$$N_p = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н; v -скорость резания. м/мин.

6. Определяют основное (машинное) время при протягивании, мин

$$T_0 = \frac{L_{px}}{100 \cdot v} \cdot K$$

где L_{px} - длина рабочего хода, мм; K - коэффициент, учитывающий обратный ход протяжки; v -скорость резания (скорость рабочего хода), м/мин.

Длина рабочего хода протяжки L_{px} (мм)

$$L_{px} = l_{заг} + l_{п} + l_{доп},$$

где $l_{заг}$ - длина протягиваемого отверстия, мм; $l_{п}$ - длина протяжки, мм.

$$l_{п} = L - l',$$

где L - общая длина протяжки, мм; l' - длина протяжки от торца хвостовика до первого зуба, мм; $l_{доп}$ - перебег, мм ($l_{доп}=30...50$ мм).

$$K = 1 + \frac{v}{v_{ох}}$$

где v - скорость резания (скорость рабочего хода), м/мин; $v_{ох}$ – скорость обратного хода, м/мин (из паспортных данных протяжного станка).

2.8.4 Зубофрезерование

1. Выбирают фрезу. Червячные фрезы изготовляют пяти классов точности (АА, А, В, С, Д). Фреза класса АА предназначена для изготовления колес 7-й степени точности, а классов А, В, С, Д соответственно 8, 9, 10 и 11-й степени.

Передние и задние углы фрез: $\gamma = 5...7^\circ$ у фрез для предварительного нарезания зубьев; $\gamma = 0$ у чистовых фрез; $\alpha_{\text{в}} = 10... 12^\circ$ задний угол на вершине зубьев; $\alpha_{\text{б}} = 3...4^\circ$ боковой задний угол.

Фрезы червячные однозаходные для цилиндрических зубчатых колес представлены в прил.Д.15

Примерная группировка вертикальных зубофрезерных станков по жесткости приведена в прил. Г.10

2. Выбирают глубину резания. Если из-за недостаточной мощности и жесткости станка приходится производить нарезание за два черновых рабочих хода (прохода), глубину фрезерования принимают при первом проходе $t_1' \approx 1,4 \cdot m$, при втором $t_1'' \approx 1,7 \cdot m$.

Чистовая обработка должна обеспечить требуемую точность и шероховатость поверхности. Глубина резания t_2 при чистовой обработке зависит от диаметра нарезаемого колеса (прил.Б.11), $t_2 \approx (0,1...0,17) \cdot m$.

3. Определяют расчетную подачу S_p . Табличную подачу S_T (мм/об) выбирают по прил. В.43 и В.44 с учетом поправочных коэффициентов на твердость обрабатываемого материала K_M и угла наклона зубьев K_β (прил. В.45).

$$S_p = S_T \cdot K_M \cdot K_\beta$$

Полученное расчетное значение подачи уточняют по паспорту зубофрезерного станка и принимают ближайшее меньшее значение $S_\phi \leq S_p$

4. Выбирают стойкость фрезы. Рекомендуемое значение стойкости червячных модульных фрез в зависимости от модуля нарезаемых колес приведены в прил.В.46

5. Определяют скорость резания, м/мин

Скорость резания при черновой обработке определяют по прил. В.47 в зависимости от принятой величины подачи и модуля нарезаемой шестерни, а при чистовой обработке - по прил. В.48 в зависимости от требуемого класса шероховатости поверхности. Выбранную табличную скорость резания корректируют поправочными коэффициентами в зависимости от твердости обрабатываемого материала K_m , угла наклона зубьев фрезы - K_β числа проходов K_i и класса точности фрезы K_T (прил. В.49).

$$v_p = v_T \cdot K_m \cdot K_\beta \cdot K_i \cdot K_T$$

6. Вычисляют расчетную частоту вращения фрезы, мин⁻¹

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D}$$

7. По паспортным данным зубофрезерного станка определяют фактическую частоту вращения

$$n_\phi \leq n_p$$

8. Определяют фактическую скорость резания, м/мин

$$v_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000}$$

9. Вычисляют мощность резания, кВт

$$N_p = \frac{C_N \cdot S_\phi \cdot v_\phi \cdot m^{1,7}}{D_e} \cdot K_N$$

где C_N – постоянный коэффициент ($C_N=0,124$ для стали и $C_N=0,062$ для чугуна); K_N - поправочный коэффициент (прил. В.50).; D_e - наружный диаметр нарезаемого зубчатого колеса, мм.

10. Выбранный режим при черновой обработке проверяют по мощности на шпинделе станка $N_{шп}$

$$N_p \leq N_{шп} = N_\Sigma \cdot \eta,$$

где $N_{\text{э}}$ — мощность электродвигателя станка, кВт; η - КПД станка; $\eta = 0,4 \dots 0,5$

11. Определяют основное (машинное) время при зубофрезеровании червячными фрезами, мин:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot z_k}{n_{\text{ф}} \cdot S_{\text{ф}} \cdot k},$$

где l - длина нарезаемого зуба, мм; l_1 - величина врезания фрезы, мм; l_2 - величина перебега фрезы, принимается 3 мм; z_k - число зубьев нарезаемого колеса; $n_{\text{ф}}$ - частота вращения фрезы, мин^{-1} ; $S_{\text{ф}}$ - подача фрезы на оборот стола, мм/об; k — число заходов фрезы.

Величина врезания фрезы, мм:

$$l_1 = \frac{\sqrt{t \cdot (D - t)}}{\cos \omega} + (2 \dots 3),$$

2.8.5 Шлифование

1. Устанавливают характеристики инструмента.

Инструмент при шлифовании выбирают по данным, приведенным в прил. Д.16 – Д.21. Область применения абразивных материалов приведена в прил. Д.16. Зернистость абразивных материалов прил. Д.17. Применение абразивных кругов различной степени твердости прил. Д.18.. Область применения инструмента на различных связках прил. Д.19. Рекомендуемые номера структур кругов для различных видов шлифования прил. Д.20. Форму и размеры абразивного круга определяют по паспортным данным выбранного шлифовального станка

Характеристики абразивных кругов для черного и чистового шлифования приведены в прил. Д.21.

2. Определяют глубину резания. Глубина резания равна припуску на обработку $t = h$. Припуски (на диаметр) при круговом наружном и внутреннем шлифовании в центрах дано в прил. Б.12. Припуски (на диаметр) при внутреннем шлифовании прил. Б.9. Припуски (на сторону) при плоском шлифовании прил. Б.7.

Если чертежом детали предусмотрен 11-й квалитет точности (или более низкая точность) и шероховатость поверхности $R_z 40—R_a 2,5$ и выше этого, то обработку ведут за одну операцию. При более высоких требованиях к точности и шероховатости поверхности обработку ведут в две операции шлифования — черновую и чистовую.

Припуски на черновое h_1 и чистовое шлифование h_2 определяют по формулам:

$$h_1=2/3h; \quad h_2=2/3h,$$

где h – припуск на сторону, мм.

3. Вычисляют скорость резания при шлифовании, м/с

$$v_{кр} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \cdot 60},$$

где D — диаметр круга, мм; n — частота вращения круга, мин^{-1} . Обе эти величины берут из паспорта станка

4. Определяют частоту вращения обрабатываемой детали, мин^{-1}

$$n_3 = \frac{1000 \cdot v_3}{\pi \cdot d}$$

где v_3 - скорость вращения обрабатываемой детали (прил. В.51), м/мин; d — диаметр обрабатываемой детали, мм

5. Определяют продольную подачу на оборот детали, мм/об

$$S_0 = \frac{S_M}{n_3}$$

где S_M - выбранная продольная подача прил. В.52., мм/мин; n_3 – частота вращения обрабатываемой детали, мин^{-1}

Поперечная подача (глубина резания) абразивного круга (определяется для чернового и чистового шлифования) прил. В.52

Поперечная подача при круглом наружном шлифовании (врезное шлифование) прил. В.53

Уточнение подачи по паспортным данным шлифовального станка (из паспортных данных берут ближайшее значение)

6. Вычисляют мощность резания.

Мощность резания при круглом наружном шлифовании с продольной подачей, кВт

$$N_{\text{рез}} = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot S_0^y \cdot d^q$$

где C_N - постоянный коэффициент; t — глубина резания (поперечная подача), мм; S_0 — продольная подача на оборот детали, мм/об; v_3 — частота вращения детали, м/мин; x, y, r, q — показатели степени.

Значение постоянного коэффициента и показателей степени приведены в прил. В.54.

7. Проверяют режим шлифования по мощности привода шлифовальной бабки

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}} = N_{\text{эл}} \cdot \eta$$

где $N_{\text{рез}}$ - мощность резания, кВт; $N_{\text{шп}}$ — мощность на шпинделе станка, кВт; $N_{\text{эл}}$ - мощность электродвигателя шлифовального станка, кВт; η - КПД станка; $\eta = 0,8$

8. Проверяют режим шлифования по условию бесприжогового шлифования

$$N_{\text{уд.рез}} \leq N_{\text{уд.доп.}}$$

Удельная мощность резания

$$N_{\text{уд.рез.}} = \frac{N_{\text{рез}}}{B}$$

где $N_{\text{рез}}$ - мощность резания, кВт; B - высота абразивного круга, мм.

Допустимое значение удельной мощности резания

$$N_{\text{уд.доп.}} = C_N^\circ \cdot v_n^{0,4}$$

где C_N° - постоянный коэффициент. Для кругов на керамической связке значения C_N° приведены в прил. В.55; v_n частота вращения детали м/мин.

В случае, если режим по мощности не проходит, то следует уменьшить глубину резания t , продольную подачу S_0 , частоту вращения детали v_n .

9. Определяют основное (машинное) время:

Машинное время при круглом наружном и внутреннем шлифовании,
мин

$$T_o = \frac{L \cdot h}{S_m \cdot t} \cdot K,$$

Машинное время при врезном круглом шлифовании, мин

$$T_o = \frac{h}{S_p} \cdot K,$$

где: L — расчетная длина продольного хода стола шлифовального станка, мм (при шлифовании с выходом круга в обе стороны $L = l$ (l - длина обрабатываемого участка детали, мм); при выходе круга в одну сторону $L = l - 0,5 \cdot B$, при шлифовании без выхода круга $L = l - B$ (где B - высота круга, мм); S_m — продольная подача детали, мм/мин; S_p -поперечная подача абразивного круга, мм/мин; h - припуск на обработку детали на сторону, мм; t - глубина резания (поперечная подача), мм; K — коэффициент, учитывающий точность шлифования и износ круга (прил. В.56).

2.9 Определение технической нормы времени

Важным этапом в разработке проекта является установление затрат времени на выполнение технологического процесса изготовления деталей.

Время, затрачиваемое на операцию, называют штучным.

Штучное время $T_{шт}$, мин:

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{об} + T_{лп}$$

где T_o - технологическое (основное) время, мин; T_B - вспомогательное время, мин; $T_{об}$ - время обслуживания рабочего места, мин; $T_{лп}$ - время перерывов в работе на личные потребности, мин.

Технологическое (основное) время T_o - время, затрачиваемое непосредственно на обработку заготовки, т.е. на изменение ее формы, размеров, свойств и т.д. Основное время находят для каждой операции, перехода по формулам, которые приведены выше.

Вспомогательное время T_B - время, затрачиваемое на вспомогательные действия рабочего, непосредственно связанные с основной работой (уста-

новка, закрепление и снятие обрабатываемой заготовки, управление станком, измерение детали). Для учебных целей можно пользоваться соотношением:

$$T_B = (30 \dots 50)\% \cdot T_0$$

Время обслуживания рабочего места T_{OB} - время, затрачиваемое на уход за своим рабочим местом, отнесенное к данной операции. Время обслуживания рабочего места складывается из времени организационного обслуживания (осмотр и опробование оборудования, раскладка и уборка инструмента, смазка, очистка станка) и времени технического обслуживания (регулировка и подналадка станка, смена и подналадка режущего инструмента, правка шлифовальных кругов и т. п.).

Время перерывов в работе на личные потребности $T_{ЛП}$ - время, затрачиваемое на личные потребности и при утомительных работах, на дополнительный отдых.

Сумму основного и вспомогательного времени называют *оперативным* временем $T_{оп}$.

Оперативное время является основной составляющей штучного времени. Время на обслуживание рабочего места и время перерывов в работе обычно берется в процентах от оперативного времени (коэффициенты K_1 и K_2). В зависимости от характера обработки и масштаба производства время обслуживания рабочего места составляет $K_1 = 3 \dots 8\%$, а время перерывов $K_2 = 4 \dots 9\%$ от оперативного времени:

$$T_{ЛП} = (T_0 + T_B) \cdot \left(1 + \frac{K_1 + K_2}{100}\right)$$

Допустимо для расчетов принять $K_1 + K_2 = 10\%$.

Расчет основного времени, определение штучного и штучно-калькуляционного времени подробно проводится на те операции, для которых рассчитывались режимы резания. Для остальных операций проводится укрупненное нормирование. Расчет основного (машинного времени) можно производить по соответствующим формулам работ выше.

Все остальные нормы времени — вспомогательное время, подготовительно-заключительное время, время на техническое, организационное обслуживание, отдых и естественные надобности можно принимать по общемашиностроительным нормативам.

Все данные по нормам времени заносятся в таблицу:

Нормы времени

№ операции	№ перехода	Норма времени, мин				
		T _о	T _в	T _{об}	T _{лп}	T _{шт}
020	2	1,1	0,55	0,12	0,16	3,26
...

3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ

Разработанный технологический процесс механической обработки детали оформляют на листе формата А1 (841×594).

В левой половине листа помещают карту технологического процесса (КТП) на обработку детали, а в правой половине — 3...4 карты эскизов (КЭ) на 3...4 операции или 3...4 операционные карты (ОК). Заполненные формы КТП, КЭ, ОК приведены в приложениях.

В карту технологического процесса записывают все операции технологического процесса, включая термическую обработку и окончательный контроль. Расшифровка символов технологических карт приведена в прилож. А

Наименование операции определяется типом станка независимо от характера выполняемой работы. Например, токарно-винторезная, токарно-револьверная, токарно-карусельная, автоматная токарная, горизонтально-фрезерная, вертикально-фрезерная, координатно сверлильная, фрезерно-центровальная, поперечно-строгальная, долбежная, круглошлифовальная, плоскошлифовальная, резьбошлифовальная и т.д. Операции обработки на

автоматических линиях называются автоматно-линейными, а на агрегатных станках — агрегатными. Обработка на станках с ЧПУ записывается так: токарная с ЧПУ, шлифовальная с ЧПУ и т. д. Допускается использовать сокращенную форму записи операций: токарная, сверлильная, фрезерная, строгальная, протяжная, шлифовальная, отделочная (хонинговальные, суперфинишные, доводочные, полировальные станки), зубообрабатывающие (зубофрезерные, зубострогальные, зубошлифовальные и др.) и т.д.

Наименование слесарных операций: слесарная, гибка, зенковка, керновка, нарезка, отрезка, опиловочная, полирование, правка, разметка, разрезка, развертывание, сверлильная, шабровка и др. Наименование сборочных операций: сборка, балансировка, запрессовывание, клепка, склеивание, стопорение, центровка, штифтование, шплинтование, разборка и др.

Любая операция термической (химико-термической) обработки называется «термическая (химико-термическая)» с пояснением в скобках сущности и режима операции.

Нумерация основных и вспомогательных переходов должна быть сквозной, последовательной в пределах одной операции. Переходы записывают кратко, в повелительном наклонении неопределенной формы. Примеры полной и сокращенной записи содержания переходов при обработке резанием приведены в табл. Е.2.

Вспомогательные переходы записывают так: «Установить, закрепить и снять заготовку»; «Переустановить, закрепить и снять заготовку».

Вспомогательные переходы допускается не записывать:

- при маршрутном описании технологических операций;
- при операционном описании и применении карты эскизов (КЭ) и соответствующих операционных карт (ОК), когда существует графическое изображение обрабатываемой заготовки с указанием условных обозначений применения баз и опор.

Число эскизов на каждую операцию должно соответствовать числу установок заготовки. При обработке заготовки на многопозиционном станке

эскизы дают для всех позиций (кроме установочной). Обрабатываемые поверхности следует выделять цветным карандашом.

Графическое обозначение опор, зажимов, установочных устройств и схем выполнения установок приведены ранее (см. приложение А или ГОСТ 3.1128-93 ЕСТД).

Наименование станка приводят полностью с указанием модели, например: вертикально-сверлильный 2Н135А.

Наименование режущих, вспомогательных и измерительных инструментов дают полностью, приводят обозначение по ГОСТу и номер ГОСТа. Для шлифовальных кругов дают обозначение формы, размеров круга, его характеристики и номер ГОСТА. Примеры обозначений даны в приложениях А.

Число одновременно применяемых единиц технологической оснастки следует указывать после кода (обозначения) оснастки, заключая в скобки.

Например, АБВГ ХХХХХХХ.ХХХ (2) Фреза дисковая.

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу по дисциплине «Основы технологии производства и ремонта Т и ТТМО»

Студент _____ Группа _____

Разработать технологический процесс механической обработки детали _____ при годовом выпуске деталей _____ шт.

1.Спроектировать заготовку. Вычертить заготовку (с указанием размеров, допусков, марки материала и др.).

2.Спроектировать технологический процесс механической обработки детали. Разработать карту технологического процесса и карты эскизов.

3.Для операций (для трех выбранных) рассчитать режимы резания, необходимую мощность и все элементы норм времени, установить разряды работ.

4.Составить пояснительную записку к проекту.

4.1.Характеристика детали (название, назначение, название и марка машины, в которую входит деталь, марка материала, твердость, данные по точности и шероховатости поверхности, характеристика условий работы).

4.2.Характеристика производства (объем годового выпуска, такт выпуска, тип производства).

4.3.Расчеты по проектированию заготовки.

4.4.Обоснование принятых методов обработки, выбора оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента в зависимости от конструкции и размеров детали, масштабов производства и других факторов.

4.5.Расчет режимов резания и норм времени для операций указанных в п.3.

4.6.Содержание, список использованной литературы.

5. Графическое оформление проекта предусматривает выполнение двух листов формата А1 со следующей примерной разбивкой:

чертежи детали и заготовки — 1 лист;

карты технологического процесса механической обработки детали (с картами эскизов) — 1 лист;

Консультант:

«___» _____ 20__ г.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Чувашский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ)

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К КУРСОВОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ « ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА Т И ТТМО»

Студент _____
(фамилия и инициалы)

Факультет _____

Группа _____

Консультант _____
(фамилия и инициалы)

ЧЕБОКСАРЫ 20__

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ГОСТ 3.1404-86 Форма 1

Дубл.																						
Взам.																						
Подл.																						
																	9	1				
Разраб.	Иванов И.И.			21.03.21		Чувашский ГАУ																
Пров.	Семенов А.В			25.03.21		Кафедра ТС									ЧГАУ 50141.00016							
																	Вал					
Н. Контр.																						
M01	Круг В 58 ГОСТ 2590 / 35-а-2 ГОСТ 1050-74																					
	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код заготовки		Профиль и размеры			КД	МЗ								
M02			КГ	5	1	8	0,63	Прокат		58x360			1	8								
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код. наименование операции																	
Б	Код. наименование оборудования						Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К _{шт}	Т _{по}	Т _{шт}						
Р							ПИ	D или B		L	t	i	s		n	V						
A03	005 Фрезерно-центровальная						ИН 105.035.0081-84															
Б 04	2Г942 Фрезерно-центровальная						3		1		1		1		15		1,62					
О 05	1. Установить, закрепить и снять деталь																					
Т 06	Зажимное устройство с призмами																					
О 07	2. Фрезеровать торцы, выдерживая размер 356 мм, одновременно																					
Т 08	Оправка при станке; фреза 2214-0276 ГОСТ 22085-76; линейка 500 ГОСТ 427-75																					
Р09							100		70		25		1		0,4		356		112,4			
О10	3. Центровать торцы, выдерживая размеры $\varnothing 6,3^{+0,3}$; $6,98^{+0,12}$																					
Т 11	Втулка при станке; сверло 2317-0008 ГОСТ 14952-75; шаблон 60° 035-8371- 4128																					
Р12							10,6		14		5,3		1		0,05		465		15			
A13	010 Программная токарная с ЧПУ																					
Б14	16К20Т1 Токарный станок с ЧПУ						3											19,3		6,55		
015	1. Установить, закрепить и снять деталь																					
КТП																						

ПРИЛОЖЕНИЕ А
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Приложение А.1.

Химический состав некоторых сталей

Сталь	С, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %	Ni, %	Cr, %
				не более			
45	0,40-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,045	0,045	0,30	0,30
40Х	0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,035	0,035	0,30	0,8-1,1
65Г	0,62-0,70	0,17-0,37	0,90-1,20	0,035	0,035	0,25	0,25
У8	0,76-0,83	0,17-0,37	0,17-0,33	0,028	0,030	0,25	0,20
ХВГ	0,90-1,05	0,10-0,40	0,80-1,10	0,030	0,030	0,35	0,90-1,20

Приложение А.2.

Механические свойства некоторых сталей

Сталь	σ , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	A_M , Дж/см ²
	не менее				
45	360	610	16	40	50
40Х	800	1000	12	35	60
65Г	800	1000	8	30	25
У8	490	1420	10	37	30
20Х13	200	400	20	45	40
60С2	1200	1300	6	25	20
70С3А	1600	1800	6	25	20
50ХГА	1200	1300	6	25	20
50ХФА	1100	1300	8	35	30

Приложение А.3. Зависимость типа производства от объема выпуска и массы детали

Тип производства	Годовое количество деталей одного наименования и типоразмера, шт			
	Легких до 20 кг	Средних до 2000 кг	Тяжелых до 30000 кг	Особо тяжелых свыше 30000 кг
Единичное	До 1000	До 20	До 5	До 3
Мелкосерийное	1000-5000	20-500	5-100	3-10
Серийное	5000-10000	500-1000	100-300	10-50
Крупносерийное	10000-100000	1000-5000	300— 1000	--
Массовое	Свыше 100000	Свыше 5000	Свыше 1000	--

Приложение А.4. Значение плотности ρ некоторых материалов

Материал	Плотность, г/см ³
Сталь	7,85
Чугун	7,3
Алюминиевые сплавы	2,65
Бронза	8,47...8,76
Текстолит	1,3...1,4
Латунь	8,4...8,5
Фторопласт	2,20
пластик	1,23...1,3

**Приложение А.5. Шероховатость поверхности и экономическая точность
при различных методах обработки резания**

Метод обработки	Шероховатость поверхности	Точность
Точение		
обдирочное	R_z 320...40	11
чистовое	R_z 20... R_a 125	9...10
тонкое	R_a 0,63	6...8
Стругание		
обдирочное	R_z 320...40	12...13
чистовое	R_z 20... R_a 1,25	11...13
тонкое	R_a 1,25...0,63	9...10
Фрезерование		
обдирочное	R_z 80...40	12...13
чистовое	R_z 20...2,5	11
тонкое	R_a 1,25...0,63	9...10
Сверление	R_z 80...20	13...11
Зенкерование	R_z 40... R_a 2,5	13...11
Развертывание		
черновое	R_z 20... R_a 2,5	9...10
чистовое	R_a 2,5...0,63	6...8
тонкое	R_a 0,63...0,32	8...6 (6...5)
Протягивание	R_a 2,5...0,16	10...6 (5...6)
Шлифование круглое и плоское		
обдирочное	R_z 40... R_a 2,5	11
чистовое	R_a 1,25...0,63	9...10
тонкое	R_a 0,32...0,16	10...(5,6)
Притирка	R_a 1,25...0,01	8...5
Хонингование	R_a 0,32...0,02	8...5
Суперфиниш	R_a 0,32...0,01	
Полирование	R_a 1,25...0,04	

**Приложение А.6. Типовые методы обработки валов в зависимости от
точности**

Квалитеты ИСО	Способ обработки
14...12	Однократное точение
11...9	Черновое и чистовое точение
9...6	Черновое точение, чистовое точение, однократное шлифование
6...5	Черновое точение, чистовое точение, предварительное и окончательно шлифование

Приложение А.7. Типовые методы обработки неглубоких отверстий в зависимости от точности

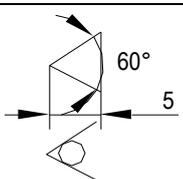
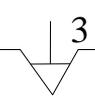
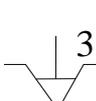
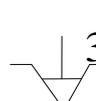
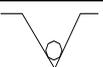
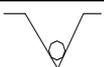
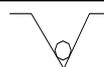
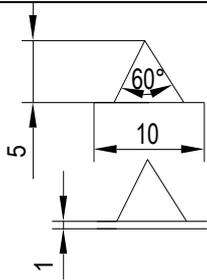
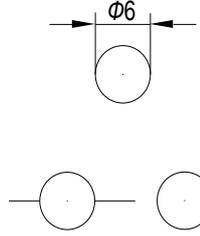
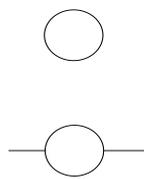
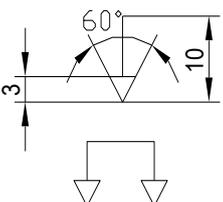
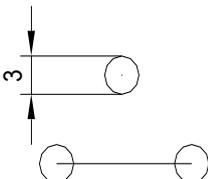
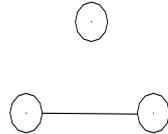
Квалитеты ИСО	Отверстия в сплошном материале	Отверстия прошитые или отлитые
12...13	Сверление без кондуктора	Грубая расточка
11	Сверление по кондуктору Сверление и зенкерование (расточка)	Одна или две расточки
9... 10	Сверление и развертывание. Сверление, расточка (зенкерование) и развертывание Сверление и две расточки Сверление, зенкерование и шлифование Сверление и протягивание	Две расточки и развертывание Две расточки и шлифование Расточка и протягивание
6...8	Сверление и одно- или двукратное развертывание Сверление, зенкерование и одно- или двукратное развертывание Сверление и протягивание Сверление, зенкерование и шлифование	Две расточки и одно- или двукратное развертывание Три расточки Две расточки и протягивание Две расточки и шлифование
5...6	Завершающая операция хонинговальная, суперфинишная	

Примечание. При высоких требованиях к классу шероховатости поверхности вводится отделочная операция (суперфинишная, притирочная, полировальная)

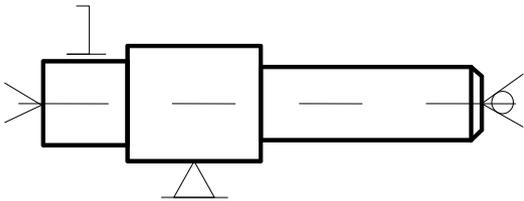
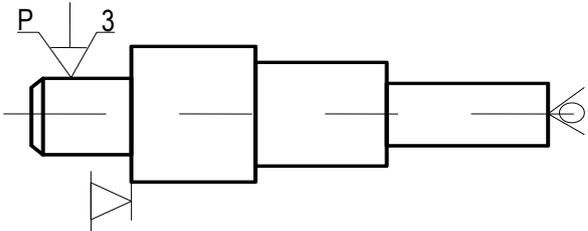
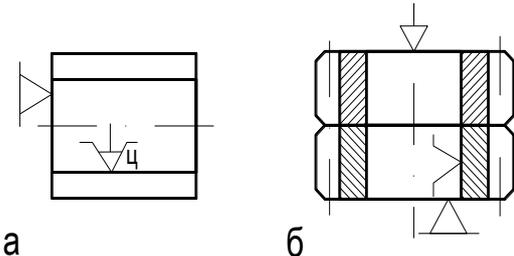
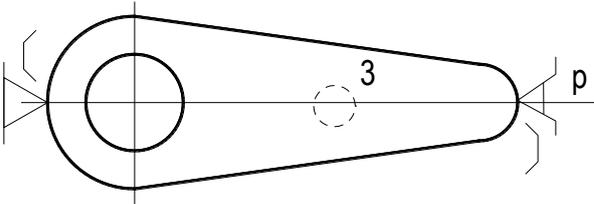
Приложение А.8 Размеры центровых отверстий

Диаметр заготовки, мм	Размеры отверстия, мм			
	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>L</i>	<i>l</i>
5...8	2,5	1,0	2,5	1,2
8...12	4,0	1,5	4,0	1,8
12...20	5,0	2,0	5,0	2,4
20...30	6,0	2,5	6,0	3,0
30...50	7,5	3,0	7,5	3,6
50...80	10	4,0	10	4,8
80...120	12,5	5,0	12,5	6,0
120...180	15,0	6,0	15	7,2
180...300	20,0	8,0	20	9,6
Св. 300	30	12	30	14

Приложение А.9 Графические обозначения опор, зажимов и установочных устройств.

Наименование	Обозначение на видах		
	Спереди	Сверху	Снизу
<p>Центры:</p> <p>Неподвижный</p> <p>Вращающийся</p> <p>Плавающий</p>		<p>Без обозначения</p>	<p>Без обозначения</p>
<p>Патроны двух-, трех- четырехкулачковые (указывается количество кулачков цифрой)</p>			
<p>Патроны поводковые</p>			
<p>Патроны и оправки шариковые</p>			
<p>Оправка цилиндрическая</p>			
<p>Оправка коническая</p>			
<p>Оправка цанговая</p>			
<p>Опоры и люнеты:</p> <p>неподвижные</p> <p>подвижные</p>			
<p>Зажимы:</p> <p>одиночный</p> <p>двойной</p>			

Приложение А.10 Примеры выполнения схем установок деталей.

Описание способа установки.	Схема обозначения
<p>С неподжным и вращающимся центрами, в поводковом патроне и в неподжном люнете.</p>	 <p>The diagram shows a cylindrical workpiece held between two centers. The left center is shown with a vertical line and a triangle, indicating it is a sliding center. The right center is shown with a vertical line and a triangle, indicating it is a rotating center. The workpiece is supported by a fixture.</p>
<p>В трехлапчатом патроне с пневматическим зажимом и вращающемся центре с упором в бурт.</p>	 <p>The diagram shows a cylindrical workpiece held in a three-jaw chuck. The chuck is labeled with 'P' and '3', indicating pneumatic clamping. The workpiece is supported by a rotating center, which is shown with a vertical line and a triangle. The workpiece has a shoulder (бурт) that is supported by the center.</p>
<p>На оправках: а- цанговый с упором в торец; б- цилиндрической с упором в торец и гидравлическим зажимом.</p>	 <p>The diagram shows two schematic diagrams of workpieces on fixtures. Diagram 'а' shows a workpiece held in a fixture with a vertical line and a triangle, indicating a sliding center. Diagram 'б' shows a workpiece held in a fixture with a vertical line and a triangle, indicating a rotating center. The workpiece has a shoulder (бурт) that is supported by the center.</p>
<p>В тисках с призматическими губками и пневматическим зажимом с опорой на плоскость (3 неподжные опоры).</p>	 <p>The diagram shows a workpiece held in a vise. The workpiece is supported by three fixed supports (3 неподжные опоры). The workpiece has a shoulder (бурт) that is supported by the center. The workpiece is labeled with '3' and 'р', indicating pneumatic clamping.</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
ТАБЛИЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРИПУСКОВ

Приложение Б.1 - Припуски на диаметр (мм) на механическую обработку валов

Номинальный диаметр, мм	Обработка поверхности	Длина вала, мм			
		До 120	Свыше 120 до 260	Свыше 260 до 500	Свыше 500 до 800
Точение проката повышенной точности					
До 30	Черновая однократная	$\frac{1,2}{1,1}$	$\frac{1,2}{-}$	-	-
	Чистовая	$\frac{0,25}{0,25}$	$\frac{0,30}{-}$	-	-
	Тонкая	$\frac{0,12}{0,14}$	$\frac{0,15}{-}$	-	-
Свыше 30 до 50	Черновая однократная	$\frac{1,2}{1,1}$	$\frac{1,5}{1,4}$	$\frac{2,2}{-}$	-
	Чистовая	$\frac{0,30}{0,25}$	$\frac{0,30}{0,25}$	$\frac{0,35}{-}$	-
	Тонкая	$\frac{0,15}{0,12}$	$\frac{0,16}{13}$	$\frac{0,20}{-}$	-
Свыше 50 до 80	Черновая и однократная	$\frac{1,5}{1,1}$	$\frac{1,7}{1,5}$	$\frac{2,3}{2,1}$	$\frac{3,1}{-}$
	Чистовая	$\frac{0,25}{0,20}$	$\frac{0,30}{0,20}$	$\frac{0,30}{0,30}$	$\frac{0,40}{-}$
	Тонкая	$\frac{0,14}{0,12}$	$\frac{0,15}{0,13}$	$\frac{0,17}{0,16}$	$\frac{0,23}{-}$
Свыше 80 до 120	Черновая и однократная	$\frac{1,6}{1,2}$	$\frac{1,7}{1,3}$	$\frac{2,0}{1,7}$	$\frac{2,5}{2,3}$
	Чистовая	$\frac{0,25}{0,25}$	$\frac{0,30}{0,25}$	$\frac{0,30}{0,30}$	$\frac{0,30}{0,30}$
	Тонкая	$\frac{0,14}{0,13}$	$\frac{0,15}{0,13}$	$\frac{0,16}{0,15}$	$\frac{0,17}{0,17}$
Точение проката обычной точности					
До 30	Черновая и однократная	$\frac{1,3}{1,1}$	$\frac{1,7}{-}$	-	-
	Получистовая	$\frac{0,45}{0,45}$	$\frac{0,50}{-}$	-	-
	Чистовая	$\frac{0,25}{0,20}$	$\frac{0,25}{-}$	-	-
Свыше 30 до 50	Черновая и однократная	$\frac{1,3}{1,1}$	$\frac{1,6}{1,4}$	$\frac{2,2}{-}$	-
	Получистовая	$\frac{0,45}{0,45}$	$\frac{0,45}{0,45}$	$\frac{0,50}{-}$	-
	Чистовая	$\frac{0,25}{0,20}$	$\frac{0,25}{0,25}$	$\frac{0,30}{-}$	-
Тонкая		$\frac{0,13}{0,12}$	$\frac{0,14}{0,12}$	$\frac{0,16}{-}$	-

Номинальный диаметр, мм	Обработка поверхности	Длина вала, мм				
		До 120	Свыше 120 до 260	Свыше 260 до 500	Свыше 500 до 800	
Свыше 50 до 80	Черновая однократная	<u>1,5</u>	<u>1,7</u>	<u>2,3</u>	<u>3,1</u>	
		<u>1,1</u>	<u>1,5</u>	<u>2,1</u>	<u>—</u>	
	Получистовая	<u>0,45</u>	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>	<u>0,55</u>	
		<u>0,45</u>	<u>0,45</u>	<u>0,50</u>	<u>—</u>	
	Чистовая	<u>0,25</u>	<u>0,30</u>	<u>0,30</u>	<u>0,35</u>	
		<u>0,20</u>	<u>0,25</u>	<u>0,30</u>	<u>—</u>	
	Тонкая	<u>0,13</u>	<u>0,14</u>	<u>0,18</u>	<u>0,20</u>	
		<u>0,12</u>	<u>0,13</u>	<u>0,16</u>	<u>—</u>	
	Свыше 80 до 120	Черновая и однократная	<u>1,8</u>	<u>1,9</u>	<u>2,1</u>	<u>2,6</u>
			<u>1,2</u>	<u>1,5</u>	<u>1,7</u>	<u>2,3</u>
		Получистовая	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>
			<u>0,45</u>	<u>0,45</u>	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>
Чистовая		<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,30</u>	<u>0,30</u>	
		<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,30</u>	
Тонкая		<u>0,15</u>	<u>0,15</u>	<u>0,16</u>	<u>0,18</u>	
		<u>0,12</u>	<u>0,13</u>	<u>0,14</u>	<u>0,17</u>	
Свыше 120 до 180		Черновая и однократная	<u>2,0</u>	<u>2,1</u>	<u>2,3</u>	<u>2,7</u>
			<u>1,3</u>	<u>1,4</u>	<u>1,8</u>	<u>2,3</u>
		Получистовая	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>
			<u>0,45</u>	<u>0,45</u>	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>
	Чистовая	<u>0,30</u>	<u>0,30</u>	<u>0,30</u>	<u>0,30</u>	
		<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,30</u>	
	Тонкая	<u>0,16</u>	<u>0,16</u>	<u>0,17</u>	<u>0,18</u>	
		<u>0,13</u>	<u>0,13</u>	<u>0,15</u>	<u>0,17</u>	
	Свыше 180 до 260	Черновая и однократная	<u>2,3</u>	<u>2,4</u>	<u>2,6</u>	<u>2,9</u>
			<u>1,4</u>	<u>1,5</u>	<u>1,8</u>	<u>2,4</u>
		Получистовая	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>	<u>0,55</u>
			<u>0,45</u>	<u>0,45</u>	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>
Чистовая		<u>0,30</u>	<u>0,30</u>	<u>0,30</u>	<u>0,30</u>	
		<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,30</u>	
Тонкая		<u>0,17</u>	<u>0,17</u>	<u>0,18</u>	<u>0,19</u>	
		<u>0,13</u>	<u>0,14</u>	<u>0,15</u>	<u>0,17</u>	
Шлифование заготовок						
До 30		Предварительная:				
		после термообработки	0,3	0,60	-	-
		после чистового точения	0,1	0,1	-	-
	Чистовая после предварительного	0,06	0,06	-	-	

	шлифования				
Свыше 30 до 50	Предварительная: после термооб- работки	0,25	0,50	0,85	-
	после чистового точения	0,10	0,10	0,10	-
	Чистовая после предварительного шлифования	0,06	0,06	0,06	-
Свыше 50 до 80	Предварительная: после термооб- работки	0,25	0,40	0,75	1,20
	после чистового точения	0,10	0,10	0,10	0,10
	Чистовая после предварительного шлифования	0,06	0,06	0,06	0,06
Свыше 80 до 120	Предварительная: после термооб- работки	0,20	0,35	0,65	1,00
	после чистового точения	0,10	0,10	0,10	0,10
	Чистовая после предварительного шлифования	0,06	0,06	0,06	0,06
Свыше 120 до 180	Предварительная: после термооб- работки	0,17	0,30	0,55	0,85
	после чистового точения	0,10	0,10	0,10	0,10
	Чистовая после предварительного шлифования	0,06	0,06	0,06	0,06

Примечания.

1. Припуски при точении в числителе указаны при установке заготовки в патроне, в знаменателе – в центрах.
2. Если величина припуска при шлифовании не может быть снята за один проход, то 70% его удаляют на первом и 30% на втором проходе.
3. Величины припусков на обработку конических поверхностей принимать те же, что и на обработку цилиндрических, устанавливая их по наибольшему диаметру.

Приложение Б.2 - Припуски на зенкерование

Диаметр зенкера, мм	15-20	25-30	40-45	50-60	70	80
Припуск на сторону, мм	0,5	0,75	1,0	1,5	1,75	2,0

Приложение Б.3 - Припуски на чистовое подрезание торцов и уступов

Диаметр обрабатываемой заготовки, мм	Припуски (мм) при общей длине детали					
	До 18	Св. 18 До 50	Св.50 До 120	Св.120 До 260	Св.260 До 500	Св.500
До 30	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2
Св.30 до 50	0,5	0,6	0,8	0,8	1,0	1,2
Св.50 до 120	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3
Св.120 до 260	0,7	0,8	1,0	1,0	1,2	1,4
Св.260	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5

Приложение Б.4 - Припуски на чистовое растачивание

Диаметр отверстия, мм	Припуск на диаметр, мм
18-30	0,7
32-50	1,0
50-80	1,2
80-100	1,5
100-200	2,0

Приложение Б.5 - Припуски на развертывание

Вид припуска, мм	Припуски при диаметре отверстия, мм				
	12-18	18-30	30-50	50-75	100
Общий на черновое и чистовоеразвертывание	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
На черновое развертывание	0,10-0,11	0,14	0,18	0,20	0,30
На чистовое развертывание	0,04-0,05	0,06	0,07	0,08-0,10	0,10

Приложение Б.6 -Припуски на тонкое растачивание

Обрабатываемый материал	Припуск на диаметр, мм	
	При диаметре, мм до 100	При диаметре, мм свыше 100
Сталь	0,3	0,4
Чугун и бронза	0,3	0,5
Баббит	0,4	0,6
Легкие сплавы	0,3	0,5

Приложение Б.7 – Припуски при плоском шлифовании

Ширина шлифуемой поверхности, мм, до	Обрабатываемый материал	Длина шлифуемой поверхности, мм		
		До 100	100-500	500-1000
		Припуск на шлифуемую поверхность, мм		
50	незакаленный	0,12-0,15	0,13-0,20	0,17-0,25
	закаленный	0,13-0,20	0,17-0,25	0,20-0,30
120	незакаленный	0,15-0,20	0,18-0,25	0,20-0,30
	закаленный	0,17-0,25	0,20-0,30	0,25-0,35
260	незакаленный		0,20-0,30	0,25-0,35
	закаленный		0,25-0,35	0,30-0,40
400	незакаленный		0,20-0,35	0,25-0,40
	закаленный		0,30-0,45	0,35-0,50

Приложение Б.8 - Припуски (мм) на тонкое (алмазное) растачивание отверстий

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	Обрабатываемый материал	
	Бронза и чугун	сталь
До 30	0,2/0,1	0,2/0,1
Свыше 30 до 50	0,3/0,1	0,2/0,1
“ 50 “ 80	0,3/0,1	0,2/0,1
“ 80 “ 120	0,3/0,1	0,3/0,1
“ 120 “ 180	0,4/0,1	0,3/0,1
“ 180 “ 250	0,4/0,1	0,3/0,1
“ 250 “ 360	0,4/0,1	0,3/0,1
“ 360 “ 400	0,5/0,1	0,4/0,1
“ 400 “ 500	0,5/0,1	0,4/0,1

Примечание. В числителе приведены припуски на предварительную обработку, в знаменателе – на окончательную. В случае применения одного растачивания припуск определяется как сумма припусков на предварительное и окончательное растачивание.

Приложение Б.9 - Припуски на шлифование отверстий, мм (на диаметр)

Диаметр отверстия, Мм	Длина отверстия, мм				
	До 50	Свыше 50 до 100	Свыше 100 до 200	Свыше 200 до 300	Свыше 300 до 500
<i>Предварительное шлифование</i>					
До 10	0,2	-	-	-	-
Свыше 10 до 18	0,2/0,3	0,3/0,4	-	-	-
" 18 " 30	0,2/0,3	0,3/0,4	0,4/0,4	-	-
" 30 " 50	0,3/0,4	0,3/0,4	0,4/0,4	0,4/0,5	-
" 50 " 80	0,3/0,4	0,4/0,5	0,5/0,5	0,4/0,5	-
" 80 " 120	0,5/0,5	0,4/0,5	0,5/0,6	0,6/0,6	0,6/0,7
" 120 " 180	0,6/0,6	0,6/0,6	0,6/0,6	0,6/0,6	0,6/0,7
" 180 " 260	0,6/0,7	0,6/0,7	0,7/0,7	0,7/0,7	0,8/0,8
" 260 " 360	0,6/0,7	0,7/0,8	0,7/0,8	0,8/0,8	0,8/0,9
" 360 " 500	0,8/0,8	0,8/0,8	0,8/0,8	0,9/0,9	0,9/0,9
<i>Окончательное шлифование</i>					
До 10	0,04	-	-	-	-
Свыше 10 до 18	0,05	0,06	-	-	-
" 18 " 30	0,05	0,06	0,06	-	-
" 30 " 50	0,06	0,06	0,06	0,08	-
" 50 " 80	0,06	0,06	0,08	0,08	-
" 80 " 120	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12
" 120 " 180	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12
" 180 " 260	0,12	0,12	0,12	0,12	0,14
" 260 " 360	0,12	0,14	0,14	0,14	0,16
" 360 " 500	0,14	0,14	0,14	0,16	0,18

(в числителе – на детали до термообработки, в знаменателе – после термообработки)

Приложение Б10. Припуск под протягивание на диаметр цилиндрических отверстий (размеры в мм)

Длина протягиваемого отверстия	Припуск после сверления отверстия					Припуск после растачивания или зенкерования отверстия				
	Диаметр протягиваемых отверстий									
	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120
6...10	0,4	0,5	-	-	-	0,2	0,3	-	-	-
10...18	0,5	0,5	0,6	-	-	0,3	0,3	0,4	-	-
18...30	0,6	0,6	0,8	1,0	-	0,4	0,4	0,5	0,6	-
30...50	0,8	0,8	0,8	1,0	1,2	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7
50...80	-	0,8	1,0	1,2	1,2	-	0,5	0,6	0,7	0,7
80...120	-	1,0	1,0	1,2	1,4	-	0,6	0,6	0,7	0,8
120...180	-	-	1,2	1,4	1,4	-	-	0,7	0,8	0,8
Св. 180	-	-	1,2	1,4	1,6	-	-	0,7	0,8	1,0

Примечание.

Допуск на предварительный диаметр отверстия следуй принимать:

- а) после сверления — с полем Н11 для отверстий, длина которых не превышает одного диаметра, с полем Н12 для отверстий большей длины;
- б) после зенкерования или растачивания — соответственно с полями Н8 или Н11

Приложение Б.12. Припуски на чистовое зубофрезерование

Диаметр колеса, мм	100-200	200-500	500-1000
Припуск, мм	0,1m	0,14 m	0,17 m

Приложение .Б.13 Припуски при круглом наружном шлифовании в центрах

Диаметр шлифованная, мм	Материал изделия:	Длина шлифования, мм				
		До трех диаметров	До 100	100 - 400	400 - 800	800 - 1200
		Припуск на диаметр, мм				
10	НЗ	0,15- 0,17	0,15-0,25	0,20-0,30		
	З	0,20 - 0,23	0,20-0,30	0,25-0,35		
18	НЗ	0,20 - 0,23	0,20-0,30	0,20-0,30		
	З	0,25 - 0,30	0,25-0,35	0,30-0,40		
30	НЗ	0,20 - 0,23	0,25-0,35	0,20-0,35	0,25 - 0,40	
	З	0,25 - 0,30	0,25-0,40	0,30-0,45	0,35 - 0,50	
50	НЗ		0,25-0,40	0,25-0,40	0,30 - 0,45	0,40 - 0,55
	З		0,35-0,50	0,40-0,55	0,45 -0,60	0,55 – 0,65
120	НЗ		0,30-0,45	0,30-0,45	0,30 - 0,45	0,40 - 0,55
	З		0,40-0,55	0,45-0,60	0,50 - 0,65	0,60 - 0,75
180	НЗ		0,40-0,55	0,40 - 0,55	0,40 - 0,60	0,40 - 0,65
	З		0,50-0,65	0,55 - 0,70	0,55 - 0,75	0,55 - 0,80
260	НЗ		0,45-0,60	0,45-0,60	0,45 - 0,60	0,45 - 0,60
	З		0,55-0,70	0,60-0,75	0,65 - 0,80	0,70 - 0,85
360	НЗ		0,55-0,70	0,50-0,70	0,50 - 0,70	0,50 - 0,80
	З		0,60-0,80	0,65-0,85	0,70 - 0,85	0,70 -1,00

Приложение Б.14 Припуски при внутреннем шлифовании

Диаметр шлифуемого отверстия, мм, до	Длина шлифуемого отверстия, мм			
	До 25	25-50	50-100	100-150
	Припуск на диаметр отверстия, мм			
30	0,12-0,15	0,15-0,18	0,18-0,22	0,20-0,25
50	0,18-0,22	0,22-0,27	0,25-0,30	0,25-0,30
80	0,20-0,25	0,25-0,30	0,25-0,30	0,35-0,40
120	0,25-0,30	0,25-0,30	0,30-0,35	0,40-0,45

Приложение Б.15. Припуски при плоском шлифовании

Ширина шлифуемой поверхности, мм, до	Обрабатываемый материал (НЗ - закаленный, З - закаленный)	Длина шлифуемой поверхности, мм		
		До 100	100-500	500-1000
		Припуск на шлифуемую поверхность, мм		
50	НЗ	0,12-0,15	0,13-0,20	0,17-0,25
	З	0,13-0,20	0,17-0,25	0,20-0,30
120	НЗ	0,15-0,20	0,18-0,25	0,20-0,30
	З	0,17-0,25	0,20-0,30	0,25-0,35
260	НЗ		0,20-0,30	0,25-0,35
	З		0,25-0,35	0,30-0,40
400	НЗ		0,20-0,35	0,25-0,40
	З		0,30-0,45	0,35-0,50

ПРИЛОЖЕНИЕ В
СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ К РАСЧЕТУ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Приложение В.1 - Подачи при черновом наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали

Диаметр детали, мм	Размер державки резца, мм	Обрабатываемый материал									
		Сталь конструкционная углеродистая, легированная и жаропрочная					Чугун и медные сплавы				
		Подача S , (мм/об), при глубине резания t , мм									
		До 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 8	Св. 8 до 12	Св. 12	До 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 8	Св. 8 до 12	Св. 12
До 20	От 16×25 до 25 × 25	0,3-0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Св. 20 до 40	От 16×25 до 25 × 25	0,4-0,5	0,3-0,4	—	—	—	0,4-0,5	—	—	—	—
» 40 » 60	От 16×25 до 25 × 40	0,5-0,9	0,4-0,8	0,3-0,7	—	—	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	—	—
» 60 » 100	От 16×25 до 25 × 40	0,6-1,2	0,5-1,1	0,5-0,9	0,4-0,8	—	0,8-1,4	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	—
» 100 » 400	От 16×25 до 25 × 40	0,8-1,3	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	—	1,0-1,5	0,8-1,9	0,8-1,1	0,6-0,9	—
» 400 » 500	От 20 × 30 до 40 × 60	1,1-1,4	1,0-1,3	0,7-1,2	0,6-1,2	0,4-1,1	1,3-1,6	1,2-1,5	1,0-1,2	0,8-1,0	0,7-0,9
» 500 » 600	От 20 × 30 до 40 × 60	1,2-1,5	1,0-1,4	0,8-1,3	0,6-1,3	0,4-1,2	1,5-1,8	1,2-1,6	1,0-1,4	0,9-1,2	0,8-1,0
» 600 » 1000	От 25 × 40 до 40 × 60	1,2-1,8	1,1-1,5	0,9-1,4	0,8-1,4	0,7-1,3	1,5-2,0	1,3-1,8	1,0-1,4	1,0-1,3	0,9-1,2

1. Нижние значения подач соответствуют меньшим размерам державки резца и более прочным обрабатываемым материалам, верхние значения подач - большим размерам державки резца и менее прочным обрабатываемым материалам.

2. При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1 мм/об не применять.

3. При обработке прерывистых поверхностей и при работах с ударами табличные значения подач следует уменьшать на коэффициент 0,75-0,85.

4. При обработке закаленных сталей табличные значения подачи уменьшать, умножая на коэффициент 0,8 для стали с HRC 44-56 и на 0,5 для стали с HRC 57- 62.

Приложение В.2 - Подачи при черновом растачивании резцами с пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали

Резец или оправка		Обрабатываемый материал							
Диаметр круглого сечения резца или размеры прямоугольного сечения оправки, мм	Вылет резца и оправки, мм	Сталь конструкционная углеродистая, легированная и жаропрочная				Чугун и медные сплавы			
		Подача S , (мм/об) при глубине резания t , мм							
		2	3	5	8	2	3	5	8
10	50	0,08	-	-	-	0,12-0,16	-	-	-
12	60	0,10	0,08	-	-	0,12-0,20	0,12-0,18	-	-
16	80	0,1-0,2	0,15	0,1	-	0,20-0,30	0,15-0,25	0,1-0,18	-
20	100	0,5-0,3	0,15-0,25	0,12	-	0,3-0,4	0,25-0,35	0,12-0,25	-
25	125	0,25-0,5	0,15-0,4	0,12-0,2	-	0,4-0,6	0,3-0,5	0,25-0,35	-
30	150	0,4-0,7	0,2-0,5	0,12-0,3	-	0,5-0,8	0,4-0,6	0,25-0,45	-
40	200	-	0,25-0,6	0,15-0,4	-	-	0,6-0,8	0,3-0,8	-
40×40	150	-	0,6-1,0	0,5-0,7	-	-	0,7-1,2	0,5-0,9	0,4-0,5
	300	-	0,4-0,7	0,3-0,6	-	-	0,6-0,9	0,4-0,7	0,3-0,4
60×60	150	-	0,9-1,2	0,8-1,0	0,6-0,8	-	1,0-1,5	0,8-1,2	0,6-0,9
	300	-	0,7-1,0	0,5-0,8	0,4-0,7	-	0,9-1,2	0,7-0,9	0,5-0,7
75×75	300	-	0,9-1,3	0,8-1,1	0,7-0,9	-	1,1-1,6	0,9-1,3	0,7-1,0
	500	-	0,7-1,0	0,6-0,9	0,5-0,7	-	-	0,7-1,1	0,6-0,8
	800	-	0,7-1,0	0,4-0,7	0,5-0,7	-	-	0,6-0,8	-

Примечания:

1. Верхние пределы подач рекомендуются для меньшей глубины резания при обработке менее прочных материалов, нижние - для большей глубины и более прочных материалов.

2. См. примечания 2-4 в прил. В.1.

Приложение В.3 - Подачи (мм/об), допускаемые прочностью пластины из твердого сплава, при точении конструкционной стали резцами с углом в плане $\varphi = 45^\circ$

Толщина пластины, мм	Глубина резания t , мм, до			
	4	7	13	22
4	1,3	1,1	0,9	0,8
6	2,6	2,2	1,8	1,5
8	4,2	3,6	3,6	2,5
10	6,1	5,1	4,2	3,6

Примечания:

1. В зависимости от механических свойств стали на табличные значения подачи вводить поправочный коэффициент 1,2 при $\sigma_b = 480...640$ МПа; 1,0 при $\sigma_b = 650... 870$ МПа и 0,85 при $\sigma_b = 870... 1170$ МПа.

2. При обработке чугуна табличное значение подачи умножить на коэффициент 1,6.

3. Табличное значение подачи умножить на поправочный коэффициент 1,4 при $\varphi = 30^\circ$; 1,0 при $\varphi = 45^\circ$; 0,6 при $\varphi = 60^\circ$ и 0,4 при $\varphi = 90^\circ$.

4.

Приложение В.4 - Подачи, мм/об, при чистовом точении

Параметры шероховатости поверхности, мкм		Радиус при вершине резца r , мм					
R_a	R_z	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
0,63	-	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
1,25		0,10	0,13	0,165	0,19	0,21	0,23
2,50		0,144	0,20	0,246	0,29	0,32	0,35
-	20	0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,60
	40	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87
	80	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14

Примечание: Подачи даны для обработки сталей с $\sigma_b = 700...900$ МПа и чугунов; для сталей с $\sigma_b = 500...700$ МПа значения подач умножить на коэффициент $K_s = 0,45$; для сталей с $\sigma_b = 900... 1100$ МПа значения подач умножить на коэффициент $K_s = 1,25$.

Приложение В.5 – Подачи (мм/об) при прорезании пазов и отрезании

Диаметр обработки, мм	Ширина резца, мм	Обрабатываемый материал	
		Сталь конструкционная углеродистая и легированная, стальное литье	Чугун, медные и алюминиевые сплавы
Токарно-револьверные станки			
До 20	3	0,06-0,08	0,11-0,14
Св. 20 до 40	3-4	0,1-0,12	0,16-0,19
» 40 » 60	4-5	0,13-0,16	0,20-0,24
» 60» 100	5-8	0,16-0,23	0,24-0,32
» 100» 150	6-10	0,18-0,26	0,3-0,4
» 150	10-15	0,28-0,36	0,4-0,55
Карусельные станки			
До 2500	10-15	0,35-0,45	0,55-0,60
Св. 2500	16-20	0,45-0,60	0,60-0,70

Приложение В.6 - Подачи (мм/об) при фасонном точении

Ширина резца, мм	Диаметр обработки, мм			
	20	25	40	60 и более
8	0,03-0,09	0,04-0,09	0,04-0,09	0,04-0,09
10	0,03-0,07	0,04-0,085	0,04-0,085	0,04-0,085
15	0,02-0,05	0,035-0,075	0,04-0,08	0,04-0,08
20	—	0,03-0,06	0,04-0,08	0,04-0,08
30		—	0,035-0,07	0,035-0,07
40			0,03-0,06	0,03-0,06

Примечание: Меньшие подачи брать для более сложных и глубоких профилей и твердых металлов, большие - для простых профилей и мягких металлов.

Приложение В.7. - Значения коэффициента C_v и показателей степени в формулах скорости резания при обработке резцами

Вид обработки	Материал режущей части резца	Характеристика подачи	Коэффициент и показатели степени				
			C_v	x	y	m	
<i>Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_s = 750$ МПа</i>							
Наружное продольное точение проходными резцами	Т15К6*	S до 0,3	420	0,15	0,20	0,20	
		S св. 0,3 до 0,7	350		0,35		
		$S > 0,7$	340		0,45		
То же, резцами с дополни- тельным лезвием	Т15К6*	$S \leq t$ $S > t$	292	0,30 0,15	0,15 0,30	0,18	
Отрезание	Т5К10*	-	47	—	0,80	0,20	
	Р18**		23,7		0,66	0,25	
Фасонное точение	Р18**		22,7		0,50	0,30	
Нарезание крепежной резьбы	Т15К6*		244		0,23	0,30	0,20
	Р6М5		Черновые ходы: $P \leq 2$ мм		14,8	0,70	0,30
		$P > 2$ мм	30	0,60	0,25	0,08	
		Чистовые ходы	41,8	0,45	0,30	0,13	
Вихревое нарезание резьбы	Т15К6*	-	2330	0,50	0,50	0,50	
<i>Обработка серого чугуна, НВ190</i>							
Наружное продольное точение проходными резцами	ВК6*	$S \leq 0,40$	292	0,15	0,20	0,20	
		$S > 0,40$	243		0,40		
Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	ВК6**	$S \leq t$	324	0,40	0,20	0,28	
		$S > t$	324	0,20	0,40	0,28	
Отрезание	ВК6*	-	68,5	—	0,40	0,20	
Нарезание резьбы			83	0,45	—	0,33	
<i>Обработка ковкого чугуна, НВ150</i>							
Наружное продольное точение проходными резцами	ВК8*	$S \leq 0,40$	317	0,15	0,20	0,20	
		$S > 0,40$	215	0,15	0,45	0,20	
Отрезание	ВК6*	-	86	—	0,4	0,20	

* Без охлаждения. ** С охлаждением.

Примечания к прил. В.7:

1. При внутренней обработке (расточивании, прорезании канавок в отверстиях, внутреннем фасонном точении) принимать скорость резания, равную скорости резания для наружной обработки с введением поправочного коэффициента 0,9.

2. При обработке без охлаждения конструкционных и жаропрочных сталей и стальных отливок резцами из быстрорежущей стали вводить поправочный коэффициент на скорость резания 0,8.

3. При отрезании и прорезании с охлаждением резцами из твердого сплава Т15К6 конструкционных сталей и стальных отливок вводить на скорость резания поправочный коэффициент 1,4.

4. При фасонном точении глубокого и сложного профиля на скорость резания вводить поправочный коэффициент 0,85.

5. При обработке резцами из быстрорежущей стали термообработанных сталей скорость резания для соответствующей стали уменьшать, вводя поправочный коэффициент 0,95 - при нормализации, 0,9 - при отжиге, 0,8 - при улучшении.

6. Подача S в мм/об.

Приложение В.8 - Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Расчетная формула
Сталь	$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_c}$
Серый чугун	$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_c}$
Ковкий чугун	$K_{mv} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_c}$

Примечания:

1. σ_B и HB - фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.

2. Коэффициент K_r , характеризующий группу стали по обрабатываемости и показатель степени n_v , см. в прил.15.

Приложение В.9 - Значения коэффициента K_r , и показатели степени n_v в формуле для расчета коэффициента обрабатываемости стали K_{Mv}

Обрабатываемый материал	Коэффициент K_r для материала инструмента		Показатели степени n_v , при обработке								
			резцами		сверлами, зенкерами, развертками		фрезами				
	из быстро режущей стали	из твер- дого сплава	из быстро режущей стали	из твер- дого сплава	из быстро режущей стали	из твер- дого сплава	из быстро режущей стали	из твер- дого сплава			
Сталь: углеродистая ($C \leq 0,6 \%$), σ_b , МПа: <450 450-550 > 550	1,0 1,0 1,0	1,0 1,0 1,0	-1,0 1,75 1,75	1,0	0,9	1,0	-0,9 -0,9 0,9	-0,9 -0,9 0,9			
повышенной и высокой обрабатываемости резанием хромистая	1,2	1,1	1,75				1,05	—			
углеродистая ($C > 0,6 \%$),	0,85	0,95	1,75				1,45				
хромоникелевая, хромомолибденованадиевая	0,8	0,9	1,5				1,35				
хромомарганцовистая, хромокремнистая, хромокремнемарганцовистая, хромоникель- молибденовая, хромомолибденоалюминиевая	0,7	0,8	1,25				1,0				
хромованадиевая	0,85	0,8	1,25				0,9				
Марганцовистая	0,75	0,9	1,5								
хромоникельвольфрамовая, хромомолибде- новая	0,8	0,85	1,25					1,0			
Хромоалюминиевая	0,75	0,8	1,25								
Хромоникельванадиевая	0,75	0,85	1,25								
Быстрорежущие	0,6	0,7	1,25								
Чугун	-	-	1,7					1,25	1,3	1,3	0,95

Приложение В.10 - Поправочный коэффициент $K_{пв}$, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания

Состояние поверхности заготовки					
Без корки	с коркой				
	Прокат	Поковка	Стальные и чугунные отливки при корке		Медные и алюминиевые сплавы
			нормальной	сильно загрязненной	
1,0	0,9	0,8	0,8-0,85	0,5-0,6	0,9

Приложение В.11 - Поправочный коэффициент $K_{пв}$, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Значения коэффициента $K_{пв}$ в зависимости от марки инструментального материала						
	<i>T5K12B</i>	<i>T5K10</i>	<i>T14K8</i>	<i>T15K6</i>	<i>T15K6</i>	<i>T30K6</i>	<i>BK8</i>
Сталь конструкционная	0,35	0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4
Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали	<i>BK8</i>	<i>T5K10</i>	<i>T15K6</i>	<i>P18</i>	-		
	1,0	1,4	1,9	0,3			
Сталь закаленная	<i>HRC 35-50</i>				<i>HRC 51-62</i>		
	<i>T15K6</i>	<i>T30K4</i>	<i>BK8</i>	<i>BK8</i>	<i>BK4</i>	<i>BK6</i>	<i>BK8</i>
	1,0	1,25	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74
Серый и ковкий чугун	<i>BK8</i>	<i>BK6</i>	<i>BK4</i>	<i>BK3</i>	<i>BK3</i>	-	
	0,83	1,0	1,1	1,15	1,25		
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	<i>P6M5</i>	<i>BK4</i>	<i>BK6</i>	<i>9XC</i>	<i>XBG</i>	<i>Y12A</i>	-
	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	

Приложение В.12 - Значения коэффициента C_p и показателей степени в формуле силы резания

Обрабатываемый материал	Материал рабочей части резца	Вид обработки	Коэффициент и показатели степени в формуле тангенциальной P_z			
			C_p	x	y	N
			Конструкционная сталь и стальные отливки, $\sigma_s = 750$ МПа	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	300
Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	384	0,90			0,90	
Отрезание и прорезание	408	0,72			0,8	0
Нарезание резьбы	148	-			1,7	0,71

продолжение прил. В.12

Обрабатываемый материал	Материал рабочей части резца	Вид обработки	Коэффициент и показатели степени в формуле тангенциальной P_z			
			C_p	x	y	n
			Конструкционная сталь и стальные отливки, $\sigma_b = 750$ МПа	Быстрорежущая сталь	Наружное продольное точение, подрезание и растачивание	200
Отрезание и прорезание	247	1,0				
Фасонное точение	212					
Серый чугун, HB190	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	92	1,0	0,75	0
		Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	123		0,85	
		Нарезание резьбы	103	-	1,8	0,82
Серый чугун, HB190	Быстрорежущая сталь	Отрезание и прорезание	158	1,0	1,0	0
Ковкий чугун, HB150	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение, растачивание	81 100	1,0	0,75	0
		Отрезание и прорезание	139		1,0	

Приложение В.13 - Поправочный коэффициент K_{mp} для стали и чугуна, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

Обрабатываемый материал	Расчетная формула	Показатель степени n при определении		
		составляющей P_z силы резания при обработке резцами	вращающего момента M и осевой силы P_0 при сверлении, рассверливании и зенковании	окружной силы резания P при фрезеровании
Конструкционная углеродистая и легированная сталь σ_b , МПа:	$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_b}{750}\right)^n$			
≤ 600		0,75/0,35	0,75/0,75	0,3/0,3
> 600		0,75/0,75	0,75/0,75	0,3/0,3

Серый чугун	$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
Ковкий чугун	$K_{mp} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55

Примечание: В числителе приведены значения показателя степени n для твердого сплава, в знаменателе - для быстрорежущей стали

Приложение В.14 - Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания при обработке стали и чугуна

Параметры		Материал режущей части инструмента	Поправочные коэффициенты	
Наименование	Величина		Обозначение	Величина коэффициента для тангенциальной составляющей P_z
Главный угол в плане ϕ , град	30	Твердый сплав	$K\phi_p$	1,08
	45			1,0
	60			0,94
	90			0,89
	30	Быстрорежущая сталь		1,08
	45			1,0
	60			0,98
	90			1,08
Передний угол γ , град	-15	Твердый сплав	$K\gamma_p$	1,25
	0			1,1
	10			1,0
	12-15 20-25	Быстрорежущая сталь		1,15
	1,0			
Угол наклона главного лезвия λ , град	-5	Твердый сплав	$K\lambda_p$	1,0
	0			
	5			
	15			
Радиус при вершине r , мм	0,5	Быстрорежущая сталь	Kr_p	0,87
	1,0			0,93
	2,0			1,0
	3,0			1,04
	4,0			1,10

Приложение В.15 - Числа рабочих ходов при нарезании крепежной резьбы резцами из быстрорежущей стали

Тип резьбы	Шаг резьбы s мм, число ниток на 1"	Нарезание наружной резьбы						Нарезание внутренней резьбы					
		Обрабатываемый материал											
		углеродистая сталь		легированные стали и стальное литье		чугун, бронза, латунь		углеродистая сталь		легированные стали и стальное литье		чугун, бронза, латунь	
		Число проходов											
		черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых
Метрическая	1,25..1,5мм	4	2	5	3	4	2	5	3	6	4	5	3
	1,75 «	5	3	6	4	5	3	6	3	7	4	6	3
	2,0...3,0	6	3	7	4	6	3	7	4	9	5	7	3
	3,5...4,5	7	4	9	5	6	3	9	4	11	6	7	3
	5,0...5,5	8	4	10	5	6	4	10	5	12	7	8	4
	6,0	9	4	12	5	6	4	12	5	15	7	8	5
Дюймовая	12..14 ниток	4	3	5	4	3	3	5	4	6	5	4	4
	10...11 »	5	3	6	4	4	3	6	4	7	5	5	4
	7...9 »	5	4	7	5	4	3	6	5	1	6	5	4
	6»	6	4	7	5	4	3	8	5	10	6	5	4
	4...5»	7	4	8	5	5	3	9	5	12	6		4
	3,5 нитки	8	4	10	5	6	4	10	5	12	6	8	5
	3,0»	9	4	12	6	6	4	12	5	14	7	8	5

Примечания:

1. Числа проходов в таблице указаны для нарезания резьбы по 9-му качеству точности.
2. Для точных резьб, кроме указанного в таблице числа проходов, необходимо применять 1...3 зачистных прохода при скорости резания 4 м/мин.
3. При нарезании резьбы на ответственных деталях, испытывающих переменные динамические нагрузки, числа проходов могут быть увеличены в зависимости от технологических условий изготовления резьбы.
4. При черновом нарезании крепежной резьбы для резьб с шагом $s \geq 2$ мм следует нарезание резьбы производить с врезанием резца путем перемещения верхней части суппорта, установленной под углом.

Приложение В.16 - Подачи при сверлении стали, чугуна, медных и алюминиевых сплавов сверлами из быстрорежущей стали, мм/об

Диаметр сверла D , мм	Сталь				Серый и ковкий чугун, медные и алюминиевые сплавы	
	HB < 180	HB 180-240	HB 240-300	HB > 300	HB < 170	HB > 170
2-4	0,09-0,13	0,68-0,10	0,06-0,07	0,04-0,06	0,12-0,18	0,09-0,12
4-6	0,13-0,19	0,10-0,15	0,07-0,11	0,06-0,09	0,18-0,27	0,12-0,18
6-8	0,19-0,26	0,15-0,20	0,11-0,14	0,09-0,12	0,27-0,36	0,18-0,24
8-10	0,26-0,32	0,20-0,25	0,14-0,17	0,12-0,15	0,36-0,45	0,24-0,31
10-12	0,32-0,36	0,25-0,28	0,17-0,20	0,15-0,17	0,45-0,55	0,31-0,35
12-16	0,36-0,43	0,28-0,33	0,20-0,23	0,17-0,20	0,55-0,66	0,35-0,41
16-20	0,43-0,49	0,33-0,38	0,23-0,27	0,20-0,23	0,66-0,76	0,41-0,47
20-26	0,49-0,58	0,38-0,43	0,27-0,32	0,23-0,26	0,76-0,88	0,47-0,54
25-30	0,58-0,62	0,43-0,48	0,32-0,35	0,26-0,29	0,89-0,96	0,54-0,60
30-40	0,62-0,78	0,48-0,58	0,35-0,42	0,29-0,35	0,96-1,19	0,60-0,71
40-50	0,78-0,89	0,58-0,66	0,42-0,48	0,35-0,40	1,19-1,40	0,71-0,81

Примечание. Приведенные подачи применяют при сверлении отверстий глубиной $l \leq 3D$ с точностью не выше 12-го квалитета в условиях жесткой технологической системы. В противном случае вводят поправочные коэффициенты:

- 1) на глубину отверстия $K_l=0,9$ при $l \leq 5D$; $K_l=0,8$ при $l \leq 7D$; $K_l=0,75$ при $l \leq 10D$;
- 2) на достижение более высокого качества отверстия в связи с последующей операцией развертывания или нарезания резьбы $K_k = 0,5$;
- 3) на недостаточную жесткость системы СПИД: при средней жесткости $K_{жс}=0,75$, при малой жесткости $K_{жс}=0,5$;
- 4) на инструментальный материал $K_u=0,6$ для сверла с режущей частью из твердого сплава.

Приложение В.17 - Значения коэффициента C_v и показателей степени в формуле скорости резания при сверлении

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	Подача S , мм/об	Коэффициент и показатели степени				Охлаждение
			C_v	q	y	m	
Сталь конструкционная углеродистая, $\sigma_B = 750$ МПа	P6M5	$\leq 0,2$	7,0	0,40	0,70	0,20	Есть
		$> 0,2$	9,8		0,50		
-		3,5	0,50	0,45	0,12		
Сталь жаропрочная 12X18H9T, HB 141		-					
Чугун серый, HB 190		$\leq 0,3$	14,7	0,25	0,55	0,125	Нет
		$> 0,3$	17,1		0,40		
Чугун ковкий, HB 150	ВК8	-	34,2	0,45	0,30	0,20	Есть
	P6M5	$\leq 0,3$	21,8	0,25	0,55	0,125	
		$> 0,3$	25,3		0,40		
	ВК8	-	40,4	0,45	0,3	0,20	Нет

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	Подача S , мм/об	Коэффициент и показатели степени				Охлаждение
			C_v	q	y	m	
Медные гетерогенные сплавы средней твердости (НВ 100...140)	P6M5	$\leq 0,3$	28,1	0,25	0,55	0,125	Есть
		$> 0,3$	32,6				
Силумин и литейные алюминиевые сплавы, $\sigma_B=100..20$ МПа, НВ ≤ 65 ; дюралюминий, НВ ≤ 100		$\leq 0,3$	36,3				
		$> 0,3$	40,7				

Примечание: Для сверл из быстрорежущей стали рассчитанные скорости резания действительны при двойной заточке. При одинарной заточке сверл из быстрорежущей стали рассчитанную скорость резания умножают на коэффициент $K_{sv} = 0,75$.

Приложение В.18 Значения коэффициента C_v и показателей степени в формуле скорости резания при рассверливании, зенкерованием и развертывании

Обрабатываемый материал	Вид обработки	Материал режущей части инструмента	Коэффициент и показатели степени					Охлаждение
			C_v	q	x	y	m	
Сталь конструкционная углеродистая, $\sigma_B=750$ МПа	Рассверливание	P6M5	16,2	0,4	0,2	0,5	0,2	Есть
		BK8	10,8	0,6		0,3	0,25	
	Зенкерование	P6M5	16,3	0,3		0,5	0,3	
		T15K6	18,0	0,6		0,3	0,25	
	Развертывание	P6M5	10,5	0,3	0,2	0,65	0,4	
		T15K6	100,6	0,3	0			
Конструкционная закаленная сталь $\sigma_B=1600$ МПа	Зенкерование	T15K6	10,0	0,6	0,3	0,6	0,45	
	Развертывание		14,0	0,4	0,75	1,05	0,85	
Серый чугун, 190 НВ	Рассверливание	P6M5	23,4	0,25	0,1	0,4	0,125	Нет
		BK8	56,9	0,5	0,15	0,45	0,4	
	Зенкерование	P6M5	18,8	0,2	0,1	0,4	0,125	
		BK8	105,0	0,4	0,15	0,45	0,4	
	Развертывание	P6M5	15,6	0,2	0,1	0,5	0,3	
		BK8	109,0	0,2	0	0,5	0,45	
Ковкий чугун, 150 НВ	Рассверливание	P6M5	34,7	0,25	0,1	0,4	0,125	Есть
		BK8	77,4	0,5	0,15	0,45	0,4	
	Зенкерование	P6M5	27,9	0,2	0,1	0,4	0,125	
		BK8	143,0	0,4	0,15	0,45	0,4	
	Развертывание	P6M5	23,2	0,2	0,1	0,5	0,3	Есть
		BK8	148,0	0,2	0	0,5	0,45	Нет

Приложение В.19 - Средние значения периода стойкости сверл, зенкеров и разверток

Инструмент (операция)	Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	Стойкость Т (мин) при диаметре D инструмента, мм							
			До 5	6...10	11...20	21...30	31...40	41...50	51...60	61...80
Сверло (сверление и рас-сверление)	Конструкционная углеродистая и легированная сталь	Быстрорежущая сталь	15	25	45	50	70	90	100	-
		Твердый сплав	8	15	20	25	35	45	-	-
	Коррозионно-стойкая сталь	Быстрорежущая сталь	6	8	15	25	-	-	-	-
Сверло (сверление и рассверливание)	Серый и ковкий чугун, медные и алюминиевые сплавы	Быстрорежущая сталь	20	35	60	75	105	140	170	-
		Твердый сплав	15	25	45	50	70	90	-	-
Зенкеры (зенкерование)	Конструкционная углеродистая и легированная сталь, серый и ковкий чугун.	Быстрорежущая сталь и твердый сплав	-	-	30	40	50	60	80	100
Развертки (развертывание)	Серый и ковкий чугун	Быстрорежущая сталь	-	-	60	120	120	180	180	180
		Твердый сплав	-	-	45	75	105	135	165	210

Приложение В.20 - Поправочный коэффициент K_{mv} учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Расчетная формула
Сталь	$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_{\sigma}} \right)^{n_v}$
Серый чугун	$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$
Ковкий чугун	$K_{mv} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$

Примечания.

1. σ_{σ} и HB — фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.

2. Коэффициент K_{Γ} , характеризующий группу стали по обрабатываемости, и показатель степени n_v см. в прил. В.21

Приложение В.21 - Значения коэффициента K_T и показатели степени n_v в формуле для расчета коэффициента обрабатываемости стали K_{MV} ,

Обрабатываемый материал	Коэффициент K_T для материала инструмента		Показатели степени n_v при обработке сверлами, зенкерами, развертками	
	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава
Сталь:				
углеродистая ($C \leq 0,6 \%$) σ_b , МПа:				
<450	1,0	1,0	-0,9	1,0
450...550	1,0	1,0	-0,9	
>550	1,0	1,0	0,9	
хромистая	0,85	0,95	0,9	
углеродистая ($C > 0,6 \%$)	0,8	0,9		
хромоникелевая,	0,7	0,8		
хромомарганцовистая,	0,85	0,8		
хромокремнистая,				
хромокремнемарганцовистая,				
хромоникельмолибденовая,				
хромомолибденоалюминиевая				
марганцовистая	0,75	0,9		
хромоникельвольфрамовая,	0,8	0,85		
хромомолибденовая				
хромоалюминиевая	0,75	0,8		
хромоникельванадиевая	0,75	0,85		
быстрорежущая	0,6	0,7		
Чугун	-	-	1,3	1,3

Приложение В.22 - Поправочный коэффициент K_{iv} , учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Значения коэффициента K_{iv} в зависимости от марки инструментального материала						
	Сталь конструкционная	T5K12B	T5K10	T14K8	T15K6	T15K6	T30K4
0,35		0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4
Коррозионно стойкие и жаропрочные стали	BK8	T5K10	T15K6	P18			
	1,0	1,4	1,9	0,3			
Сталь закаленная	HRC 35...50				HRC 51...60		
	T15K6	T30K4	BK6	BK8	BK4	BK6	BK8
	1,0	1,25	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74
Серый и ковкий Чугун	BK8	BK6	BK4	BK3	BK3	-	
	0,83	1,0	1,1	1,15	1,25		
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	P6M5	BK4	BK6	9XC	XBG	Y12A	
	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	

Приложение В.23 - Поправочный коэффициент K_{lv} на скорость резания при сверлении, учитывающий глубину обрабатываемого отверстия

Параметр	Сверление					Рассверливание, зенкерование, развертывание
	3D	4D	5D	6D	8D	
Глубина обрабатываемого отверстия						-
Коэффициент K_{lv}	1,0	0,85	0,75	0,7	0,6	1,0

Приложение В.24 - Поправочный коэффициент K_m , учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания

Без корки	Состояние поверхности заготовки				
	с коркой				
	прокат	поковка	стальные и чугунные отливки при корке		медные и алюминиевые сплавы
нормальной			сильно загрязненной		
1,0	0,9	0,8	0,8-0,85	0,5-0,6	0,9

Приложение В.25 - Значения коэффициентов и показателей степени в формулах вращающего момента и осевой силы при сверлении, рассверливании и зенкеровании

Обрабатываемый материал	Операция	Материал режущей части инструмента	Коэффициент и показатели степени в формулах							
			вращающего момента				осевой силы			
			C_m	q	x	y	C_p	q	x	y
Конструкционная углеродистая сталь $\sigma_s = 750$ МПа	Сверление	Быстрорежущая сталь и твердый сплав	0,0345	2,0	-	0,8	68	1,0	-	0,7
	Рассверливание и зенкерование		0,09	1,0	0,9	0,8	67	-	1,2	0,65
Жаропрочная сталь 12X18H9T, HB 141	Сверление		0,041	2,0	-	0,7	143	1,0	-	0,7
	Рассверливание и зенкерование		0,106	1,0	0,9	0,8	140	-	1,2	0,65
Серый чугун HB 190	Сверление	Твердый сплав	0,012	2,2	-	0,8	42	1,2	-	0,75
	Рассверливание и зенкерование		0,196	0,85	0,8	0,7	46	-	1,0	0,4
	Сверление	Быстрорежущая сталь	0,021	2,0	-	0,8	42,7	1,0	-	0,8
	Рассверливание и зенкерование		0,085	-	0,75	0,8	23,5	-	1,2	0,4
Ковкий чугун, HB 150	Сверление	Твердый сплав	0,021	2,0	-	0,8	43,3	1,0	-	0,8
	Сверление		0,01	2,2	-	0,8	32,8	1,2	-	0,75
	Рассверливание и зенкерование		0,17	0,85	0,8	0,7	38	-	1,0	0,4
Гетерогенные медные сплавы средней твердости, HB 120	Сверление	Быстрорежущая сталь	0,012	2,0	-	0,8	31,5	1,0	-	0,8
	Рассверливание и зенкерование		0,031	0,85	-	0,8	17,2	-	1,0	0,4
Силумин и дюралюминий	Сверление		0,005	2,0	-	0,8	9,8	1,0	-	0,7

Примечание: Рассчитанные по формуле осевые силы при сверлении действительны для сверл с подточенной перемычкой: с неподточенной перемычкой осевая сила при сверлении возрастает в 1,33 раза

Приложение В.26 - Поправочный коэффициент $K_{\mu p}$ для стали и чугуна при сверлении, рас-
сверливании и зенкерования.

Обрабатываемый материал	Расчетная формула	n
Конструкционная углеродистая и легиро- ванная сталь	$K_{\mu p} = \left(\frac{\sigma_s}{750}\right)^n$	0,75
Серый чугун	$K_{\mu p} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$	0,6
Ковкий чугун	$K_{\mu p} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n$	0,6

Приложение В.27 - Подачи при черновом фрезеровании торцовыми, цилиндрическими и
дисковыми фрезами с пластинами из твердого сплава

Мощность станка, кВт	Сталь		Чугун и медные сплавы	
	Подача на зуб фрезы S_z , мм, при твердом сплаве			
	T15K6	T5K10	BK6	BK8
5-10	0,09-0,18	0,12-0,18	0,14-0,24	0,20-0,29
Св. 10	0,12-0,18	0,16-0,24	0,18-0,28	0,25-0,38

Приведенные значения подач для цилиндрических фрез действительны при ширине
фрезерования $B \leq 30$ мм; при $B > 30$ мм табличные значения подач следует уменьшать на 30
%. Приведенные значения подач для дисковых фрез действительны при фрезеровании
плоскостей и уступов; при фрезеровании пазов табличные значения подач следует умень-
шать в 2 раза. При фрезеровании с приведенными в таблице подачами $R_a=0,8..1,6$ мкм.

Приложение В.28. Подачи при черновом фрезеровании торцовыми, цилиндрическими и
дисковыми фрезами из быстрорежущей стали

Мощность станка или фрезерной го- ловки, кВт	Жесткость системы заготовка -приспособление	Фрезы			
		торцовые и дисковые		цилиндрические	
		Подача на один зуб S_z , мм, при обработке			
		конструкци- онной стали	чугуна и медных сплавов	конструк- ционной стали	чугуна и медных сплавов
Фрезы с крупным зубом и фрезы со вставными ножами					
Св. 10	Повышенная	0,20-0,30	0,40-0,60	0,40-0,60	0,60-0,80
	Средняя	0,15-0,25	0,30-0,50	0,30-0,40	0,40-0,60
	Пониженная	0,10-0,15	0,20-0,30	0,20-0,30	0,25-0,40
5-10	Повышенная	0,12-0,20	0,30-0,50	0,25-0,40	0,30-0,50
	Средняя	0,08-0,15	0,20-0,40	0,12-0,20	0,20-0,30
	Пониженная	0,06-0,10	0,15-0,25	0,10-0,15	0,12-0,20
До 5	Средняя	0,06-0,07	0,15-0,30	0,08-0,12	0,10-0,18
	Пониженная	0,04-0,06	0,10-0,20	0,06-0,10	0,08-0,15
Фрезы с мелким зубом					
5-10	Повышенная	0,08-0,12	0,20-0,25	0,10-0,15	0,12-0,20
	Средняя	0,06-0,10	0,15-0,30	0,06-0,10	0,10-0,15
	Пониженная	0,04-0,08	0,10-0,20	0,06-0,08	0,08-0,12
До 5	Средняя	0,04-0,06	0,12-0,20	0,05-0,08	0,06-0,12
	Пониженная	0,03-0,05	0,08-0,15	0,03-0,06	0,05-0,10

Приложение В.29 - Подачи, мм/об, при чистовом фрезеровании плоскостей и уступов торцовыми, дисковыми и цилиндрическими фрезами.

Параметр шероховатости поверхности $R_{a,7}$, мкм	Торцовые и дисковые фрезы со вставными ножами		Цилиндрические фрезы из быстрорежущей стали при диаметре фрезы, мм, в зависимости от обрабатываемого материала					
	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	конструкционная углеродистая и легированная сталь			чугун, медные и алюминиевые сплавы		
			40-75	90-130	150-200	40-75	90-130	150-200
6,3	-	1,2-2,7	-	-	-	-	-	-
3,2	0,5-1,0	0,5-1,0	1,0-2,7	1,7-3,8	2,3-5,0	1,0-2,3	1,4-3,0	1,9-3,7
1,6	0,4-0,6	0,23-0,5	0,6-1,5	1,0-2,1	1,3-2,8	0,6-1,3	0,8-1,7	1,1-2,1
0,8	0,2-0,3	-	-	-	-	-	-	-
0,4	0,15	-	-	-	-	-	-	-

Приложение В.30 - Подачи при фрезеровании стальных заготовок шпоночными фрезами из быстрорежущей стали

Диаметр фрезы D , мм	Фрезерование на шпоночно-фрезерных станках с маятниковой подачей при глубине фрезерования на один двойной ход, составляющий часть глубины шпоночного паза		Фрезерование на вертикально-фрезерных станках за один проход	
	Глубина фрезерования t , мм	Поддача на один зуб S_z , мм	Осевое врезание на глубину шпоночного паза	Продольное движение при фрезеровании шпоночного паза
6	0,3	0,10	0,006	0,020
8			0,007	0,022
10	0,3	0,16	0,008	0,024
12			0,009	0,026
16	0,4	0,25	0,010	0,28
18			0,011	0,030
20			0,011	0,032
24			0,012	0,036
28	0,5	0,45	0,014	0,037
32			0,015	0,037
36			0,016	0,038
40			0,016	0,038

Примечание. Подачи даны для конструкционной стали $\sigma_b \leq 750$ МПа при обработке сталей более высокой прочности подачи снижают на 20-40%.

Приложение В.31 - Значения коэффициента C_v и показателей степени в формуле скорости резания при фрезеровании

Фрезы	Материал режущей части	Операция	Параметры срезаемого слоя, мм			Коэффициент и показатели степени в формуле скорости резания						
			B	t	S_z	C_v	q	x	y	u	p	m
Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_B = 750$ МПа												
Торцовые	T15K6*	Фрезерование плоскостей	-	-	-	332	0,2	0,1	0,4	0,2	0	0,2
	P6M5**		-	-	$\leq 0,1$ $> 0,1$	64, 7 41	0,25	0,1 »	0,2 0,4	0,15 »	0 »	0,2
Цилиндрические	T15K6*		≤ 35	≤ 2 > 2	-	390 443	0,17 »	0,19 0,38	0,28 »	-0,05 »	0,1 »	0,33
			> 35	≤ 2 > 2	-	616 700	0,17 »	0,19 0,38	0,28 »	0,08 »	0,1 »	0,33
	P6M5**		-	-	$\leq 0,1$ $> 0,1$	55 35,4	0,45 »	0,3 »	0,2 0,4	0,1 »	0,1 »	0,33 »
Дисковые со вставными ножами	T15K6*		-	-	$< 0,12$	1340	0,2	0,4	0,12	0	0	0,35
					$\leq 0,12$	740			0,4	»	»	»
Дисковые со ставными ножами	P6M5**		-	-	$< 0,06$ $\leq 0,06$	1825 690	0,2 »	0,3	0,12 0,4	0,1 »	0 »	0,35 »
			-	-	$\leq 0,1$ $> 0,1$	75,5 48,5	0,25 »	0,3 »	0,2 0,4	0,1 »	0,1 »	0,2 »
			-	-	-	68,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Дисковые цельные	P6M5**											
Концевые с коронками	T15K6*	Фрезерование плоскостей, уступов и пазов	-	-	-	145	0,44	0,24	0,26	0,1	0,13	0,37
Концевые с напаянными пластинами			-	-	-	234	0,44	0,24	0,26	0,1	0,13	0,37
Концевые цельные			P6M5**	-	-	-	46,7	0,45	0,5	0,5	0,1	0,1
Прорезные и отрезные	P6M5**	Прорезание пазов и	-	-	-	53	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2

Фрезы	Материал режущей части	Операция	Параметры срезаемого слоя, мм			Коэффициент и показатели степени в формуле скорости резания						
			B	t	S_z	C_v	q	x	y	u	p	m
Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_B = 750$ МПа												
Фасонные с выпуклым профилем	P6M5**	Фасонное фрезерование	-	-	-	53	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Угловые и фасонные с вогнутым профилем		Фрезерование угловых канавок и фасонное	-	-	-	44	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Шпоночные двухперые	P6M5**	Фрезерование шпоночных пазов	-	-	-	12	0,3	0,3	0,25	0	0	0,26
Обработка серого чугуна, HB 190												
Торцовые	BK6*	Фрезерование плоскостей	-	-	-	445	0,2	0,15	0,35	0,2	0	0,32
	P6M5*		-	-	-	42	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	0,15
Цилиндрические	BK6*		-	<2,5	$\leq 0,2$	923	0,37	0,13	0,19	0,23	0,14	0,42
			-		>0,2	588	»	»	0,47	»	»	»
	-		$\geq 2,5$	$\leq 0,2$	1180	0,37	0,40	0,19	0,23	0,14	0,42	
	-			>0,2	750	»	»	0,47	»	»	»	
	P6M5*	-	-	$\leq 0,15$	57,6	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,25	
				> 0,15	27	»	»	0,6	»	»	»	
Дисковые со вставными ножами	P6M5*	Фрезерование плоскостей, уступов и пазов	-	-		85	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15
Дисковые цельные	P6M5*		-	-	-	72	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15
Концевые	P6M5*	Фрезерование плоскостей и уступов	-	-	-	72	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,25
Прорезные и отрезные	P6M5*	Прорезание пазов и отрезание	-	-	-	30	0,2	0,5	0,4	0,2	0,1	0,15

Фрезы	Материал режущей части	Операция	Параметры срезаемого слоя, мм			Коэффициент и показатели степени скорости резания в формуле						
			B	t	S_z	C_v	q	x	y	u	p	m
<i>Обработка ковкого чугуна, HB 150</i>												
Торцовые	ВК6*	Фрезерование плоскостей	-	-	< 0,18	994	0,22	0,17	0,1	0,22	0	0,33
					> 0,18	695	»	»	0,32	»	»	»
	Р6М5**		-	-	< 0,1	90,5	0,25	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2
					> 0,1	57,4	»	»	0,4	»	»	»
Цилиндрические	Р6М5**		-	-	< 0,1	77	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
					> 0,1	49,5	»	»	0,4	»	»	»
Дисковые со вставными ножами	Р6М5**	Фрезерование плоскостей, уступов и пазов	-	-	< 0,1	105,8	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
					> 0,1	68	»	»	0,4	»	»	»
Дисковые цельные	Р6М5**		-	-	-	95,8	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Концевые	Р6М5**	Фрезерование плоскостей и уступов	-	-	-	68,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Прорезные и отрезные	Р6М5**	Прорезание пазов и отрезание	-	-	-	74	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2

* Без охлаждения. ** С охлаждением.

Примечание. Скорость резания для торцовых фрез, рассчитанная по табличным данным, действительна при главном угле в плане $\varphi=60^\circ$. При других величинах этого угла значения скорости следует умножать на коэффициенты: при $\varphi=15^\circ$ - на 1,6; при $\varphi=30^\circ$ - на 1,25; . при $\varphi=45^\circ$ - на 1,1; при $\varphi=75^\circ$ - на 0,93; при $\varphi=90^\circ$ - на 0,87;

Приложение В.32 - Средние значения периода стойкости T фрез

Фрезы	Стойкость T (мин) при диаметре фрезы, мм											
	20	25	40	60	75	90	110	150	200	250	300	400
Торцовые	-		120	180					240		300	400
Цилиндрические со вставными ножами и цельные с крупным зубом	-			180				240	-			
Цилиндрические цельные с мелким зубом	-		120		180		-					
Дисковые	-				120		150	180	240			
Концевые	80	90	120	180								
Прорезные и отрезные	-				60	75	120	150	-			
Фасонные и угловые	-		120		180		-					

Приложение В.33 - Значение коэффициента C_p и показателей степени в формуле окружной силы P_z при фрезеровании

Фрезы	Материал режущей части инструмента	Коэффициент и показатели степени					
		C_p	x	y	n	q	w
<i>Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_b = 750$ МПа</i>							
Торцовые	Твердый сплав	825	1,0	0,75	1,1	1,3	0,2
	Быстрорежущая сталь	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0
Цилиндрические	Твердый сплав	101	0,88	0,75	1,0	0,87	0
	Быстрорежущая сталь	68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Дисковые прорезные и отрезные	Твердый сплав	261	0,9	0,8	1,1	1,1	0,1
	Быстрорежущая сталь	68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Концевые	Твердый сплав	12,5	0,85	0,75	1,0	0,73	-0,1
	Быстрорежущая сталь	68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Фасонные и угловые	Быстрорежущая сталь	47	0,86	0,72	0,1	0,86	0
<i>Обработка серого чугуна, HB 190</i>							
Торцовые	Твердый сплав	54,5	0,9	0,74	1,0	1,0	0
	Быстрорежущая сталь	50	0,9	0,72	1,14	1,14	0
Цилиндрические	Твердый сплав	58	0,9	0,8	1,0	0,9	0
	Быстрорежущая сталь	30	0,83	0,65	1,0	0,83	0
Дисковые, концевые прорезные и отрезные	Быстрорежущая сталь	30	0,83	0,65	1,0	0,83	0
<i>Обработка ковкого чугуна, HB 150</i>							
Торцовые	Твердый сплав	491	1,0	0,75	1,1	1,3	0,2
	Быстрорежущая сталь	50	0,95	0,95	1,1	1,1	0
Цилиндрические, дисковые, концевые, прорезные и отрезные	Быстрорежущая сталь	30	0,86	0,86	1,0	0,86	0

Примечание: Окружную силу P_z при фрезеровании алюминиевых сплавов рассчитывать, как для стали, с введением коэффициента 0,25.

Приложение Б.34. Подача на зуб протяжки S_z на сторону, мм

Протяжки	S_z при обработке							
	углеродистой и низколегированной стали			высоколегированной стали		чугуна	алюминия	бронзы и латуни
	σ_b , МПа							
	до 500	500...700	св. 750	до 800	св. 800			
Круглые	0,015...0,02	0,025...0,03	0,015. .0,025	0,025...0,03	0,01...0,025	0,03...0,1	0,002. .0,05	0,05.. .0,12
Шлицевые	0,04...0,06	0,05...0,08	0,03. .0,06	0,04...0,06	0,025.-.0,05	0,04...0,1	0,02. .0,1	0,05.. .0,12
Шпоночные	0,05...0,015	0,05...0,02	0,05. .0,12	0,05...0,12	0,05...0,1	0,06...0,1	0,05.. .0,08	0,08. .0,2
Прямоугольные и квадратные	0,03...0,12	0,05...0,015	0,03. .0,12	0,03...0,12	0,03...0,1	0,05...0,2	0,05.. .0,08	0,06. .0,2
Многогранные	0,15...0,08	0,02...0,015	0,015. ..0,12	0,015...0,1	0,015...0,8	0,03...0,15	0,02. .0,1	0,06. .0,2
Острошлицевые и эвольвентные	0,03...0,05	0,04...0,06	0,03. .0,05	0,03...0,05	0,02...0,04	0,04...0,08	-	-
Фасонные	0,02...0,05	0,03...0,06	0,02. .0,05	0,02...0,05	0,02...0,04	0,03...0,1	0,02. .0,5	0,05.. .0,12
Для переменного резания(обдирочные секции)	0,03...0,3	0,03...0,2	0,03. .0,12	0,03...0,2	0,03...0,1	0,03...0,3	0,03. .0,3	0,03. .0,5

Приложение В.35. Значения коэффициента C_r и показателей степени m и y в формуле скорости резания при протягивании

Материал заготовки	Твердость НВ	Цилиндрические протяжки			Шлицевые протяжки		
		C_r	m	y	C_r	m	y
Сталь углеродистая (с охлаждением)	До 200	16,8	0,62	0,62	15,5	0,6	0,75
	200...230	15,5	0,62	0,62	14,0	0,6	0,75
	Св. 300	11,2	0,62	0,62	10,2	0,6	0,75
Чугун серый (без охлаждения)	До 200	14	0,5	0,6	17,5	0,5	0,6
	Св. 200	11,5	0,5	0,6	14,7	0,5	0,6

Материал заготовки	Твердость НВ	Шпоночные протяжки					
		При $S_z \leq 0,07$ мм/зуб			При $S_z > 0,07$ мм/зуб		
		C_r	m	y	C_r	m	y
Сталь углеродистая (с охлаждением)	До 200	9,8	0,87	1,14	7,7	0,87	1,4
	200...230	8,8	0,87	1,14	7,0	0,87	1,4
	Св. 300	6,3	0,87	1,14	5,0	0,87	1,4
Чугун серый (без охлаждения)	До 200	6,2	0,6	0,95	6,2	0,6	0,95
	Св. 200	5,1	0,6	0,95	5,1	0,6	0,95

Приложение В.36. Группы скорости резания при протягивании различных материалов

Материал	Твердость НВ	Группа скорости резания
Углеродистая и автоматная сталь	До 156	IV
	156...187	III
	187...197	II
	197...229	I
	229...269	I
	269...321	II
Хромистая сталь	До 187	II
	187...229	I
	229...269	II
	269...321	III
Серый чугун	< 180	I
	> 180	II
Ковкий чугун	-	I

Приложение В.37.

Скорости резания при протягивании, м/мин

Группа скорости резания	Цилиндрические отверстия		Шлицевые отверстия		Наружные поверхности и шпоночные пазы		Все виды протягивания
	$Ra = 2,5 \dots 1,6$ Квалитет 6...8	$Ra = 10 \dots 3,2$ Квалитет 9...10	$Ra = 2,5 \dots 1,6$ Квалитет 6...8	$Ra = 10 \dots 3,2$ Квалитет 9...10	$Ra = 2,5 \dots 1,6$ Квалитет 6...8	$Ra = 10 \dots 3,2$ Квалитет 9...10	
I	6...4	8...5	5...4	8...5	7...4	10...5	4...2,5
II	5...3,5	7...5	4,5...3,5	7...5	6...4	8...6	3...2
III	4...3	6...4	3,5...3	6...4	5...3,5	7...5	2,5...2
IV	3...2,5	4...3	2,5...2	4	3,5...3	4	2

Примечание. Меньшие значения скоростей резания выбирают при протягивании протяжками из стали ХВГ и 9ХВГ, большие — при протягивании протяжками из стали Р9 и Р18.

Приложение В.38. Значения коэффициентов C'_p и C''_p и показателя степени y

Материал заготовки	Твердость НВ	C'_p для протяжки		C''_p для круглых протяжек	y
		шпоночных	шлицевых		
Сталь углеродистая конструкционная (с охлаждением сульфидостойким)	До 200	177	212	700	0,85
	200...230	202	230	762	0,85
	Св. 230	250	284	842	0,85
Чугун серый (без охлаждения)	До 200	115	152	300	0,73
	Св. 200	137	215	354	0,73

Приложение В.39.

Значения коэффициента K_h

Износ зуба по задней поверхности, мм	0	0,3	1,0
K_h	1,0	1,115	1,75

Приложение В.40.

Значения коэффициента $K_{ж}$

Вид охлаждающей жидкости	Сульфидостойкий	Эмульсол	Без охлаждения
$K_{ж}$	1,0	1,13	1,34

Приложение В.41.

Значения коэффициента K_α

Значения заднего угла протяжки	$\alpha \leq 1^\circ$		$\alpha = 2 \dots 3^\circ$	
	Сталь	Чугун	Сталь	Чугун
K_α	1,2	1,12	1,0	1,0

Приложение В.42. Значения коэффициента K_γ

Передний угол зуба протяжки	10...15°	6...8°	До 2°
K_γ	1,0	1,13	1,35

Приложение В.43. Подачи при черновом нарезании зубьев шестерни однозаходными червячными модульными фрезами

Обрабатываемый материал	Модуль, мм, до	Группа станков			
		I	II	III	IV
		S_T , мм/об			
Сталь 45 НВ 170...207	1,5	0,8-1,2	1,4-1,8	1,6-1,8	-
	2,5	1,2-1,6	2,4-2,8	2,4-2,8	2,4-2,8
	4	1,6-2,0	2,6-3,0	2,8-3,2	2,8-3,2
	6	1,2-1,4	2,2-2,6	2,4-2,8	2,6-3,0
	8	-	2,0-2,2	2,2-2,6	2,4-2,8
	12	-	-	2,0-2,4	2,2-2,6
Чугун серый	1,5	0,9-1,3	1,6-2,2	1,8-2,2	-
	2,5	1,3-1,8	2,6-3,0	2,6-3,0	2,6-3,2
	4	1,8-2,2	2,8-3,2	3,0-3,5	3,0-3,5
	6	1,3-1,6	2,4-3,0	2,6-3,0	2,8-3,3
	8	-	2,2-2,4	2,5-2,8	2,6-3,0
	12	-	-	2,2-2,8	2,4-2,8

Примечание. Меньшие значения подач следует применять при нарезании колес с числом зубьев меньше 25, большие — с числом зубьев свыше 25.

Приложение В.44. Подачи при чистовом нарезании зубьев однозаходными червячными модульными фрезами

Обрабатываемый материал	Класс шероховатости	Вертикальная подача, мм/об
Сталь	4-5	2,0-2,5
Чугун серый	6	0,7-0,9

Приложение В.45. Поправочные коэффициенты на подачу для измененных условий работы

Марка конструкционной стали	35	45		50	35Х 40Х	20Х 18ХГТ 12ХН3	30ХГТ
	Твердость НВ	156 - 187	170- 207	До 241	170- 229	156- 207	156- 229
Поправочный коэффициент K_M	1,0		0,9		1,0	0,9	
Угол наклона зубьев β , град	0	15	30	45		60	
Поправочный коэффициент K_β	1,0	0,9	0,8	0,65		0,45	

Приложение В.46. Средние значения периода стойкости червячных модульных фрез

Характер обработки	Обработанный материал	Нарезаемый модуль m , мм			
		4	5	8	12
		Период обработки, мин			
Черновая	Сталь	240	360	480	720
	Чугун	480	720	960	1440
Чистовая	Сталь	240			360
	Чугун	480			720

Приложение В.47. Скорость резания при черновом фрезеровании

Подача s , мм/об	Нарезаемый модуль m , мм, до				
	1,5...3	4	6	8	12
	Скорость резания v_T , м/мин				
0,6	-	-	58	48	40
0,8	57	57	50	41	35
1,1	48	48	42	35	30
1,5	42	42	36	30	25,5
2,0	36	36	32	26	22
2,8	30,5	30,5	27	22	18,7
3,7	26,5	26,5	23	19,2	16,2
5,0	23	23	20	16,6	14

Приложение В.48. Скорость резания при чистовом фрезеровании

Класс шероховатости поверхности	Подача, мм/об	Скорость резания v_T , м/мин
4-5	2,0-2,5	22-24
6	0,7-0,9	18-22

Приложение В.49. Поправочный коэффициент на скорость резания

Марка конструкционной стали	35	45	50	35X 40X	20X 18ХГТ 12ХН3	30ХГТ	
Твердость НВ	156- 187	170- 207	До 241	170- 229	156- 207	156- 229	156- 207
Поправочный коэффициент K_m	1,1	1,0	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8
Угол наклона зубьев β , град	0	15	30	45	60		
Поправочный коэффициент K_β	1,0		0,9	0,8	0,7		
Число проходов i	Первый проход		Второй проход				
Поправочный коэффициент K_i ,	1,0		1,4				
Класс точности фрезы	В, С		А				
Поправочный коэффициент K_T	Сталь	1,0	0,8				
	Чугун	1,0	0,95				

Приложение В.50. Поправочные коэффициенты на мощность при зубофрезеровании

Марка стали	Твердость НВ	Коэффициент K_N
35	156-187	0,9
45	170-207	1,0
	208-241	1,2
50	170-229	1,1
35Х; 40Х	156-207	1,0
20Х; 18ХГТ; 20ХНМ	156-229	1,1
30ХГТ	156-207	-
38ХМЮА; 18ХНВА	156-229	-
6ХНМ	230-285	1,4

Прил. В.51. Скорость вращения детали при круглом наружном шлифовании в центрах

Скорость вращения круга, м/с	Скорость вращения детали, м/мин				
	Сталь			Чугун	
	HRC < 30	HRC 30-50	HRC > 50	Серый	Прочный
30-35	20-25	25-35	35-45	20-25	30-35
45-50	20-25	30-40	40-50	25-30	35-40

Примечания:

1. При шлифовании поверхностей с галтелями твердость круга увеличивать на одну-две степени.
2. Скорость вращения круга до 35 м/с.

Прил. В.52. Продольная и поперечная подачи при круглом наружном шлифовании в центрах (способ продольной подачи)

Высота круга, мм		Диаметр шлифования, мм						
		25	40	63	100	160	250	
		Продольная подача, мм/мин						
40		6000	5200	4500	3900	3400	3000	
50		5800	5000	4400	3700	3200	2800	
63		-	4300	3700	3200	2800	2400	
Продольная подача, мм/мин, до	Точность		Поперечная подача, мм/ход					
	Класс	Квали-						
3200	1-2	5-8	0,005	0,004	0,009	0,002	0,001	0,0008
	3	9-10	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001
	4-5	11-13	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002
4500	1-2	5-8	0,004	0,003	0,002	0,001	0,0008	0,0005
	3	9-10	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0,0008
	4-5	11-13	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001
6000	1-2	5-8	0,003	0,002	0,001	0,0008	0,0005	0,0005
	3	9-10	0,004	0,003	0,002	0,001	0,0008	0,0008
	4-5	11-13	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0,001

Прил. В.53. Поперечная подача при круглом наружном шлифовании в центрах (врезное шлифование)

Диаметр шлифования, мм, до	Точность		Длина шлифования, мм, до			
	Класс	Квалитет	32	40	50	63
			Поперечная подача, мм/мин			
25	1-2	5-8	0,71	0,63	0,54	0,47
	3	9-10	0,82	0,71	0,62	0,54
	4-5	11-13	0,94	0,83	0,71	0,62
40	1-2	5-8	0,55	0,49	0,43	0,38
	3	9-10	0,64	0,58	0,49	0,43
	4-5	11-13	0,74	0,64	0,56	0,49
63	1-2	5-8	0,45	0,39	0,34	0,3
	3	9-10	0,52	0,45	0,39	0,34
	4-5	11-13	0,6	0,52	0,45	0,39
100	1-2	5-8	0,35	0,31	0,27	0,23
	3	9-10	0,4	0,35	0,31	0,27
	4-5	11-13	0,46	0,4	0,35	0,31
160	1-2	5-8	0,28	0,25	0,21	0,18
	3	9-10	0,32	0,28	0,24	0,21
	4-5	11-13	0,37	0,32	0,28	0,24
250	1-2	5-8	0,22	0,2	0,17	0,15
	3	9-10	0,25	0,23	0,2	0,17
	4-5	11-13	0,29	0,26	0,23	0,2

Прил.В.54. Коэффициенты для расчета мощности при шлифовании

Вид шлифования	Материал детали	Коэффициенты и показатели				
		C_N	r	x	y	q
1. Круглое наружное:						
с продольной подачей	СЗН	2,2	0,5	0,5	0,55	-
врезное	СЗН	0,14	0,8	0,8	-	0,2
2. Круглое внутреннее						
	СН	0,27	0,5	0,4	0,4	0,3
	СЗ	0,36	0,35	0,4	0,4	0,3
	Ч	0,81	0,55	1	0,7	0,3
3. Бесцентровое:						
с продольной подачей	СН	0,1	0,85	0,6	0,7	0,5
врезное	СЗ	0,28	0,6	0,6	0,5	0,5
	СЗН	0,07	0,65	0,65	-	0,5
4. Плоское						
	СЗН	0,52	1	0,8	0,8	-

Условные обозначения: СН - сталь незакаленная, СЗ - сталь закаленная, Ч - чугун, СЗН — сталь закаленная и незакаленная.

Приложение В.55. Значение коэффициента C_N^0

Твердость круга	СМ1-СМ2	С1-С2	СТ1-СТ2
	0,037	0,034	0,03

Приложение В.56. Поправочные коэффициенты К на точность шлифования

Вид шлифования	Шлифование	
	черновое	чистовое
1.Круглое наружное: - с продольной подачей	1,2-1,4	1,25-1,7
- врезное	1,2-1,3	1,2-1,3
2.Круглое внутреннее	1,2-1,5	1,3-1,8
3.Плоское	1,15-1,36	1,25-1,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ СТАНКОВ

Приложение Г.1-Токарные станки

Номер ступени	1А62, 1А62Б, 1А62Г	1В62Г	1К62	16К20	1А616
1	11,5/1200	10/1100	12,5/1300	12,5/1300	11/580
2	14,5/1200	12,5/1100	16/1300	16/1300	18/580
3	19/1200	16/1100	20/1300	20/1300	28/580
4	24/1200	20/1100	25/1300	25/1300	45/580
5	30/1200	25/1100	31,5/1300	31,5/1300	56/580
6	37,5/1100	31,5/1100	40/1300	40/1300	71/460
7	46/1200	40/1100	50/1300	50/1300	90/360
8	58/980	50/1100	63/1240	63/1090	112/290
9	76/750	63/994	80/975	80/855	140/230
10	96/590	80/787	100/780	100/670	180/180
11	120/475	100/625	125/620	125/530	224/145
12	150/380	125/501	160/490	160/405	280/117
13	184/310	160/385	200/390	200/380	355/92
14	230/245	200/312	250/310	250/300	450/73
15	305/188	250/250	315/260	315/240	560/66
16	380/148	315/195	400/202	400/180	710/46
17	480/120	400/152	500/154	500/146	900/36
18	600/89	500/125	630/119	630/114	1120/29
19	370/170	400/145	630/125	800/90	1400/23
20	460/134	500/123	800/93	1000/70	1800/18
21	610/94	630/95	1000/70	1250/555	2240/145
22	770/70	800/78	1250/545	1600/418	-
23	960/53	1000/55	1600/42	-	-
24	1200/40	1250/47	2000/30	-	-

Примечания: 1. В числителе — частота вращения шпинделя, об/мин, в знаменателе — наибольший допустимый момент на шпинделе, Н·м.

2. Модели станков:

1A62, 1A62Б, 1A62Г

Мощность электродвигателя главного движения $N_{\text{Э}} = 7$ кВт; КПД станка $\eta = 0,75$.

Продольные подачи станка: 0,082; 0,088; 0,10; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,16; 0,18; 0,20; 0,23; 0,24; 0,25; 0,28; 0,30; 0,33; 0,35; 0,40; 0,45; 0,48; 0,50; 0,55; 0,60; 0,65; 0,71; 0,80; 0,91; 0,96; 1,00; 1,11; 1,21; 1,28; 1,46; 1,59.

Поперечные подачи станка: 0,027; 0,029; 0,033; 0,038; 0,040; 0,042; 0,046; 0,050; 0,054; 0,058; 0,067; 0,075; 0,079; 0,084; 0,092; 0,10; 0,11; 0,12; 0,13; 0,15; 0,16; 0,17; 0,18; 0,20; 0,22; 0,23; 0,27; 0,30; 0,32; 0,37; 0,40; 0,41; 0,48; 0,52.

1B62Г

Мощность электродвигателя главного движения $N_{\text{Э}} = 7,5$ кВт; КПД станка $\eta = 0,786$.

Продольные подачи станка: 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8.

Поперечные подачи станка S от $S_{\text{прод}}$, т. е. 0,025-1,4.

Наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи, — 7500 Н, поперечной подачи — 2600 Н.

1K62

Мощность электродвигателя главного движения $N_{\text{Э}} = 10$ кВт; КПД станка $\eta = 0,8$.

Продольные подачи станка: 0,070; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,61; 0,70; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12; 3,48; 3,8; 4,16.

Поперечные подачи станка: 0,035; 0,037; 0,042; 0,048; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,6; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08.

Наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи — 3600 Н, поперечной подачи — 5500 Н.

16K20

Мощность электродвигателя главного движения $N_{\text{Э}} = 10$ кВт, КПД станка $\eta = 0,75$.

Продольные подачи станка: 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8.

Поперечные подачи станка, мм/об: S от $S_{\text{прод}}$, т. е. 0,025-1,4. Наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи, — 6000 Н.

Приложение Г.2- Сверлильные станки (паспортные данные)

Параметры	Вертикально-сверлильный				Радиально-сверлильный
	Модели станков				
	2Н118	2Н125	2Н135	2Н150	2В56
Наибольший диаметр обрабатываемого отверстия, мм	18	25	35	50	50
Размер конуса шпинделя (Морзе №)	2	3	4	5	5
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	180; 250; 350; 500; 700; 1000; 1400; 2000; 2800	45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400; 2000	31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400	22; 32; 45; 63; 89; 123; 176; 248; 350; 493; 645; 980;	125; 200; 260"; 320; 410; 500; 650; 800; 1050; 1650
Подача, мм/об	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6	0,05; 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6; 2; 2,24	0,15; 0,19; 0,24; 0,33; 0,42; 0,58; 0,75; 0,95; 1,18
Максимальная осевая сила резания, Н	5600	9000	15000	23500	18000
Максимальный вращающий момент, Н м	88	250	400	800	550
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	1,5	2,8	4,5	7,5	5,5
КПД привода станка	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Приложение Г.3 - Фрезерные станки (паспортные данные)

1.Вертикально-фрезерный станок 6P11.

Рабочая поверхность стола 250×1000 мм. Мощность электродвигателя привода главного движения $N = 5,5$ кВт, КПД станка $\eta = 0,8$. Частота вращения шпинделя, мин^{-1} : 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Продольные подачи стола, мм/мин: 35; 45; 55; 65; 85; 115; 135; 170; 210; 270; 330; 400; 530; 690; 835; 1020. Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи стола, $P = 10$ кН.

2.Вертикально-фрезерный станок 6P12.

Рабочая поверхность стола 320×1250 мм. Мощность электродвигателя привода главного движения $N = 7,5$ кВт, КПД станка $\eta = 0,7$. Частота вращения шпинделя, мин^{-1} : 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Продольные подачи стола, мм/мин: 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250. Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи стола, $P = 15$ кН.

3.Вертикально-фрезерный станок 6P13.

Рабочая поверхность стола 400×1600 мм. Мощность электродвигателя привода главного движения $N=11$ кВт, КПД станка $\eta = 0,8$. Частота вращения шпинделя, мин^{-1} : 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Подачи стола продольные и поперечные, мм/мин: 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250. Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи стола, $P = 15$ кН.

4.Горизонтально-фрезерный станок 6M80Г.

Рабочая поверхность стола 200×800 мм. Мощность электродвигателя главного движения $N = 2,8$ кВт, КПД станка $\eta = 0,75$. Число скоростей — 12. Частота вращения шпинделя, мин^{-1} , 50—2240. Число подач — 12. Пределы подачи стола, мм/мин: продольных 16-710; поперечных 11,2-500; вертикальных 5,6-250.

5.Горизонтально-фрезерный станок 6M81Г.

Рабочая поверхность стола 250×1000 мм. Мощность электродвигателя главного движения $N = 4,5$ кВт, КПД станка $\eta = 0,75$. Число скоростей — 16. Частота вращения шпинделя, мин^{-1} , 65-980. Число подач — 16. Пределы подачи стола, мм/мин: продольных 35-980; поперечных 25-765; вертикальных 12-380.

6.Горизонтально-фрезерный станок 6H82Г.

Рабочая поверхность стола 320×1250 мм. Мощность электродвигателя главного движения $N = 7$ кВт, КПД станка $\eta = 0,75$. Число скоростей — 18. Частота вращения шпинделя, мин^{-1} , 30,5-1600. Число подач — 18. Пределы подачи стола, мм/мин: продольных 30-1500; поперечных 30-1500; вертикальных 8-400.

7. Горизонтально-фрезерный станок 6М83Г.

Рабочая поверхность стола 400×1600 мм. Мощность электродвигателя главного движения $N = 10$ кВт, КПД станка $\eta = 0,75$. Число скоростей — 18. Частота вращения шпинделя, мин^{-1} , 31,5-1600. Число подач — 18. Пределы подачи стола, мм/мин: продольных 25-1250; поперечных 25-1250; вертикальных 8-400.

8. Универсальный горизонтально-фрезерный станок 6П80.

Рабочая поверхность стола 200×800 мм. Мощность электродвигателя главного движения $N = 2,8$ кВт, КПД станка $\eta = 0,5-0,85$. Принять $\eta = 0,75$. Наибольший угол поворота стола в градусах $+45$. Число скоростей — 12. Частота вращения шпинделя, мин^{-1} : 50, 71, 100, 140, 200, 280, 400, 560, 800, 1120, 1600, 2240. Число подач - 12. Подачи стола, мм/мин: продольные: 22,4; 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; поперечные: 16; 22,4; 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 700; вертикальные: 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 260; 355.

9. Универсальный горизонтально-фрезерный станок 6Н81.

Рабочая поверхность стола 250×1000 мм. Мощность электродвигателя главного движения $N = 4,5$ кВт, КПД станка $\eta = 0,75$. Наибольший угол поворота стола в градусах ± 45 . Число скоростей — 16. Частота вращения шпинделя, мин^{-1} : 65, 80, 100, 125, 160, 210, 255, 380, 490, 590, 725, 945, 1225, 1500, 1800. Число подач — 16. Подачи стола, мм/мин: продольные: 35; 40; 50; 65; 85; 105; 125; 165; 205; 250; 300; 390; 510; 620; 755; 980; поперечные: 25; 30; 40; 50; 65; 80; 100; 130; 160; 190; 230; 320; 400; 480; 585; 765; вертикальные: 12; 15; 20; 25; 33; 40; 50; 65; 80; 95; 115; 160; 200; 240; 290; 380.

10. Универсальный горизонтально-фрезерный станок 6М82.

Рабочая поверхность стола 320×1250 мм. Мощность электродвигателя главного движения $N = 7$ кВт, КПД станка $\eta = 0,75$. Наибольший угол поворота стола в градусах ± 45 . Число скоростей — 18. Частота вращения шпинделя, мин^{-1} , 31,5-1600. Число подач — 18. Пределы подачи стола, мм/мин: продольных 25-1250; поперечных 25-1250; вертикальных 8-400.

11. Универсальный горизонтально-фрезерный станок 6М83.

Рабочая поверхность стола 400×1600 мм. Мощность электродвигателя главного движения $N = 10$ кВт, КПД станка $\eta = 0,75$. Наибольший угол поворота стола в градусах ± 45 . Число скоростей — 18. Частота вращения оборотов шпинделя, мин^{-1} , 31,5-1600. Число подач — 18. Пределы подачи стола, мм/мин: продольных 25-1250; поперечных 25-1250; вертикальных 8-400.

Приложение Г.4. - Горизонтальные протяжные полуавтоматы для внутреннего протягивания (*паспортные данные*)

№	Параметры	7Б55	7Б55У	7Б56	7Б56У	7Б56САУ	7Б57	7Б58
1	Номинальная тяговая сила, кН	100	100	200	200	200	400	800
2	Наибольшая длина хода салазок, мм	1250	1250	1600	1600	1600	2000	2000
3	Размеры рабочей поверхности опорной плиты, мм	450 × 450	450 × 450	450 × 450	450 × 450	450 × 450	560 × 560	560 × 560
4	Диаметр отверстия:							
	в опорной плите под планшайбу, мм	160	160	200	200	200	250	250
	в планшайбе, мм	125	100	160	160	130	200	250
5	Скорость рабочего хода протяжки, м/мин	1,5...11,5	1,5...11,5	1,5...11,5	1,5...13	1,5...11,5	1Д..6Д5	0,5...3,6
6	Рекомендуемая скорость обратного хода протяжки, м/мин	20...25	20...25	20...25	20...25	20...25	20...25	10
7	Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	18,5	17	30	30	30	37	55
8	Габаритные размеры:							
	длина, мм	6340	4070	7200	5200	7200	9400	10100
	ширина, мм	2090	1600	2135	2000	2020	2500	2600
	высота, мм	1910	1500	1910	1700	1700	1910	1700
9	Масса, кг	5200	4700	7450	7000	8500	13 500	22000

Примечание. Полуавтоматы 7Б55У и 7Б56У являются модификациями полуавтоматов соответственно 7Б55 и 7Б56 и отличаются отсутствием приставной станины с механизмом автоматического подвода и отвода протяжки.

Приложение Г.5. Вертикальные протяжные полуавтоматы для внутреннего и наружного протягивания(паспортные данные)

Параметры	7Б64	7Б65	7Б66	7Б67	7Б68	7Б74	7Б75	7Б76	7Б77,	7Б75Д	7Б76Д1
Номинальная тяговая сила, кН	50	100	200	400	800	50	100	200	400	100	200
Рабочая ширина, мм:											
стола,	320	450	450	710	710	320	450	450	710	450	450
салазок	—	—	—	—	—	320	400	500	630	400	500
Расстояние от салазок до оси отверстия в столе, мм	150	180	210	250	500	—	—	—	—	—	—
Расстояние от поверхности салазок до торца стола, мм	—	—	—	—	—	125	160	200	200	160	200
Наибольшая длина хода салазок, мм	1000	1250	1250	1600	1600	1000	1250	1250	1600	1250	1600
Скорость рабочего хода протяжки, м/мин	1,5... 11, 5	1,5... 11,5	1,5... 13	1,5... 7,9	1,0...8	1,5... 11,5	1,5... 11,4	1,5... 13	1,0... 7,9	1,5... 11	1,5... 13
Рекомендуемая скорость обратного хода протяжки, м/мин	20	20	20	14	10	20	20	20	16	13,7	13,7
Мощность электродвигателя, кВт	11	22	30	57	80	11	22	30	57	22	30
Габаритные размеры (без рабочей площадки):											
длина, мм	2875	3292	3866	4000	4550	3152	3600	4310	4650	3140	3550
ширина, мм	1350	1333	1392	2060	2760	1290	1262	1392	2070	2525	2570
высота, мм	3640	4540	4555	5500	5870	2620	3370	3370	4350	3360	4070
Масса, кг	5050	8080	11440	18500	222000	4750	8000	10785	21000	14500	18600

Примечания.

- 1 Полуавтоматы 7Б64, 7Б65, 7Б66, 7Б67 предназначены для внутреннего протягивания, остальные для наружного.
2. Полуавтоматы 7В75Д и 7В76Д1 сдвоенные с двумя салазками и двумя приводными столами, работающими поочередно

Приложение Г.6. Зубофрезерные станки (паспортные данные)

Основные данные	Модель			
	5К-301	5Е32	5324	5Д32
Наибольший диаметр нарезаемых колес, мм	125	800	500	800
Наибольший модуль нарезаемых колес, мм	2,5	6 (сталь), 8 (чугун)	6	6
Наибольший угол наклона нарезаемых колес, град.	45	45	60	60
Наименьшее и наибольшее расстояния от торца стола до оси инструмента, мм	100-250	—	90-320	200-400
Наименьшее и наибольшее расстояния от оси инструмента до оси изделия, мм	20-135	—	30-325	30-500
Размеры фрезы (диаметр x длина), мм	100x90	150x100	120x100	120x100
Частота вращения фрезы, мин ⁻¹	115-1000	53;63;78; 102; 125; 153;202; 250	50-250	47,5-192
Подачи, мм/мин: осевые	0,37-47	0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5 мм/об	0,5-4 мм/об	0,3-3 мм/об
радиальные	0,4-60		0,5-1 мм/об	0,1-1 мм/об
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	2,9	4,7	3,8	3,8
Масса, станка, кг	2400		2900	3660

Приложение Г.7. Зубодолбежные станки (паспортные данные)

Основные данные	Модель			
	5107	5А12	5М14	5Б150
Наибольший диаметр обрабатываемых колес наружного зацепления, мм	80	203	500	800
Наибольший наружный диаметр колес при нарезании зубьев внутреннего зацепления, мм	100	220	550	900
Наибольшая ширина нарезаемого зуба, мм:				
наружного зацепления	20	50	105	170
внутреннего зацепления	15	30	75	120
Наименьший и наибольший нарезаемый модуль, мм	0,2-1	1-4	2-6	4-12
Число двойных ходов долбяка в минуту	400, 700,	200,315,	125, 179,	25-150
	1200, 2000	425, 600	265, 400	

Основные данные	Модель			
	5107	5A12	5M14	5B150
Пределы круговых подач на один двойной ход долбяка, мм	0,0125-0,56	0,1-0,46	0,17-0,51	0,3—1,15
Мощность главного электродвигателя кВт	0,6	1,3	2,8	7
Масса станка, кг	850	1850	3450	10200

Приложение Г.8. Кругло- и внутришлифовальные станки (паспортные данные)

Показатель	Круглошлифовальные		Внутришлифовальные	
	3Б153	3Б161	3А227	3К228В
Наибольшие размеры шлифования, мм (диаметр x длина)	120x450	250 x 900	100x125	200 x 200
Наибольшие размеры шлифующего круга, мм	400x50x203	600 x 63x 305	80x63	175x63
Частота вращения: шлифующего круга, мин ⁻¹	1670	1112; 1272	8470; 13000; 19000	4500; 6000; 9000;13000
шпинделя изделия, мин ⁻¹	80...800*	63...400*	180...1200*	100...600*
Скорость перемещения стола, м/мин	0,5...5*	0,1...6*	0,4...12*	1...7*
Поперечная подача: периодическая, мм/ход	0,0025... 0,025**	0,0025... 0,03**	0,0025... 0,03**	0,001... 0,006***
непрерывная, мм/мин	0,05...1,5*	0,1...2*	0,05...1,2*	
Угол поворота оси изделия, град	+6...-7	+3...-8	+ 15...-15	+ 15...—15
Мощность электродвигателя шлифующего круга, кВт	5,5	7,5	3	5,5

* - изменяется бесступенчато; ** - через 0,0025 мм; *** - через 0,001 мм.

Приложение Г.9. Плоско - и бесцентрошлифовальные станки (паспортные данные)

Показатель	Плоскошлифовальные		Бесцентровошлифовальные	
	3711	3Б722	3Г182	3М184
Наибольшие размеры шлифования, мм (диаметр × длина)	200 × 630	320 × 1000	25 × 100	80 × 150
Наибольшие размеры круга, мм:				
шлифующего	250 × 32 × 76	450 × 63 × 203	350 × 100 × 203	500 × 150 × 305
ведущего	—	—	250 × 100 × 127	350 × 150 × 203
Частота вращения круга, мин ⁻¹				
шлифующего	2680	1460	1940; 2780	1380
ведущего	—	—	19...190*	11...150*
Скорость перемещения стола, м/мин	3...25*	2...40*	—	—
Поперечная подача:				
периодическая, мм/ход	0,3...15*	1...30*	—	—
непрерывная, мм/мин	—	—	0,05...8*	0,06...10*
Автоматическая вертикальная подача, мм/ход	0,002...0,05 через 0,002	0,005...0,1 через 0,005		
Угол поворота круга, град			+5...-5	+5...-5
Мощность электродвигателя шлифующего круга, кВт	2,2	10	7	13

* — изменяется бесступенчато.

Приложение Г.10. Хонинговальные станки (паспортные данные)

Показатель	Тип станка				
	3А83	3А84	Полуав- то- мат 382	3Г833 (вместо 3Б833)	3Н84 (вместо 3А84)
Диаметр хонингуемых отверстий, мм	80-165	60-200	30-104	145 (наибольший)	50-200
Перемещение шпин- дельной головки, мм	50-500	75-1200	35-500	500 (наибольшее)	1250 (наиболь- шее)
Число оборотов шпин- деля	4	6	4	Регулирова- ние бесступенча- тое	8
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	130;17 7; 235;35 2	75-400	185;260; 365; 515	155-400	63; 80; 100;125; 160; 200;250; 315
Скорость возврат- но-поступательного движения хонинговаль- ной головки, м/мин (регулирование бессту- пенчатое)	0-20	0-15	3-17	8,1-15,5	0-20
Размеры рабочей по- верхности, стола, мм	480 ×750	750 ×750	480×750	460×1000	800 × 800
Наибольший верти- кальный ход стола, мм	325	—	—	—	—
Дозированная радиаль- ная подача, мм	Нет	0,0004-0,00 02	Нет	Нет	Нет
Наибольшее удельное давление на бруски, Н/см ² («кгс/см ²)	15	15	15		
Конус Морзе отверстия шпинделя	№ 5	№ 5	№ 4		№ 5
Мощность главного электродвигателя, кВт	10	7	4,5	3,0	—
Габариты, мм	1160× 1375× 3720	2265×1260× 4870	1875× 2275× 2965	1380× 1120 × 2475	2290 × 1820× 4845
Масса, кг	3300	5800	2365	1300	6000

Приложение Г10. Примерная группировка вертикальных зубофрезерных станков по жесткости

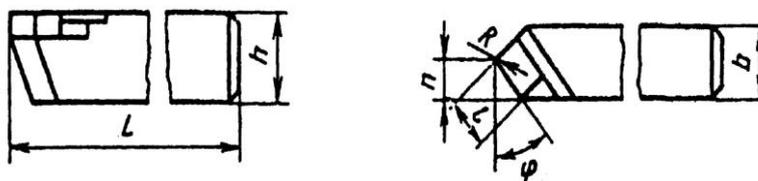
Группа станков	Мощность главного привода, кВт	Максимальный модуль, мм	Диаметр стола, мм	Модель станка
I	1,5-2,8	4-6	400-550	532 5320
II	3-4	5-8	500-600	5Б32П 5Д32 5Е32 5К324
III	5-9	10-12	600-1000	5К32 5А326 5327

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
ВЫБОР РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Приложение Д.1 - Выбор типовых марок твердого сплава

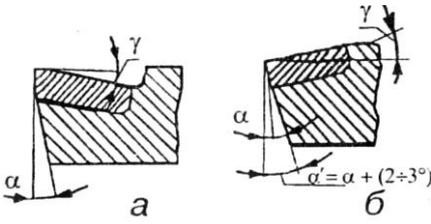
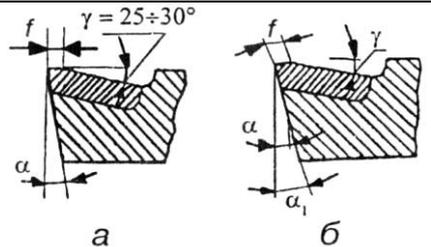
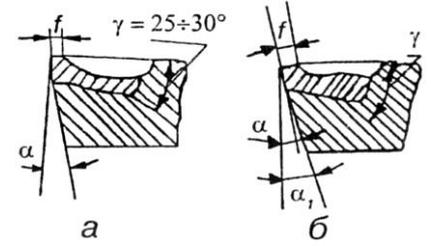
Характер обработки	Марка сплава при обработке			
	стали		чугуна	
	углеродистой и легированной	закаленной	HB240	HB 400-700
Черновое точение по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании с ударами	T5K10, T5K12B, BK8, BK83	—	BK8 BK8B BK4	BK8 BK8B
Черновое точение по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании	T14K8, T5K10	—	BK4 BK8 BK6	BK6M BK4
Получистовое и чистовое точение при прерывистом резании	T15K6, T14B8, T5K10	T5K10 BK4 BK8	BK4 BK6 BK8	BK6M
Точное точение при прерывистом Резании	T30K4, T15K6	T14K8 T5K10 BK4	BK3 BK3 BK4	BK6M BK3M
Точное точение при непрерывном Резании	T30K4	T30K4 T15K6 BK6M, BK3M	BK3 BK3 BK4	BK6M BK3M
Отрезка и прорезка канавок	T15K6, T14K8 T5K10	BK6M BK4	BK3 BK3M	BK6M BK3M

Приложение Д.2 – размеры и схема проходной резец с пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 18878-73)



<i>h</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>n</i>		<i>l</i>	<i>R</i>
			$\varphi = 45^\circ$	$\varphi = 60^\circ$		
16	10	100	6	4,5	8	0,5
20	12	120	7	6	10	1,0
20	16	120	9	7	12	1,0
25	16	140	9	7	12	1,0
32	20	170	12	9	16	1,5
32	25	170	14	11	20	2,0
40	25	200	14	11	20	2,0

Приложение Д.3 - Формы передней поверхности резцов

Обозначение, наименование	Эскиз передней поверхности	Область применения	
		a - для резцов из быстрорежущей стали	ϵ - для резцов с пластинками твердых сплавов
<p>I. Плоская</p> 	<p>Обработка чугуна, обработка стали при $S < 2$ мм/об, для фасонных резцов сложного контура</p>	<p>Обработка стали с $\sigma_B > 800$ МПа при достаточной жесткости и виброустойчивости заготовки. Необходим стружколоматель</p>	
<p>II. Плоская с фаской</p> 	<p>Обработка стали при $S > 2$ мм/об.</p>	<p>Обработка серого и ковкого чугуна, стали $\sigma_B > 800$ МПа при достаточной жесткости и виброустойчивости заготовки. Необходим стружколоматель</p>	
<p>III. Радиусная с фаской</p> 	<p>Обработка стали с обеспечением стружколомания</p>	<p>Обработка стали $\sigma_B < 800$ МПа при $t = 1-5$ мм, $S > 0,3$ мм/об. Стружколомание обеспечивается лункой: $B = 2-2,5$ мм, $R = 4-6$ мм, глубина лунки 0,1-0,15 мм</p>	

Приложение Д.4 - Углы режущей части резцов

Обрабатываемый материал	Материал режущей части. Форма передней поверхности	Геометрические параметры режущей части, град.			
		γ_f	γ	α	γ
<i>Точение, растачивание, строгание</i>					
Сталь углеродистая, легированная, инструментальная, стальное литье HB < 340,	БС, IIa, IIIa	—	25-30	8-12	0
Чугун серый и ковкий HB < 220	БС, Ia, IIa, IIIa	—	12-18	8-12	-4...+4
Сталь конструкционная, углеродистая, легированная, стальное литье:					
$\sigma_B < 1000$ МПа	ТС, IIб, IIIб	-3...-5	15	—	—
$\sigma_B > 1000$ МПа	Iб, IIб	-10	—	12	—

Приложение Д.5 - Значения углов φ и φ_1 , град.

Условия обработки	φ	Условия обработки	φ_1
Обтачивание ступенчатых заготовок недостаточной жесткости; обтачивание, растачивание ступенчатых поверхностей в упор; подрезание, прорезание и отрезание	90	Для проходных резцов при работе без врезания: из быстрорежущей стали с пластинками из твердого сплава	5-10 15
Для отрезных резцов при отрезании заготовок без бобышек	80	Для проходных резцов при работе с врезанием: до 3 мм св. 3 мм	15 20-30
Точение на проход заготовок малой жесткости, растачивание чугуна	60-75	Для подрезных и расточных резцов: из быстрорежущей стали с пластинками из твердого сплава	10-15 20
Точение жестких заготовок проходными резцами	30-60	Для прорезных и отрезных резцов	1-2
Чистовое точение с малой глубиной резания	10-30	Для резцов с отогнутым сечением: до 20 × 30 мм св. 20 × 30 мм для широких резцов	45 30 0

Приложение Д.6 - Фрезы торцовые насадные со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава (ГОСТ 24359-80)

Обозначение	D мм	z	Обозначение	D мм	z
2214-0001	100	8	2214-0011	250	14
2214-0003	125	8	2214-0013	315	18
2214-0005	160	10	2214-0015	400	20
2214-0007	200	12	2214-0017	500	26

1. Главный угол в плане φ у фрез может быть 45, 60, 75, 90°.

2. Пример условного обозначения фрезы с ножами, оснащенными твердым сплавом, диаметром $D = 200$ мм и углом $\varphi = 60$:

Фреза 2214-0007 60° ГОСТ 24359-80

Приложение Д.7 Фрезы цилиндрические (ГОСТ 3752-71)

<i>С мелким зубом</i>				<i>С крупным зубом</i>			
<i>D мм</i>	<i>d, мм</i>	<i>L, мм</i>	<i>z</i>	<i>D мм</i>	<i>d, мм</i>	<i>L, мм</i>	<i>z</i>
<i>(40)</i>	<i>16</i>	<i>40</i> <i>50</i> <i>63</i>	<i>10</i>	<i>(50)</i>	<i>22</i>	<i>50</i> <i>63</i> <i>80</i>	⁶
<i>50</i>	<i>22</i>	<i>50</i> <i>63</i> <i>80</i>	<i>12</i>	<i>63</i>	<i>27</i>	<i>50</i> <i>63</i> <i>80</i> <i>100</i>	⁸
<i>63</i>	<i>27</i>	<i>50</i> <i>63</i> <i>80</i> <i>100</i>	<i>14</i>	<i>80</i>	<i>32</i>	<i>63</i> <i>80</i> <i>100</i> <i>125</i>	¹⁰
<i>80</i>	<i>32</i>	<i>63</i> <i>80</i> <i>100</i> <i>125</i>	<i>16</i>	<i>100</i>	<i>40</i>	<i>80</i> <i>100</i> <i>125</i> <i>160</i>	¹²
<i>(100)</i>	<i>40</i>	<i>80</i> <i>100</i> <i>125</i> <i>160</i>	<i>18</i>				

1. Фрезы, размеры, которых указаны в скобках, по возможности не применять.
2. Материал для фрез: быстрорежущая сталь марки P18 или P9.
3. Для фрез, изготавливаемых в централизованном порядке, угол наклона винтовых канавок $\omega = 30...40^\circ$; передний угол $\gamma = 15^\circ$; задний $\alpha = 16^\circ$.

Приложение Д.8 - Дисковые пазовые фрезы (по ГОСТ 3964-69).

<i>D, мм</i>	<i>B*, мм</i>	<i>d, мм</i>	<i>Число зубьев</i>
<i>50</i>	<i>3-6</i>	<i>16</i>	<i>14</i>
<i>63</i>	<i>5-8</i>	<i>22</i>	<i>16</i>
<i>80</i>	<i>8-12</i>	<i>27</i>	<i>18</i>
<i>100</i>	<i>10-16</i>	<i>32</i>	<i>20</i>
<i>125</i>	<i>8; 12; 16; 20; 25</i>	<i>32</i>	<i>22</i>

*В указанных пределах брать из ряда: 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16 мм.

Приложение Д.9 - Дисковые трехсторонние фрезы с разнонаправленными зубьями (по ГОСТ 28.527-90)

<i>D</i> ,мм	<i>B</i> [*] ,мм	<i>d</i> ,мм	Число зубьев для типа	
			1	2
63	6-16	22	16	12
80	8-20	27	18	14
100	10-25	32	20	14
125	12-28	32	22	18

* В указанных пределах брать из ряда: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28 мм.

Приложение Д.10 - Прорезные (шлицевые) и отрезные фрезы (по ГОСТ 2679-93)

<i>D</i> [*] , мм	<i>B</i> , мм	<i>d</i> ^{**} , мм	Число зубьев для типа 1	<i>D</i> [*] , мм	<i>B</i> , мм	<i>d</i> ^{**} , мм	Число зубьев для типа 2	<i>D</i> [*] , мм	<i>B</i> , мм	<i>d</i> ^{**} , мм	Число зубьев для типа 3
20	0,20	5	80	25	0,20	8	80	32	0,20	8	100
	0,25		64		0,25		80		0,25		100
	0,30		64		0,30		80		0,30		80
	0,40		64		0,40		64		0,40		80
	0,50		48		0,50		64		0,50		80
	0,60		48		0,60		64		0,60		64
	0,80		48		0,80		48		0,80		64
	1,00		40		1,00		48		1,00		64
	1,20		40		1,20		48		1,20		48
	1,40		40		1,40		48		1,40		48
	1,60		40		1,60		40		1,60		48
	2,00		32		2,00		40		2,00		48
	2,50		32		2,50		40		2,50		40
					2,80		40		2,80		40
		3,00	32	3,00	40						
				4,00	40						

Продолжение таблицы Д.10

D*, мм	B, мм	d**, мм	Число зубьев для типа			D*, мм	B, мм	d**, мм	Число зубьев для типа		
			1	2	3				1	2	3
40	0,20	10	128			63		16			
	0,25		100				0,25		160	-	-
	0,30		100				0,30		128	-	-
	0,40		100				0,40		128	-	-
	0,50		80				0,50		128	64	-
	0,60		80				0,60		100	48	-
	0,80		80				0,80		100	48	-
	1,00		64				1,00		100	48	24(18)
	1,20		64	-	-		1,20		80	40	20(16)
	1,40		64				1,60		80	40	20(16)
	1,60		64				2,00		80	40	20(14)
	2,00		48				2,50		64	32	16(14)
	2,50		48				3,00		64	32	16
	2,80		48				4,00		64	-	-
	3,00		48				5,00		48	-	-
	4,00		40				6,00		48	-	-
5,00	40										
50	0,20	13	128	-	-	80		22			
	0,25		128	-	-		0,30		160	-	-
	0,30		128	-	-		0,40		160	-	-
	0,40		100	-	-		0,50		128	-	-
	0,50		100	48	-		0,60		128	64	-
	0,60		100	48	-		0,80		128	64	-
	0,80		80	40	-		1,00		100	48	24(20)
	1,00		80	40	20		1,20		100	48	24(18)
	1,20		80	40	20		1,60		100	48	24(18)
	1,60		64	32	16		2,00		80	40	20(16)
	2,00		64	32	16		2,50		80	40	20(16)
	2,50		64	32	16		3,00		80	40	20(14)
	3,00		48	24	-		4,00		64	32	-
	4,00		48	-	-		5,00		64	-	-
	5,00		48	-	-		6,00		64	-	-
	6,00		40	-	-						
100	0,50	22	160	-	-	200		32	200	-	-
	0,60		160	80	-		1,20		200	100	-
	0,80		128	64	-		1,60		160	80	-
	1,00		128	64	32(22)		2,00		160	80	40(26)
	1,20		128	64	32(20)		2,50		160	80	40(26)
	1,60		100	48	24(20)		3,00		128	64	32(22)
	2,00		100	48	24(18)		4,00		128	64	32(22)
	2,50		100	48	24(18)		5,00		128	64	32(20)
	3,00		80	40	20(16)		6,00		100	48	-
	4,00		80	40	-						
	5,00		80	-	-						
	6,00		64	-	-						

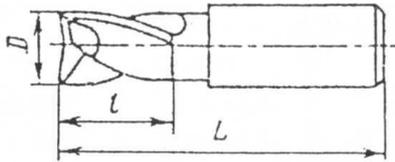
Продолжение таблицы Д.10

D^*	B	d^{**}	Число зубьев для типа			D^*	B	d^{**}	Число зубьев для типа		
			1	2	3				1	2	3
125	0,60	21	160	-	-	250	32	200	100	-	
	0,80		160	80	-						
	1,00		160	80	-						
	1,20		128	64	-						
	1,60		128	64	32(22)						
	2,00		128	64	32(20)						
	2,50		100	48	24(20)						
	3,00		100	48	24(18)						
	4,00		100	48	24(18)						
	5,00		80	-	-						
	6,00		80	-	-						
160	1,00	32	160	80	-	315	40	200	100	48	
	1,20		160	80	40(26)						
	1,60		160	80	32(22)						
	2,00		128	64	32(22)						
	2,50		128	64	32(20)						
	3,00		128	64	24(20)						
	4,00		100	48	-						
	5,00		100	48	-						
	6,00		100	48	-						

* Поле допуска $h16$.

** После допуска $H7$.

Приложение Д.11 - Шпоночные фрезы (по ГОСТ 9140-78).

Тип 1 — с цилиндрическим хвостовиком			
	$D, \text{ мм}$	$L, \text{ мм}$	$l, \text{ мм}$
		2	36
	3	37	5
	4	39	7
	5	42	8
	6	52	8
	7	54	10
	8	55	11
	10	63	13
	12	73	16
	14	73	16
	16	79	19
	18	79	19
	20	88	22
	22	88	22
	25	102	26

Цилиндрические фрезы												
Ширина В фрезерования, мм	Диаметр D фрезы, мм, при глубине t фрезерования, мм.											
	2			5			8			10		
70	63			80			100			100		
100	80			100			100			125		
150	100			125			125			160		
200	100			125			160			200		
Дисковые фрезы (быстрорежущие)												
Ширина В фрезерования, мм	Диаметр D фрезы, мм, при глубине t фрезерования, мм.											
	5	8	15	20	30	45	60	75				
10	50	63	80	100	125	180	200	224				
16	—											
20	—											
25	—											
28	—											
32	—											
36	—											
40	—											
45	—											
50	—											
Дисковые фрезы (твердосплавные)												
Ширина В фрезерования, мм	Диаметр D фрезы, мм, при глубине t фрезерования, мм.											
	5	10	15	20	25	30	50	75	100			
14...22	100					--		--	--			
12...25	125											
14...28	160											
12...32	180											
12...40	--	--				200						
14...36	--	--				224						
16...40	--	--				--	250					
	--	--				--	315					
Торцовые фрезы												
Ширина В фрезерования, мм	Диаметр D фрезы, мм											
	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
До 40	+	+	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
40...60	--	--	+	+	--	--	--	--	--	--	--	--
60...80	--	--	--	+	+	+	--	--	--	--	--	--
80...100	--	--	--	--	+	+	+	--	--	--	--	--
100...120	--	--	--	--	--	+	+	--	--	--	--	--
120...140	--	--	--	--	--	--	+	+	--	--	--	--
140...160	--	--	--	--	--	--	+	+	--	--	--	--
160...180	--	--	--	--	--	--	--	+	+	--	--	--
180...200	--	--	--	--	--	--	--	+	+	+	--	--
200...250	--	--	--	--	--	--	--	--	+	+	+	--
300...350	--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	+	+

Прорезные и отрезные фрезы									
Ширина В фрезерования, мм	Диаметр D фрезы, мм, при глубине t фрезерования, мм.								
	5	10	15	20	30	40	60	70	80
0,5...0,6	50	100	--			--			--
0,8...1,4		63	100	160	200				
1,6...2,8		50		125	160	200	250	315	
3...6	--		63	100	125	160	200	250	315
Пазовые фрезы									
Ширина В фрезерования, мм	Диаметр D фрезы, мм, при глубине t фрезерования, мм.								
	3		5		10		15		
3...6	50		50		--		--		
6...8	--		63				--		
8...12	--		80				100		

Приложение Д.13 Физико-механические свойства и область применения металлокерамических твердых сплавов

Сплав	Предел прочности при изгибе, МПа	Плотность, г/см ³	Твердость HRA, не менее	Область применения
ВК3	981	14,9...15,3	89	Чистовая обработка деталей из чугуна, стекла, мрамора
ВК4	1275	14,9...15,1	89,5	
ВК6	1180	14,6...15,0	88	Черновая обработка деталей из чугуна и цветных сплавов при спокойной нагрузке
ВК6М	1275	14,8...15,0	90	
ВК8	1275	14,4...14,8	87,5	Черновая обработка деталей из чугуна и цветных сплавов при переменной и ударной нагрузках
ВК8М	1470	14,4...14,8	86,5	
Г5К10	1130	12,3...13,2	88,5	Черновая обработка деталей из сталей при переменной и ударной нагрузках
Т15К6	1080	11,0...11,7	90	Черновая обработка деталей из стали при спокойной нагрузке
Г14К8	1130	11,2...12,0	89,5	
Г30К4	885	9,5... 9,8	92	Чистовая обработка деталей из стали
Г60К6	735	6,5...7,0	90	
Г17К12, Т17К15	1470...1620	12,8..13.3	87...88	Черновая обработка деталей из стали и сверление

С увеличением содержания кобальта сплавы становятся менее хрупкими, их прочность при изгибе увеличивается, поэтому сплавы с большим содержанием кобальта используют при черновой обработке, с меньшим содержанием кобальта — при чистовой.

Приложение Д.14 - Выбор марки быстрорежущей стали режущей части фрезы в зависимости от материала заготовки.

Материал заготовки	Марка быстрорежущей стали
Стали: Углеродистые конструкционные Конструкционные легированные Коррозионно- и жаростойкие Жаропрочные	P6M5;10P6M5;P6M3;P18;P9;P12
	10P6M5; P6M5K5
	P6M5K5;P9Ф2К10
	P9M4K8;P18Ф2К5;P10Ф5К5
Чугуны	P6M5
Сплавы алюминиевые, медные и магниевые	P6M5;10P6M5

Приложение Д.15. Фрезы червячные однозаходные для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем

Модуль m, мм	Наружный диаметр D, мм	Угол подъема витков α , град	Число стружечных канавок $Z_{фр}$
1,0	71	1°14	16
1,5	80	1°28	16
2,0	90	2°00	14
2,5	100	2°15	14
3,0	112	2°25	14
3,5	112	2°52	14
4,0	125	2°55	14
4,5	125	3°19	14
5,0	140	3°19	14
5,5	140	3°15	14
6,0	160	3°35	12
7,0	160	4°03	12
8,0	180	4°26	12
9,0	180	4°27	12
10,0	180	4°39	12

Приложение Д.16. Область применения абразивных материалов

Абразивный материал (маркировка)	Область применения
Электрокорунд нормальный 12А 13А 14А 15А 16А	Обработка углеродистой и легированной стали, ковкого и высокопрочного чугуна, легированной бронзы, никелевых и алюминиевых сплавов: 14А, 15А -для предварительного шлифования с большим съемом металла и получистового шлифования; 13А, 14А - для обдирочных малоответственных работ (зачистка литья, поковок). Применяется главным образом в абразивном инструменте на бакелитовой связке, работающем в условиях самозатачивания.
Электрокорунд белый 22А 23А 24А 25А	Более твердый, имеет повышенную абразивную способность и хрупкость по сравнению с электрокорундом нормальным. Применяется для операций окончательного и профильного шлифования, резбошлифования инструментальной и легированной конструкционной стали, заточки сложного режущего инструмента, обработки тонкостенных деталей, а также деталей, склонных к прижогам и имеющим большую поверхность контакта с абразивным кругом.
Электрокорунд хромистый 32А, 33А 34А	По прочности приближается к электрокорунду нормальному, а по режущим свойствам к электрокорунду белому. Применяется для шлифования с увеличенным съемом металла и заточки режущего инструмента.
Электрокорунд цирконистый 38А	Имеет высокую прочность. Применяется для обдирочных работ с большими удельными давлениями резания.
Электрокорунд титанистый 37А	Имеет повышенную прочность. Применяется на операциях предварительного шлифования с увеличенным съемом металла.
Монокорунд 43А 44А 45А	Обладает повышенной прочностью и режущей способностью. Применяется для более ответственных операций шлифования инструментальной стали, для прецизионного шлифования деталей сложных профилей, сухого шлифования и заточки режущего инструмента.
Электрокорунд хромотитанистый 91А,92А,93А,94А 95А	Обладает более высокой механической прочностью и абразивной способностью. Рекомендуется при шлифовании закаленных и незакаленных сталей с повышенным съемом металла.
Карбид кремния черный 53С,54С,55С	Применяется для обработки твердых, хрупких и очень вязких материалов: твердых сплавов, серого и отбеленного чугуна, бронзового и латунного литья, меди; неметаллических материалов (минералов, стекла, кожи, фарфора и др.). Для тяжелых, обдирочных и зачистных работ применяется 53С.
Карбид кремния зеленый 63С 64С	Отличается от карбида кремния черного повышенной режущей способностью и хрупкостью. Используется там же, где карбид кремния черный, а также для окончательного шлифования, чистовой заточки твердосплавного инструмента, хонингования и суперфиниширования.

Приложение Д.17. Зернистость абразивных материалов

Зернистость по ГОСТ 3647-80	Размер зерна основной фракции, мкм	Индекс обозначения содержания зерна основной фракции, %				Область применения
		В	П	Н	Д	
200 160 125 100 80	2500-2000 2000-1600 1600-1250 1250-1000 1000-800	-	55	45	41	Обдирочные операции, зачистка отливок, поковок. Инструмент для правки шлифовальных кругов. Обдирочное шлифование
63 50	800-630 630-500					
40 32 25	500-400 400-315 315-250			43	39	Предварительное и окончательное шлифование закаленных стальных поверхностей и чугуна до 6—7-го класса шероховатостей поверхностей (Ra = 2,5 - 0,63 мкм). Заточка режущего инструмента
20 16	250-200 200-160			43	39	Чистовое шлифование до 7-8-го классов шероховатости поверхности (Ra = 1,5 - 0,32 мкм). Профильное шлифование. Заточка мелкого режущего инструмента
12 10 8 6	160-125 125-100 100-80 80-63		55	45	41	Отделочное и профильное шлифование до 8-9-го классов шероховатости (Ra = 0,63 – 0,16 мкм). Чистовая заточка и доводка режущего инструмента, предварительное хонингование. Резьбошлифование (резьба крупного шага)
5 4 3	63-50 50-40 40-28			40	36	Отделочное шлифование хрупких материалов. Резьбошлифование (резьб мелких шагов). Хонингование до 8-9-го классов шероховатости (Ra = 0,63 - 0,16 мкм)
M63 M50 M40 M28 M20 M14 M10 M7 M5	63-50 50-40 40-28 28-20 20-14 14-10 10-7 7-5 5-3	60	50	45	42	Чистовое хонингование для получения шероховатости поверхности 10-го класса и выше (Ra = 0,16 мкм и менее)
		55	45	40	37	

Прил. Д.18.Область применения абразивных кругов разной степени твердости

Обозначение твердости	Применение
М1, М2, М3, СМ1, СМ1	Операции шлифования с интенсивным самозатачиванием инструмента: плоское шлифование торцом круга; внутреннее шлифование закаленной стали; заточка и доводка режущего инструмента; обработка цветных металлов, труднообрабатываемых и вязких сплавов; шлифование высокотвердой закаленной стали, имеющей склонность к прижогам и трещинам; зубошлифование, резьбошлифование; чистовое шлифование и суперфиниширование
С1, С2	Окончательное и чистовое шлифование (круглое, бесцентровое и внутреннее). Плоское шлифование периферией круга. Резьбошлифование. Шлифование чугуна. Обдирочное шлифование торцом круга
СТ1, СТ2, СТ3	Круглое и бесцентровое врезное шлифование. Профильное шлифование. Обработка разобщенных поверхностей. Обдирочное шлифование чугунов
Т1, Т2	Обдирочное шлифование, снятие заусенцев на поковках и литье. Отрезные круги. Ведущие круги для бесцентрового шлифования. Хонингование закаленной стали. Врезное профильное шлифование с большим съемом металла
ВТ1, ВТ2, ЧТ1, ЧТ1	Силовое, обдирочное шлифование и зачистка в металлургии и кузнечно-литейном производстве. Правка абразивных кругов. Шлифование шаров и выполнение операций с большим удельным давлением резания

Приложение Д.19. Область применения инструмента на разных связках

Маркировка разновидности	Применение
Керамическая связка К	
К0	Малогабаритные круги для внутреннего шлифования
К1 К8	Инструмент общего назначения для всех видов шлифования кроме отрезных и прорезных работ
К5 К7	Инструмент повышенной прочности и кромкостойкости для скоростного, профильного, врезного, прецизионного шлифования
К3	Инструмент из карбида кремния для всех видов шлифования и заточки
Бакелитовая связка Б	
Б	Инструмент с повышенной режущей способностью для шлифования деталей, имеющих склонность к прижогам; для зачистного и обдирочного
Б1	Инструмент общего назначения. Для плоского, внутреннего шлифования, заточки, разрезных работ
Б2	Инструмент для торцешлифования сегментными кругами
Б3	Инструмент для резьбошлифовальных и отрезных работ, хонингования
БУ	Инструмент повышенной прочности для скоростного шлифования, зачистки литья и поковок, отрезных работ

Маркировка разновидности	Применение
Вулканитовая связка В	
В В1	Инструмент общего назначения: для ведущих кругов, бесцентрового шлифования, для отрезных работ, обработки фасонных поверхностей, хонингования незакаленной стали
В2	Инструмент повышенной прочности для скоростного шлифования и резьбошлифования
В3	Инструмент повышенной режущей способности для профильной обработки подшипников качения, чистового шлифования цилиндрических и некруглых поверхностей
Глифталева связка ГФ	
ГФ	Инструмент для доводочных и полировальных работ
ПФ	Поливинилформалева связка ПФ Инструмент для доводочных работ
-	Эпоксидная Инструмент для доводочных работ, абразивных шеверов
Силикатная связка С	
С	Инструмент с уменьшенным тепловыделением и пониженной кромко-стойкостью
М	Магнезиальная связка М Инструмент с уменьшенным тепловыделением и пониженной кромко-стойкостью. Для заточки режущих поверхностей, не требующих высокой точности

Приложение Д.20 Рекомендуемые номера структур кругов для различных видов шлифования

Номер структуры абразивного инструмента	Применение
0-3	Инструмент на бакелитовой и керамической связке для шлифования с малым съемом металла, преимущественно для обработки шарикоподшипников
3-4	Профильное шлифование; шлифование с большими подачами и переменной нагрузкой. Отрезные работы
4-6	Круглое наружное, бесцентровое, плоское шлифование периферией круга
7-9	Плоское шлифование торцом круга, внутреннее шлифование, заточка инструмента
8-10	Шлифование и заточка инструмента, оснащенных твердым сплавом
8-12	Профильное шлифование мелкозернистыми кругами (резьбошлифование)
13-20	Шлифование неметаллических материалов, металлов с низкой теплопроводностью

Приложение Д.21. Характеристики абразивных кругов для круглого наружного шлифования в центрах

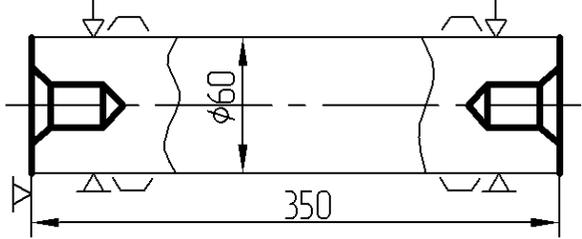
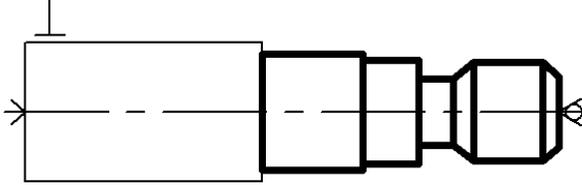
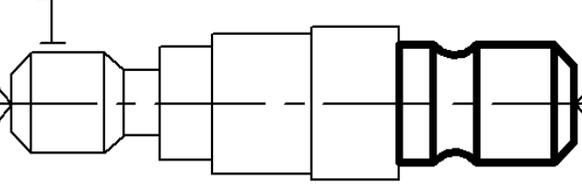
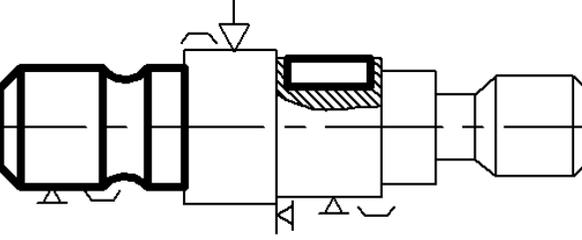
Способ шлифова-	Ra, мкм	Стали конструкционные (углеродистые и легированные)		
		HRC < 30	HRC 30-50	HRC > 50
С продольной подачей	3,2-5,0	15A40-50C15K1	15A40-50CM25K1	15A40-50CM15K1
	1,6-2,5	15A32-40C25K1	15A32-40C15K1	15A32-40CM25K1
	0,8-1,25	15A, 23A32-40CT15K1	15A, 23A32-40C15K1	15A, 23A32-40CM25K1
	0,4-0,63	23A16-25CT15K1	23A16-25C25K1	23A16-25C15K1
	3,2-5,0	15A40-50C25K5	15A40-50C15K5	15A40-50CM25K5
Врезное	1,6-2,5	15A32-40C25K5	15A32-40CM25K5	15A32-40CM25K5
	0,8-1,25	15A, 23A32-40CT15K5	15A, 23A32-40C15K5	15A, 23A32-40C15K5
	0,4-0,63	23A16-25CT25K5	23A16-25C25K5	23A16-25C25K5

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

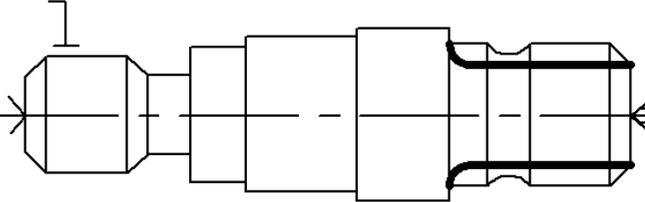
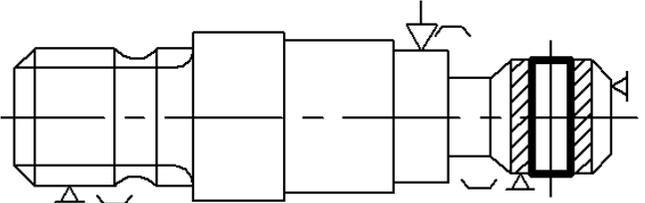
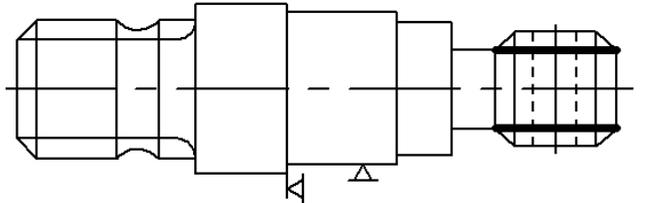
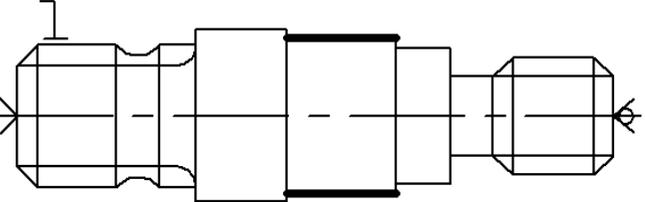
Приложение Е.1.

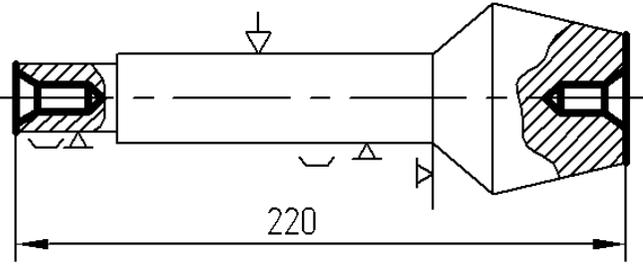
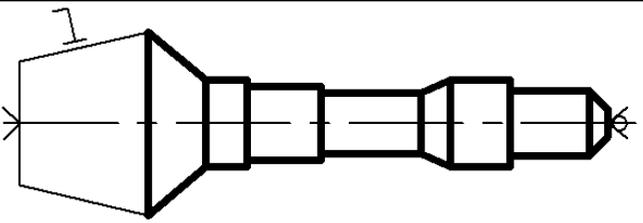
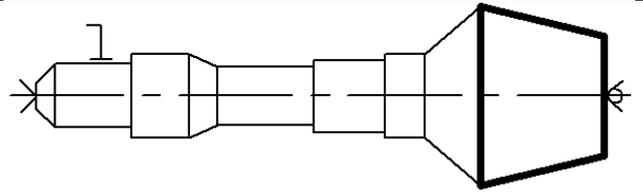
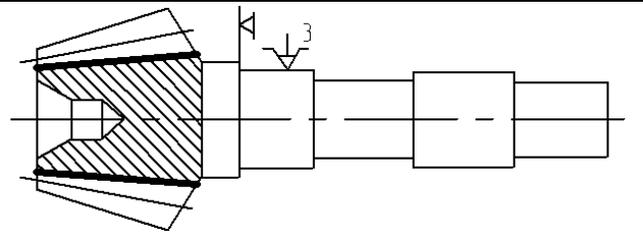
Технологические схемы обработки деталей

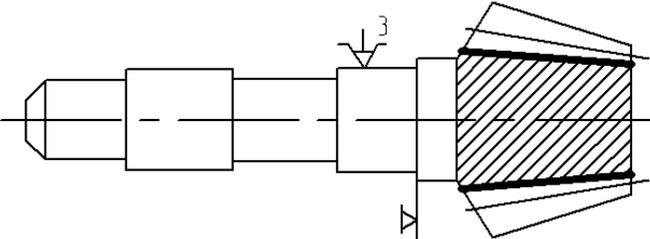
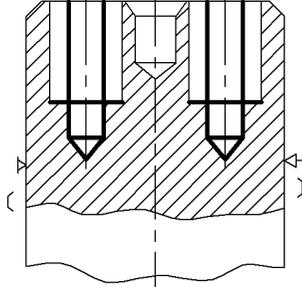
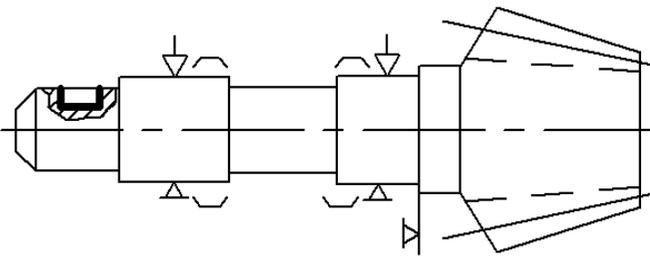
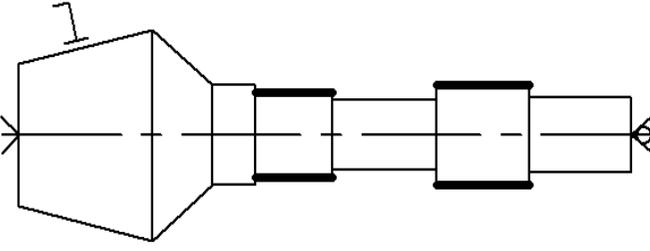
Наименование детали: вал привода

№ опер.	Наименование опера-	Эскиз установки (позиций)	Станок	Инструмент	Приспособление
005	Фрезерно- центроваль- ная (фрезеровать и центровать торец вала с двух сторон)		Фрезер- но-центровальны й	Фрезы торцовые, сверла центровоч- ные	Зажимные призмы
010	Токарная (точить по- верхность)		Токарный	Резец проходной, подрезной	Поводковая планшайба (па- трон), центр вра- щающийся
015	Токарная (точить по- верхность)		Токарный	Резец проходной, подрезной, ради- усный	Поводковая планшайба, центр
020	Фрезерная (фрезеровать шпоночный паз)		Вертикаль- но-фрезерный	Фреза пальцевая	Приспособление призматическое с зажимом

Продолжение Прил.Е.1

025	Шлицефрезерная (фрезеровать шлицы)		Шли- це-фрезерный	Фреза червячная	Хомутик, центры, поводковая план- шайба
030	Сверлильная (сверлить отверстие)		Вертикаль- но-сверильный	Сверло спиральное	Приспособление с пневмозажимом
035	Резьбонакатная (накатать резьбу)		Резьбонакатной	Резьбонакатные ролики	Приспособление с неподвижной опорой
040	Шлифовальная (шлифо- вать поверхность)		Круглошлифо- вальный	Шлифовальный круг формы ПП	Поводковая план- шайба, хомутик, центра

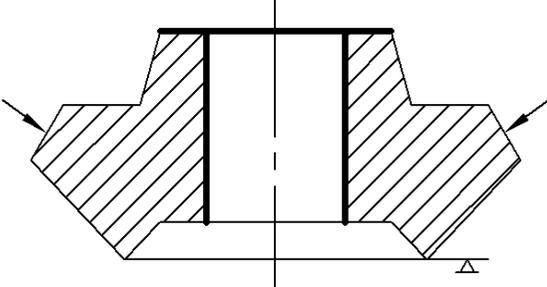
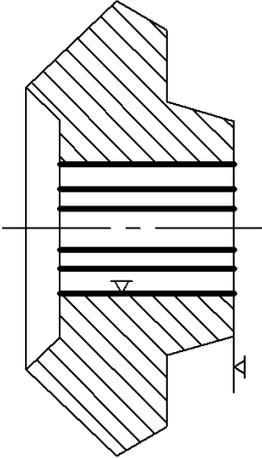
Наименование детали: вал шестерня					
№опер	Наименование детали	Эскиз установки (позиций)	Станок	Инструмент	Приспособление
005	Фрезерно-центровальная (фрезеровать, торцы и сверлить центровочные гнезда)		Фрезерно-центровальный	Фрезы торцовые, сверла центровочные	Приспособление с призмами
010	Токарная (точить хвостовик)		Токарный	Резец проходной подрезной, упорный	Поводковый патрон, центра
015	Токарная (точить хвостовик)		Токарный	Резец проходной	Поводковый патрон, центра
020	Фрезерная (нарезать зубья)		Горизонтально-фрезерный	Дисковая модульная фреза	Делительная головка с патроном

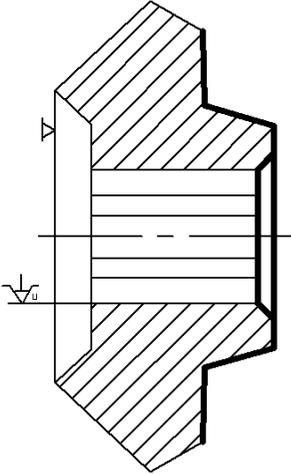
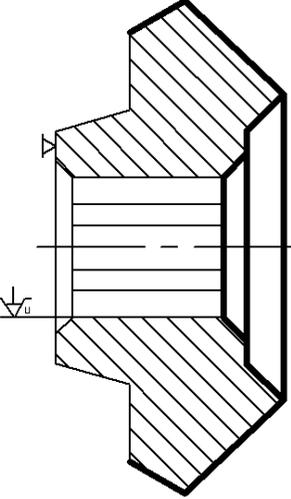
025	Зубострогальная (нарезать зубья)		Зубострогальный	Зубострогальные резцы	Цанговый патрон
030	Сверлильная (сверлить отверстия, нарезать резьбу)		Вертикально-сверлильный	Сверло, метчик	Спец. зажим, кондуктор
035	Фрезерная (фрезеровать шпоночный паз)		Шпоночно-фрезерный	Фреза пальцевая (шпоночная)	Пневматическое приспособление с призмами
40	Шлифовальная (шлифовать паз)		Кругло-шлифовальный	Шлифовальный круг	Поводковый патрон, хомутик, центра

Наименование детали: коническое зубчатое колесо

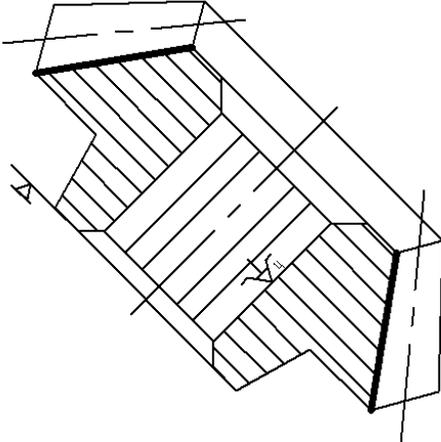
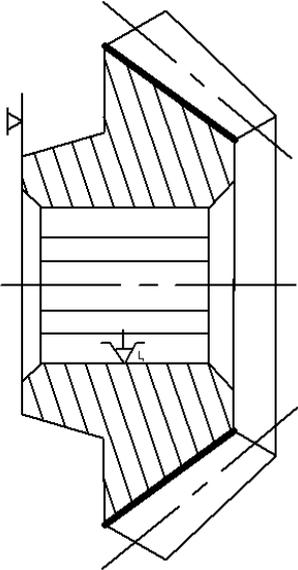
Материал: сталь 45

Вид заготовки: штамповка

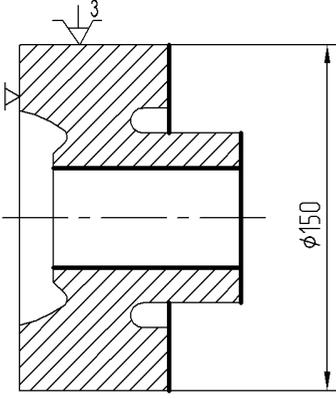
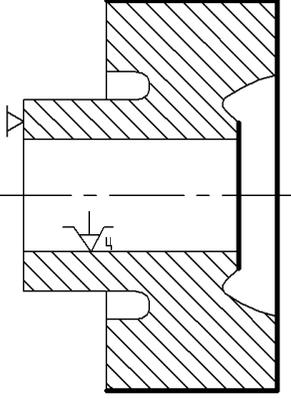
№ опер.	Наименование операции	Эскиз установки (позиций)	Станок	Инструмент	Приспособление
005	Сверлильная (сверлить отверстие, торец подрезать)		Вертикально-сверлильный	Сверло, цековка	Тиски со специальными губками
010	Протяжная (протянуть отверстие и шпоночный паз)		Горизонтально-протяжной	Протяжки круглая и шпоночная	Патрон, адаптерная втулка

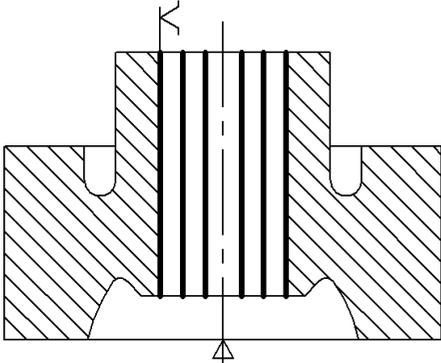
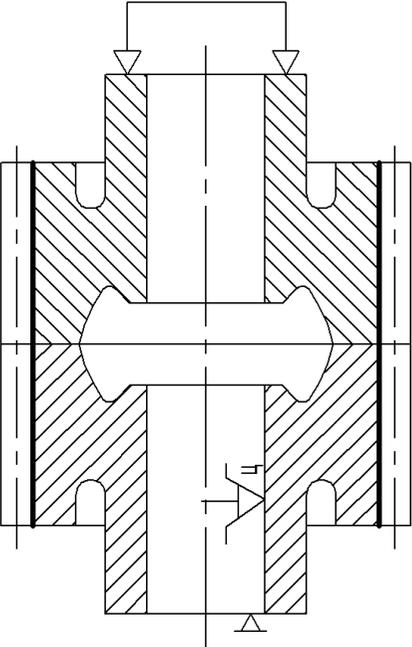
<p>015</p>	<p>Токарная (точить поверхность, подрезать торец: снять фаски)</p>		<p>Токарный</p>	<p>Резец проходной, подрезной</p>	<p>Цанговый патрон</p>
<p>020</p>	<p>Токарная (точить конуса, подрезать торец, снять фаски)</p>		<p>Токарный</p>	<p>Резец проходной, подрезной, фасочный</p>	<p>Цанговый патрон</p>

продолжение прил.Е.1.

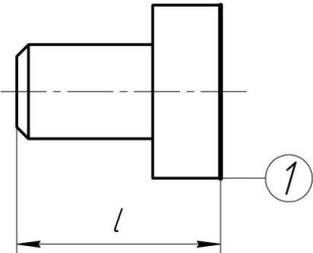
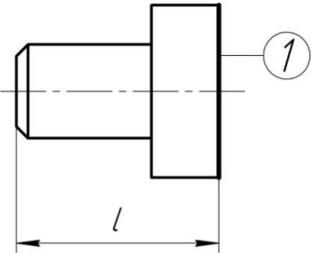
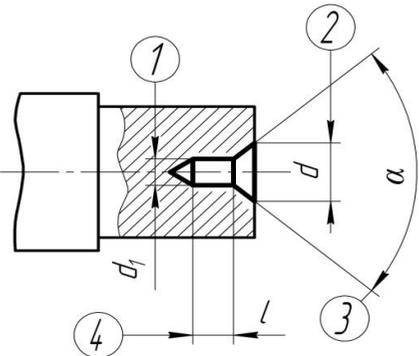
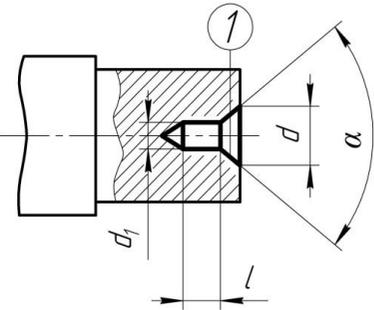
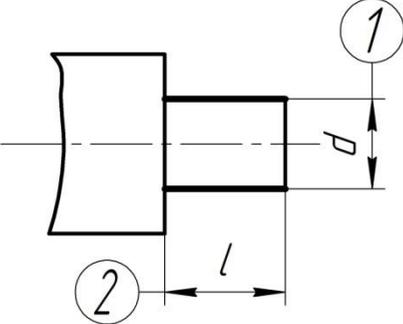
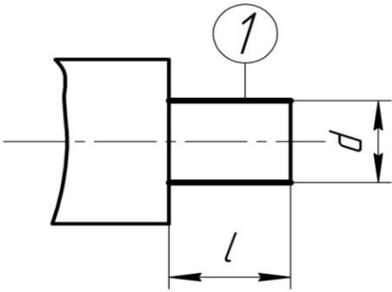
025	Фрезерная (нарезать зубья)	 A technical drawing showing a perspective view of a disk module cutter. The tool has a cylindrical body with a central hole and a cutting edge. The drawing includes hatching to indicate the tool's geometry and a small 'V' symbol at the cutting edge.	фрезерный	Дисковая модуль-ная фреза	Делительная головка с патроном
030	Зубострогальная (нарезать зубья)	 A technical drawing showing a perspective view of a gear shaping cutter. The tool has a cylindrical body with a central hole and a cutting edge. The drawing includes hatching to indicate the tool's geometry and a small 'V' symbol at the cutting edge.	Зубостро-ро-гальный	Зубострогальные резцы	Цанговый патрон

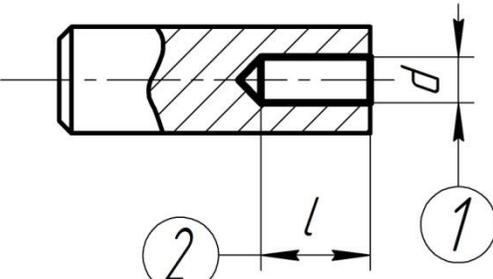
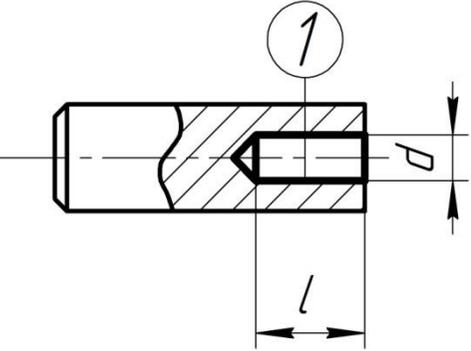
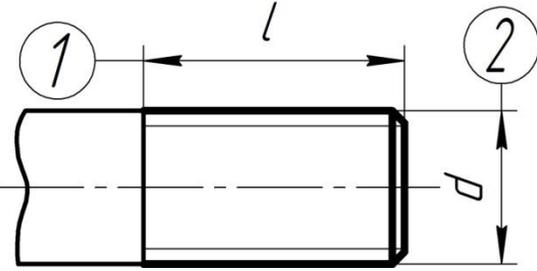
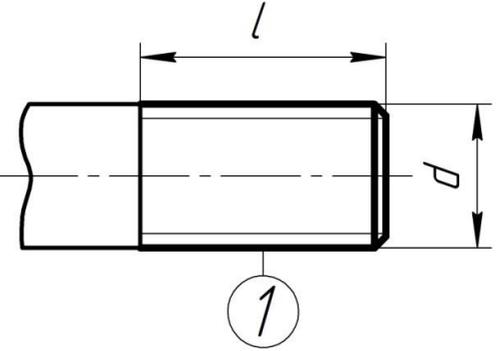
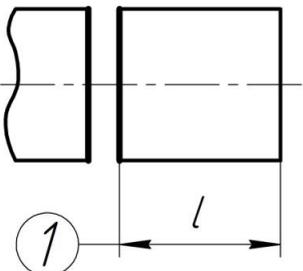
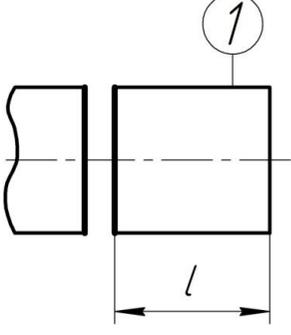
продолжение прил.Е.1.

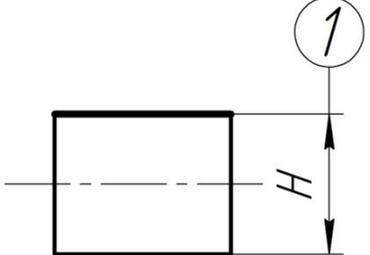
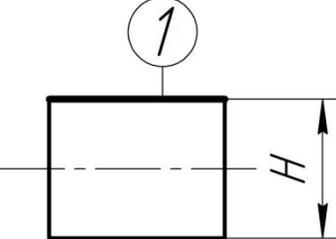
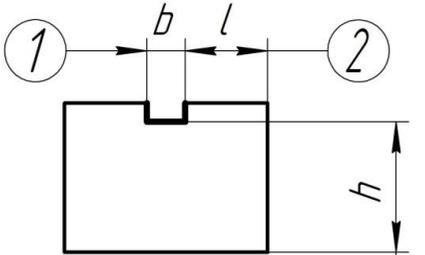
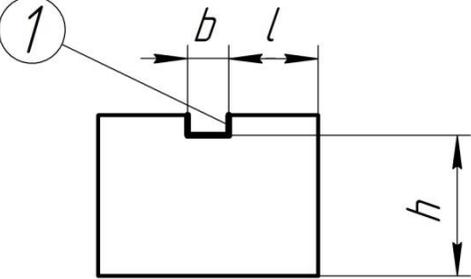
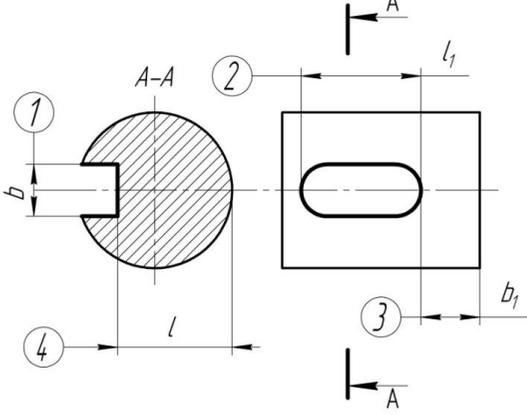
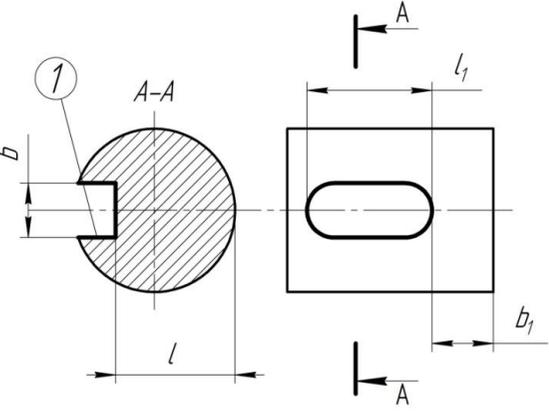
<p style="text-align: center;">Наименование детали: вал шестерня</p> <p style="text-align: left;">Материал: Сталь 45</p> <p style="text-align: right;">Заготовка: штамповка</p>					
№№ опер.	Наименование операции	Эскиз установки (позиций)	Станок	Инструмент	Приспособление
005	Токарная (подрезать торцы и расточить отверстие с одной стороны)		Токарно-винторезный	Резец расточной, резец проходной	Трехкулачковый патрон
010	Токарная (подрезать торцы и точить по наружному диаметру)		Токарно-винторезный	Резец проходной, резец подрезной	Цанговый патрон

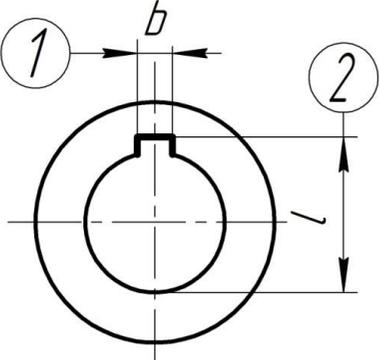
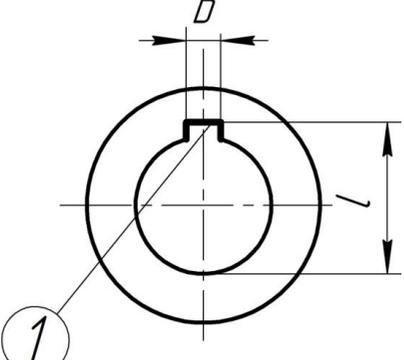
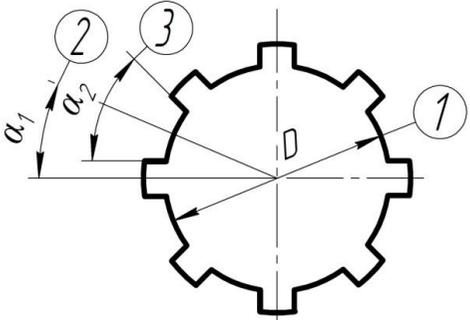
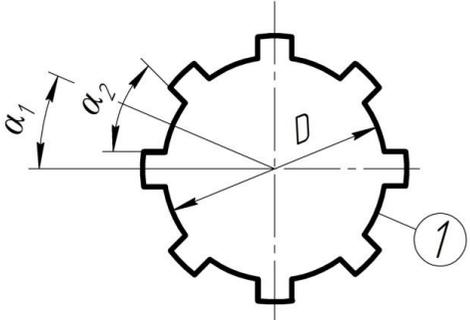
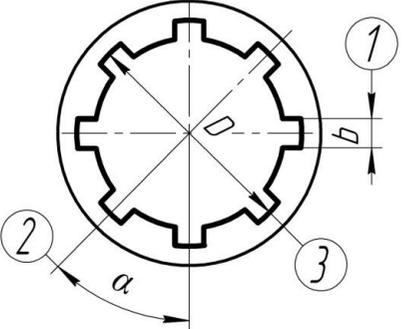
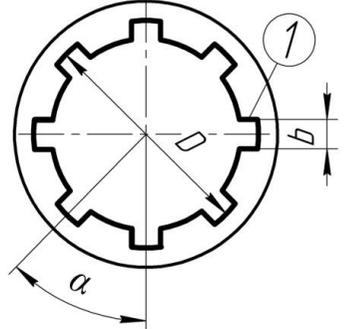
<p>015</p>	<p>Протяжная (протянуть шлицевое отверстие)</p>		<p>Вертикально-протяжной</p>	<p>Протяжка шлицевая</p>	<p>Патрон, опора</p>
<p>020</p>	<p>Зубофрезерная (нарезать зубья)</p>		<p>Вертикально-зубофрезерный</p>	<p>Червячная фреза</p>	<p>Приспособление с цанговой оправкой и двойным зажимом</p>

Прил. Е.2. Примеры полной и сокращенной записи содержания переходов обработки резанием

1		<p>Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) торец выдерживая размер 1</p>		<p>Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) торец 1</p>
2		<p>Центровать торец, выдерживая размеры 1-4</p>		<p>Центровать торец 1</p>
3		<p>Точить (шлифовать, притереть и т.п.) поверхность выдерживая размеры 1 и 2</p>		<p>Точить (шлифовать и т.п.) поверхность 1</p>

4		<p>Сверлить (зенкеровать, развернуть и т.п.) поверхность выдерживая размер 1 и 2</p>		<p>Сверлить (зенкеровать, развернуть и т.п.) отверстие 1</p>
5		<p>Нарезать (фрезеровать, шлифовать, накатать и т.п.) резьбу, выдерживая размеры 1 и 2</p>		<p>Нарезать (фрезеровать, шлифовать, накатать и т.п.) резьбу 1</p>
6		<p>Отрезать деталь (заготовку), выдерживая размер 1</p>		<p>Отрезать деталь (заготовку) 1</p>

7		<p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) поверхность, выдерживая размер 1</p>		<p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) поверхность 1</p>
8		<p>Фрезеровать (строгать, протянуть, шлифовать и т.п.) паз, выдерживая размер 1-3</p>		<p>Фрезеровать (строгать, протянуть, шлифовать и т.п.) паз 1</p>
9		<p>Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 1-4</p>		<p>Фрезеровать шпоночный паз 1</p>

<p>10</p>		<p>Протянуть (долбить) шпоночный паз, выдерживая размеры 1 и 2</p>		<p>Протянуть (долбить) шпоночный паз 1</p>
<p>11</p>		<p>Фрезеровать (шлифовать, полировать и т.п.) поверхности впадин, выдерживая размеры 1-3</p>		<p>Фрезеровать (шлифовать, полировать и т.п.) поверхности 1</p>
<p>12</p>		<p>Долбить (протянуть) шлицы, выдерживая размеры 1-3</p>		<p>Долбить (протянуть) шлицы 1</p>

ЛИТЕРАТУРА

1. Курсовое и дипломное проектирование по технологии сельскохозяйственного машиностроения/ Под ред. В.Н.Хромова и А.М.Колокатова. – М.:КолосС, 2010.-217с.
2. Некрасов С.С. Практикум и курсовое проектирование по технологии сельскохозяйственного машиностроения.- М.: Мир,2004.-240с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2т.Т.1/Под ред.А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. - М.: Машиностроение, 2001.-912с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2т.Т.2/Под ред.А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. - М.: Машиностроение, 2001.-912с.
5. ГОСТ 26645-85. «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку».
6. ГОСТ 7505-89. «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски»;
7. ГОСТ 7829-70. «Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые свободной ковкой на молотах».

СОДЕРЖАНИЕ

Задачи и содержание курсовой работы.....	3
1. Исходные данные и этапы разработки технологических процес- сов.....	5
2. Проектирование технологического процесса	6
2.1. Ознакомление с чертежом детали	6
2.2. Определение типа производства.....	7
2.3. Проектирование заготовок.....	8
2.4. Выбор методов и маршрута обработки поверхностей дета- ли.....	11
2.5. Выбор технологических баз	13
2.6. Выбор станков, приспособлений, режущего и измерительного ин- струментов	15
2.7. Расчет припусков на механическую обработку	17
2.8. Расчет режимов резания	22
2.9. Определение технической нормы времени.....	40
3. Оформление технологических карт механической обработки дета- ли.....	42
Приложения.....	45
Литература.....	140

Учебное – методическое издание

Семенов Александр Валерьевич,
Иванщиков Юрий Васильевич

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

учебно-методическое пособие для выполнения курсовой работы

Компьютерный набор, верстка А.В. Семенов

Формат 60×90/16. Гарнитура *Times New Roman*

Усл. п.л. 8,88. Изд. № _____. Тираж 50 экз.

Отпечатано на участке оперативной полиграфии

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ

