

Н.А.НЕФЕДОВ

Дипломное проектирование в машино- строительных техникумах

*учебное
пособие
для
техникумов*

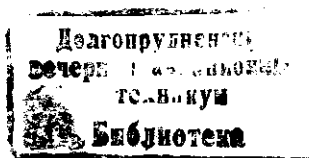


Н. А. НЕФЕДОВ

Дипломное проектирование в машино- строительных техникумах

**ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ**

**Допущено
Министерством высшего и среднего
специального образования СССР
в качестве учебного пособия
для машиностроительных техникумов**



**МОСКВА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1986**

ББК 34.5
Н58
УДК 621.9

Рецензент: В. М. Кривенков

Долгопрудненский авиационный техникум
Электронная библиотека



Козловский Александр Юрьевич



141702 Россия Московская обл.
г. Долгопрудный, пл. Собина, 1

Phone: 8(495)4084593 8(495)4083109
Email: dat_is@mail.ru
Site: gosdat.ru

Нефедов Н. А.

Н58 Дипломное проектирование в машиностроитель-
ных техникумах: Учеб. пособие для техникумов.
2-е изд., перераб. и доп. — М. Высш. шк., 1986. —
239 с., ил.

40 к.

В пособии изложены вопросы организации дипломного проектирования, требования к содержанию, объему и оформлению дипломного проекта. Приводятся образцы технологических документов, сведения по применению стандартов в дипломном проекте. Содержится справочный материал по современному металлообрабатывающему оборудованию.

Н 4308000000—110
001(01)—86 202—86

ББК 34.5
6П4.6

© Издательство «Высшая школа», 1976
© Издательство «Высшая школа», 1986, с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дипломный проект является первой большой самостоятельной работой будущего техника, направленной на решение конкретных задач в области совершенствования технологии, организации производства и улучшения технико-экономических показателей работы участка или цеха. Выполнение дипломного проекта служит не только комплексной проверкой подготовки учащегося к работе на производстве, но и является важнейшей формой и методом приобретения навыков самостоятельной работы, предусмотренных в основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы.

Основной целью пособия является ознакомление учащихся, особенно обучающихся без отрыва от производства, с тематикой дипломного проектирования; характером требований, предъявляемых к дипломному проекту; порядком работы над проектом. Это поможет внести плановость в работу дипломников и позволит стимулировать творческий подход к разработке темы дипломного проекта с максимальным проявлением инициативы в рамках четко определенных общих требований к содержанию и объему всех разделов дипломного проекта, методики их выполнения, к оформлению пояснительной записки и графической части проекта в полном соответствии со стандартами ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП и ЕСДП.

Темы дипломных проектов должны быть актуальными, соответствовать современным требованиям науки и техники, учитывать реальные задачи народного хозяйства и конкретной отрасли машиностроения, отмеченные в партийных и правительственных документах.

Работа над проектом должна базироваться преимущественно на конкретном материале предприятия, на котором проводится преддипломная практика или на котором работает учащийся. При этом вопросы технологии, экономики, организации и планирования производства, разрабатываемые в каждом дипломном проекте, должны решаться исходя из задач, стоящих перед предприятием, и отражать постановление ЦК КПСС «О дальнейшем развитии и повышении эффективности бригадной формы организации и стимулирования труда в промышленности».

Автор

1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ

1.1. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Тематика дипломных проектов должна быть в значительной степени увязана с конкретными задачами, стоящими перед отечественным машиностроением, в частности перед заводом, цехом или производственным участком, где работает или проходил практику учащийся. Она должна предусматривать возможность рационализации действующей на заводе технологии; внедрения высокопроизводительного оборудования, инструмента, приспособлений; модернизации заводского оборудования, оснащения его различными приспособлениями и устройствами, позволяющими осуществлять механизацию и автоматизацию производственных процессов. В тематику необходимо включить вопросы научной организации труда (НОТ), предусматривающей бригадную форму организации и стимулирования труда, многостаночное обслуживание и совмещение профессий. Желательно формулировать темы, направленные на внедрение технологических процессов с применением станков с программным управлением, автоматизированных и переналаживаемых технологических линий, промышленных роботов.

Тематика дипломных проектов может предусматривать разработку единичного технологического процесса и проектирование участка или цеха для серийного или массового производства деталей машин и механизмов, режущего или измерительного инструмента и т. п.

Задание для обучающегося без отрыва от производства, связанное с его практической деятельностью, повышает его интерес к работе над проектом, позволяет наряду с полученными им теоретическими знаниями использовать и свой практический опыт и дать рациональное решение конкретной производственной задачи.

Допускается выполнение учащимися дипломных проектов, содержанием которых является переоборудование действующих или создание новых учебных кабинетов и лабораторий общетехнических и специальных дисциплин, участков механиче-

ских мастерских при условии соответствия выполняемых работ квалификационным требованиям к специалисту.

При подготовке заданий предпочтение должно быть отдано темам, имеющим конкретное практическое значение, т. е. пригодным к внедрению в производство или учебный процесс.

В техникуме могут выполняться групповые комплексные дипломные проекты, общий объем которых выходит за пределы установленного для учащихся техникумов; в этих случаях следует поручать разработку такой темы нескольким учащимся одновременно с четким разграничением между ними частных задач проекта (разработка конструкции изделия, прибора или приспособления; типового, группового и единичного технологического процесса; технологической оснастки и пр.). Такое разделение работы между несколькими дипломниками особенно целесообразно при наличии в техникуме контингента по нескольким специальностям. В этом случае литейщик разрабатывает технологический процесс литья заготовки, технолог по обработке металлов резанием — технологический процесс ее механической обработки, инструментальщик конструирует специальный режущий инструмент и технологию его изготовления и т. д. Каждый из дипломников проектирует участок соответствующего цеха и обязательно разрабатывает свою часть организационно-экономического раздела общего проекта.

В дипломном проекте может быть предусмотрена работа по изготовлению изделия (детали, сборочной единицы, приспособления, макета, учебно-наглядного пособия и т. п.); в этом случае в задании на дипломное проектирование предусматривается уменьшение объема работ других разделов проекта.

Наиболее распространенной тематикой дипломных проектов в машиностроительных техникумах является разработка проекта участка механического цеха и технологии для изготовления деталей типа корпусов, рычагов сложной формы, шпинделей, многовенцовых зубчатых колес, режущих и измерительных инструментов и т. п.

Для проектирования единичного технологического процесса* в задании указывается деталь-представитель, требующая для обработки 4...5 различных видов технологических операций, при общем числе операций 12...15; годовой объем выпуска изделий; режим работы участка и пр.

* Единичный технологический процесс разрабатывается для обработки изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства.

Для серийного и массового производства может быть рекомендована следующая примерная тематика дипломных проектов:

1. Спроектировать участок механического цеха для обработки заготовок типа «...». Деталь-представитель «...». Годовой объем выпуска «...» шт. Режим работы участка две смены. Прочие данные*: предусмотреть бригадную форму организации и стимулирования труда (I вариант); оборудование участка догрузить однотипными деталями других размеров (II вариант).

2. Спроектировать участок механического цеха с автоматической линией станков для изготовления детали «...». Годовой объем выпуска заданного изделия «...» шт. Режим работы участка две смены. Прочие данные: компоновку автоматической линии станков взять по данным завода.

3. Спроектировать участок механического цеха для обработки валов диаметром 15...50 мм. Применить гибкую переналаживаемую линию. Режим работы участка три смены. Прочие данные: разработать технологический процесс обработки резанием и контроля с применением промышленных роботов.

4. Спроектировать участок механического цеха для обработки зубчатых колес «...». Годовой объем выпуска «...» шт. Режим работы участка две смены. Предусмотреть использование промышленных роботов для транспортировки и складирования.

Темы дипломных проектов рассматриваются на заседании предметной (цикловой) комиссии, утверждаются приказом директора техникума, записываются в книжку успеваемости, после чего оформляются дипломные задания (Приложение 1), которые выдаются учащимся для выполнения.

1.2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Единство требований к содержанию дипломного проекта заложено в его типовой структуре. Наряду с широкой инициа-

* Под рубрикой «прочие данные» дипломнику могут быть предложены разработки универсально-наладочных приспособлений для закрепления заготовки или инструмента при групповой обработке деталей; разработка единичного технологического процесса заданной детали в условиях ремонтно-механического цеха; разработка устройства для автоматической подналадки шлифовальных кругов на бесцентрово-шлифовальном станке, проектирование пролета (участка) с использованием станков с ЧПУ или другие частные задания, которые дипломник должен учесть при выполнении проекта.

тивной учащихся при дипломном проектировании в основу разработки всех разделов проекта положен принцип единства решаемых задач. Более тесная связь с предприятиями, более внимательный подбор тематики, удовлетворяющий нуждам предприятия, позволяют разрабатывать в дипломных проектах конкретные конструкторские, технологические и организационные задания. Максимальное приближение дипломного проектирования к реальным условиям производства повышает заинтересованность дипломника в более глубокой разработке и технико-экономического обоснования принятых решений.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и графической части, включающей альбом (комплект) технологической документации. Обе части взаимно дополняют друг друга и обеспечивают решение следующих задач: рациональный выбор исходной заготовки; разработка оригинальных конструкций оснастки (приспособлений и инструмента); разработка более прогрессивного технологического процесса с использованием современного оборудования; эффективная организация производства и труда на проектируемом участке; повышение культуры производства, способствующее росту производительности труда, и т. п.

Пояснительная записка содержит следующие главы:

введение, в котором указывается цель проекта, его связь с задачами машиностроения, обосновывается актуальность выбранной темы и отражаются последние решения партии и правительства в области развития данной отрасли промышленности (тема проекта должна быть логически увязана с этими решениями);

описание конструкции машины или узла (сборочной единицы), где приводятся основные сведения о конструкции машины или ее части, в которую входит обрабатываемая деталь, а также краткие сведения об обрабатываемой детали: назначение ее в узле, анализ ее технологичности, технические требования (вид материала и термообработки, допуски, шероховатость поверхности и др.);

технологическую часть, содержащую описание существующего и предлагаемого технологических процессов с анализом выбора оборудования, а также расчеты режимов обработки и норм времени;

конструкторскую часть, где приводятся расчеты по конструированию наиболее интересных специальных режущих и измерительных инструментов и технологических приспособлений;

производственные расчеты, с помощью которых определяют потребное количество оборудования и коэффициент его

загрузки, число участников производства и их тарифно-квалификационные разряды, размеры производственной и служебно-бытовой площади участка;

организационную часть, освещающую вопросы планировки оборудования и рабочих мест на участке, транспортирования деталей, планово-предупредительного ремонта оборудования, организацию технического контроля, снабжения рабочих мест инструментом и оснасткой, мероприятия по технике безопасности и противопожарной защите;

экономическую часть, содержащую расчеты затрат на основные материалы, заработную плату, цеховые расходы по элементам и себестоимости единицы изделия;

заключительную часть, где приводятся сравнение основных показателей проекта с существующими на производстве, а также мероприятия, предусмотренные в проекте по снижению себестоимости, и рекомендации по применению элементов проекта на практике.

Пояснительная записка должна быть объемом 70...75 страниц, выполняется на листах писчей бумаги форматом А4 (297 × 210 мм), на одной стороне листа и должна удовлетворять требованиям ЕСКД ГОСТ 2.105 – 79* «Общие требования к текстовым документам» и ГОСТ 2.106 – 68 «Текстовые документы».

Графическая часть проекта содержит чертежи (на 4...7 листах) приспособления, режущего и измерительного инструмента, планировки участка, а также альбом (комплект) технологической документации, состоящий из маршрутных карт (МК), операционных карт (ОК), карты технологического процесса (КТП) и эскизов (КЭ), разрабатываемых в соответствии с требованиями стандартов ЕСТД.

Примерное распределение материала по разделам проекта приведено в табл. 1.

Таблица 1. Объем отдельных разделов дипломного проекта

Раздел проекта	Объем, %
Общая часть с описанием конструкции и условий эксплуатации изделия (детали машины, инструмента, прибора и т. п.)	5
Технологическая часть:	47
а) выбор и обоснование типа производства и анализ действующего технологического процесса; анализ технологичности детали	10
б) выбор исходной заготовки, расчет ее размеров, выполнение чертежей заготовки и детали	5

Раздел проекта	Объем, %
в) разработка технологического процесса с выбором оборудования, приспособлений и инструмента	8
г) расчет припусков, допусков и межоперационных размеров. Выполнение технологических эскизов операций и наладок	16
д) расчет режимов обработки и норм времени на все операции технологического процесса	8
Расчеты и выполнение чертежей:	15
а) специального режущего и измерительного инструмента или контрольного приспособления	8
б) станочного приспособления	7
Производственные расчеты: определение потребного количества оборудования, рабочих, инженерно-технических работников (ИТР), счетно-конторского персонала (СКП) и младшего обслуживающего персонала (МОП)	5
Экономическая часть: определение затрат на изготовление детали; расчет себестоимости и технико-экономических показателей	12
Организационная часть с выполнением чертежа планировки участка	5
Резюмирующая часть	6
Оформление пояснительной записки	5

1.3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Пояснительную записку пишут чернилами, пастой или черной тушью, четко и аккуратно, полными словами без сокращений, за исключением сокращений, установленных ГОСТ 2.316 — 68*; 3.1702 — 79* и 3.1703 — 79*. Условные обозначения механических, химических, математических и других величин должны быть тождественны во всех разделах записки. Перед обозначением параметра дается его пояснение, например «предел прочности при растяжении σ_b ».

Расшифровка (экспликация) обозначений символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должна быть приведена непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Расчеты и вычисления в записке делают с соблюдением установленных правил и с указанием результатов в принятой системе единиц: в СССР — это Международная система единиц

физических величин (СИ). В результате применения СИ упрощается ряд расчетных формул, исключаются возможные ошибки при пользовании формулами, включающими величины, выражаемые в единицах разных систем. В табл. 2 приведены единицы физических величин, которые применяются при изучении различных общетехнических и специальных предметов в техникумах и которые могут быть использованы при выполнении таких разделов дипломного проекта, как определение режимов резания, мощности, затрачиваемой на резание, расчеты прочности инструмента, приспособлений и других деталей машин.

Таблица 2. Основные, дополнительные и производные единицы физических величин

Величина	Единица		Обозначение рекомендуемых кратных и дольных единиц
	наименование	обозначение	
Длина	метр	м	км; см; мм; мкм; нм
Масса	килограмм	кг	г; мг; мкг
Время	секунда	с	мс; мкс
Плоский угол	радиан	рад	—
Площадь	квадратный метр	м ²	км ² ; см ² ; мм ²
Объем, вместимость	кубический метр	м ³	дм ³ ; см ³ ; мм ³
Скорость (линейная)	метр в секунду	м/с	—
Ускорение	метр на секунду в квадрате	м/с ²	—
Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с	—
Частота вращения	секунда в минус первой степени	с ⁻¹	—
Плотность	килограмм на кубический метр	кг/м ³	—
Вес	ньютон	Н	кН; МН
Удельный вес	ньютон на кубический метр	Н/м ³	кН/м ³
Удельный объем	кубический метр на килограмм	м ³ /кг	—
Момент инерции (динамический момент инерции)	килограмм-метр в квадрате	кг·м ²	—
Момент инерции площади плоской фигуры, осевой	метр в четвертой степени	м ⁴	мм ⁴

Величина	Единица		Обозначение рекомендуемых кратных и дольных единиц
	наименование	обозначение	
Сила	ньютон	Н	МН; кН; мН; мкН
Момент силы, момент пары сил	ньютон-метр	Н·м	МН·м; кН·м; мН·м; мкН·м
Давление	паскаль	Па	ГПа; МПа; кПа
Механическое напряжение	паскаль	Па	ГПа; МПа; кПа
Работа	джоуль	Дж	МДж; кДж; мДж
Мощность	ватт	Вт	ГВт; МВт; кВт; мВт

Стандартом временно разрешено использовать ряд единиц, не входящих в СИ (табл. 3).

ГОСТ 8.417 – 81* устанавливает ряд приставок для образования кратных и дольных единиц, с помощью которых можно пользоваться более крупными или более мелкими единицами. Приставки применяются только для системных единиц. Исключением является выражение единиц массы, где приставку применяют не к основной единице массы – килограмму, а к грамму, например, $1 \text{ Мг} = 10^6 \text{ г}$. Если наименование единицы представляет собой произведение или частное единиц, то приставку, как правило, присоединяют соответственно к первому сомножителю или к числителю дроби, например МН·м; км/с. Ошибкой будет запись: Н·мм; м/мс.

Допускается применять приставку во втором множителе произведения или в знаменателе лишь в обоснованных случаях, когда такие единицы широко распространены, например вольт на сантиметр (В/см), ампер на квадратный миллиметр (А/мм²) и др.

При использовании табличных значений механических напряжений, выраженных во внесистемных единицах, следует воспользоваться соотношениями, приведенными в табл. 4.

При использовании дипломником справочных материалов по режимам резания, расчетам норм времени и припусков, сортаментов материалов, прейскурантов и др. данные должны подтверждаться источником; при этом необходимо делать ссылки на использованную литературу с указанием страниц, номеров карт и таблиц. Приводить полное название использованной справочной и технической литературы в записке не обяза-

Таблица 3. Временно допускаемые к применению единицы физических величин

Наименование величины	Единица величины
Масса	тонна центнер карат
Время	час минута
Плоский угол	градус минута секунда
Частота вращения	оборот оборот в секунду оборот в минуту
Объем	литр
Температура	градус Цельсия

Таблица 4. Соотношение некоторых внесистемных единиц с единицами СИ

Наименование величины	Единица	Перевод в единицы СИ
Сила, вес	килограмм-сила тонна-сила карат	$1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ Н} \approx 10 \text{ Н}$ $1 \text{ тс} = 9806,65 \text{ Н} \approx 10 \text{ кН}$ $1 \text{ кар} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$
Момент силы	килограмм-сила-метр тонна-сила-метр килограмм-сила-сантиметр	$1 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 9,80665 \text{ Н} \cdot \text{м} \approx 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$ $1 \text{ тс} \cdot \text{м} = 9806,65 \text{ Н} \cdot \text{м} \approx 10 \text{ кН} \cdot \text{м}$ $1 \text{ кгс} \cdot \text{см} = 0,098065 \text{ Н} \cdot \text{м} \approx 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$
Давление	килограмм-сила на квадратный сантиметр техническая атмосфера	$1 \text{ кгс/см}^2 = 98066,5 \text{ Па} \approx 10^5 \text{ Па}$ $1 \text{ ат} = 98066,6 \text{ Па} = 98 \text{ кПа}$
Механическое напряжение	килограмм-сила на квадратный миллиметр	$1 \text{ кгс/мм}^2 = 9806650 \text{ Па} \approx 10 \text{ МПа}$
Плоский угол	градус минута секунда	$1^\circ = \pi/180 \text{ рад}$ $1' = \pi/10800 \text{ рад}$ $1'' = \pi/648000 \text{ рад}$
Мощность	лошадиная сила	$1 \text{ л. с.} = 0,736 \text{ кВт}$

тельно, достаточно в квадратных скобках указать страницу или номер таблицы, а также порядковый номер книги, под которым дипломник поместил ее в списке использованной литературы в конце записки. Этот прием значительно сокращает запись и облегчает труд дипломника.

Если в тексте в пределах одной фразы приводится ряд числовых значений различной величины, единица указывается только после последнего числа, например 15; 25; 40; 50 мм.

Все размещаемые в записке иллюстрации нумеруют арабскими цифрами, например рис. 1; рис. 2; рис. 3 и т. д. В тексте записки ссылки на иллюстрации заключают в круглые скобки: при повторном упоминании иллюстрации ссылка дается с сокращенным словом «смотри», например «см. рис. 5».

Листы пояснительной записки нумеруют начиная с титульного листа (Приложение 2). На второй странице приводится задание на дипломное проектирование (см. Приложение 1) и далее идут листы записки в порядке, указанном в оглавлении; в конце записки помещается список использованной литературы и оглавление с указанием номера страницы.

Содержание записки разделяется на рубрики: разделы, подразделы, пункты и подпункты. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами с точкой. Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. После номера подраздела также должна ставиться точка. Номер пункта должен состоять из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точками. Каждый подпункт в пределах пункта должен начинаться с новой строки абзаца с прописной буквы. В конце подпункта, если за ним следует еще подпункт, может ставиться точка с запятой.

Наименования разделов и подразделов должны быть краткими, соответствовать содержанию, их записывают в виде заголовков (в красную строку) буквами более крупного шрифта или подчеркивают. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точка в конце заголовка не ставится.

Пример рубрикации

6. Экономическая часть

6.1. Определение заработной платы производственных рабочих

6.2. Определение заработной платы вспомогательных рабочих,

ИТР, СКП и МОП

6.3. Определение потребности основных материалов

6.4. Определение сметы цеховых расходов по элементам

6.4.1. Определение затрат на электроэнергию

6.4.2. Определение затрат на сжатый воздух

Содержащиеся в тексте пункта или подпункта перечисления требований, указаний, положений обозначают арабскими цифрами со скобкой, например: 1), 2), 3) и т. д.

Цифровой материал, как правило, оформляется в виде таблиц (форм). Каждая таблица должна иметь заголовок. Кроме того, все таблицы должны быть пронумерованы в пределах всей пояснительной записки. Над правым верхним углом таблицы помещается надпись «Таблица» («Форма») с указанием порядкового номера, написанного арабскими цифрами. На все таблицы должны быть ссылки в тексте пояснительной записки. Если цифровые данные в графах таблицы имеют различную размерность, ее указывают в заголовке каждой графы. Если все параметры, размещенные в таблице, имеют только одну размерность, сокращенное обозначение единицы величины помещают в названии таблицы. Графа «№ п/п» в таблицу не включается. Повторяющийся в графах текст допускается заменять кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, математических и химических символов не допускается. Если цифровые или иные данные в таблице не приводятся, то в графе ставится прочерк.

На обложке пояснительной записки должна быть наклеена этикетка размером 100 × 75 мм с указанием фамилии и инициалов дипломника, номера учебной группы или номера шифра специальности, года окончания учебного заведения.

При выполнении дипломных проектов по заданию предприятия разрешается печатать пояснительную записку на пишущей машинке в трех экземплярах, причем первый экземпляр направляется на предприятие, второй хранится в архиве техникума и третий — у дипломника.

Графическую часть проекта выполняют на листах чертежной бумаги формата А1 (594 × 841 мм) в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД. В дипломный проект входит следующий графический материал:

1. Чертеж изделия или сборочной единицы. Первый лист может быть посвящен обзору или анализу различных конструкций устройств, инструментов или приборов, схем обработки и т. п. Он должен удовлетворять требованиям ГОСТ 2.109 — 73*.

2. Чертеж детали, для которой разрабатывается единичный технологический процесс. Он должен содержать технические требования на материал, допуски, твердость, шероховатость поверхности, маркировку и др. Конструкция детали должна быть отработана на технологичность.

3. Чертеж исходной заготовки с указанием материала, размеров и допусков на них, с принятыми литейными или штам-

повочными уклонами и прочими техническими требованиями. Допускается совмещение (наложение) чертежа детали с чертежом заготовки.

4. Чертеж специального режущего инструмента для одной из операций проектируемого процесса.

5. Чертеж специального измерительного инструмента или контрольного приспособления для одной операции межоперационного контроля (для калибров должна быть указана схема полей допусков).

6. Чертеж приспособления с основными размерами и предельными отклонениями сопрягаемых деталей и спецификацией на основные детали.

7. Чертежи (карты) операционных технологических эскизов по ГОСТ 3.1105 — 84 (на двух листах формата А1). Для деталей, требующих большого числа операций, например для режущего инструмента, допускается кроме операционных технологических эскизов и альбомов технологических операционных карт, предусмотренных ГОСТ 3.1418 — 82 и 3.1121 — 84, выполнять сводную технологическую карту механической обработки (ГОСТ 3.1107 — 81) на все операции с эскизами обработки и условным изображением опор зажимов, установочных устройств и мест приложения зажимных сил.

8. Чертеж планировки участка; график загрузки оборудования или другие технико-экономические показатели; циклограмма многостаночного обслуживания оборудования; схема централизованного удаления стружки с участка; вертикальный разрез цеха с указанием подъемно-транспортного оборудования.

Каждый лист графической части проекта должен иметь основную надпись (угловой штамп) с указанием номера листа и общего количества листов, входящих в проект (рис. 1, а), а при необходимости — спецификацию. Каждую страницу пояснительной записки снабжают основной надписью, как на рис. 1, б. На технологических документах проекта основная надпись выполняется по образцу, приведенному на рис. 2.

На типографских бланках технологической документации содержание граф, размеры и расположение информационных блоков основной надписи и спецификации должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.104 — 68*, 2.108 — 68* и 3.1103 — 82.

При нанесении на чертежи надписей, спецификаций и технических требований дипломник должен руководствоваться основными положениями стандартов ЕСКД и ЕСТД.

Надписи и таблицы включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически условными обо-

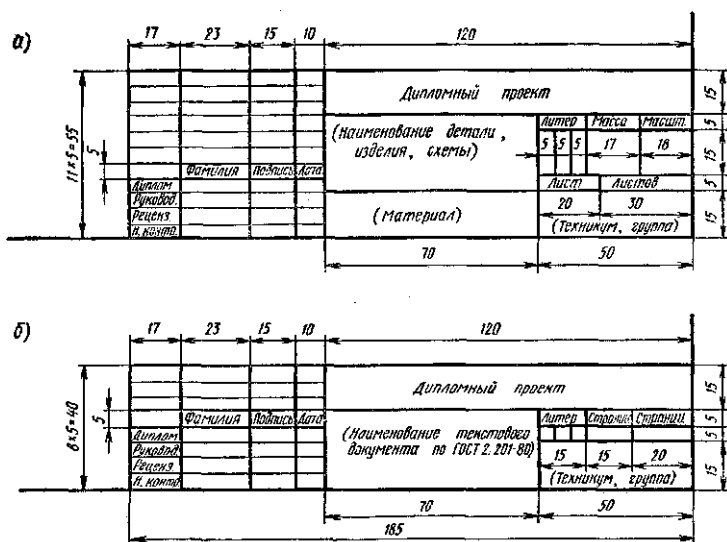


Рис. 1

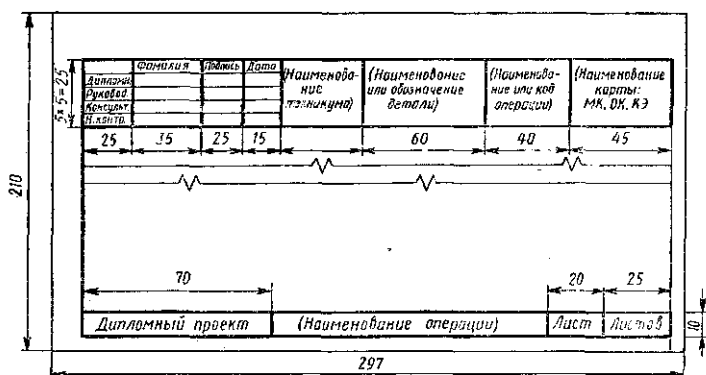


Рис. 2

значениями. Текстовая часть располагается над основной надписью чертежа.

Технические требования на чертеже помещают в такой последовательности: требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке; требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии; размеры, предельные отклонения размеров, формы взаимного расположения поверхностей; другие требования к качеству изделий; условия и методы испытаний; указания о содержании маркировки; правила упаковки, транспортирования и хранения. Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт записывают с новой строки. Заголовок «Технические требования» не пишется.

В производственных условиях (в соответствии с ГОСТ 2.108 — 68*) спецификацию выполняют на отдельных листах формата А4. В этом случае сведения о материале детали указываются в каждой позиции второй строкой. Спецификация в дипломных проектах и других учебных работах выполняется на сборочных чертежах и имеет дополнительные графы «масса» и «материал».

При использовании чертежей ранее спроектированных изделий и действующей на заводе технической документации необходимо учитывать, что вместо применявшегося знака V, рядом с которым указывался класс или класс и разряд чистоты поверхности, введено новое обозначение шероховатости поверхности путем указания числового значения одного или нескольких параметров, характеризующих шероховатость (R_a , R_z , R_{max}).

В Приложении 3 приведены обозначения шероховатости поверхности по ГОСТ 2.309 — 73* и соответствующие им устаревшие обозначения классов чистоты.

Необходимо также учесть, что рекомендации Госстандарта по внедрению Единой системы допусков и посадок (ЕСДП) предусматривают с целью снижения затрат по замене на старых чертежах полей допусков системы ОСТ на ЕСДП никаких изменений в техническую документацию действующего производства не вносить, а при необходимости пользоваться переводными таблицами.

Поэтому в период преддипломной практики и выполнения дипломных проектов при использовании заводских чертежей дипломники будут вынуждены использовать техническую документацию, которая может содержать предельные отклонения и посадки в старой системе ОСТ и переводить их в значения квалитетов по ЕСДП. В Приложениях 4 и 5 даны таблицы перевода допусков и посадок из системы ОСТ в систему ЕСДП. Условные обозначения и примеры указаний на чертежах допусков формы и расположения поверхностей даны в Приложении 6.

Указанные выше рекомендации также предусматривают доиспользование имеющихся запасов режущих инструментов (разверток, зенке-

ров, протяжек), измерительных инструментов (предельных калибров-пробок и калибров-скоб) и оснастки (оправок, кондукторных втулок) с размерами, выполненными по системе допусков и посадок ОСТ и имеющих старую маркировку.

После окончания теоретического курса и прохождения преддипломной практики дипломник приступает к выполнению проекта в соответствии с полученным индивидуальным дипломным заданием.

2. ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА

2.1. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

Преддипломная производственная практика проводится по окончании теоретического курса обучения, сдачи учащимися всех экзаменов, зачетов и курсовых проектов, предусмотренных учебным планом, и получения задания на дипломное проектирование. Преддипломная практика является завершающей частью производственной практики. Целью преддипломной практики является:

- закрепление, углубление и систематизация знаний и умений, полученных учащимися;

- ознакомление с действующей на предприятии организацией труда, технологией и экономикой производства, выработка умения анализировать и критически их оценивать, находить пути исправления замеченных недостатков;

- знакомство с методами общественно-политической и культурно-массовой работы в производственном коллективе;

- привитие организаторских навыков в управлении производственным процессом на участке или цехе предприятия и обеспечении технологической, плановой и трудовой дисциплины;

- подбор материалов для дипломного проекта.

Базами преддипломной практики должны быть машиностроительные заводы, оснащенные современной техникой, применяющие новейшую технологию и имеющие передовую и современную организацию труда. Преддипломная практика учащихся по возможности должна проводиться по месту будущей работы молодых специалистов. Место (механический или сборочный цех, отдел главного технолога или отдел главного конструктора и т. п.) и продолжительность практики определяются руководителем практики при составлении индивидуаль-

ного плана в зависимости от темы дипломного проекта и места будущей работы молодого специалиста.

В задачи преддипломной практики входят изучение и анализ технологических процессов изготовления детали и изделия, близких по размерам, форме и назначению тем, которые предусмотрены дипломным заданием; ознакомление с основами проектирования приспособлений для механической обработки деталей, способами механизации и автоматизации технологических процессов, организацией производства и экономикой завода.

Собранные материалы являются исходными данными для проектирования и не должны быть перенесены в дипломный проект без соответствующей творческой переработки и анализа.

Наиболее удачным вариантом использования учащихся во время преддипломной практики можно считать назначение их на вакантные инженерно-технические должности (техников-технологов, техников-механиков, мастеров, контролеров ОТК и др.), отвечающие профилю той специальности, по которой они обучаются в техникуме. Если на предприятии, где проводится практика, подобные вакантные должности отсутствуют, то учащиеся оформляются дублерами соответствующих инженерно-технических работников.

Учащиеся вечерних и заочных отделений, если их предприятия по профилю могут служить местом практики, направляются на практику на эти предприятия и внутренним распоряжением (приказом) на время практики переводятся на соответствующие должности ИТР.

В соответствии с Положением о производственной и преддипломной практике учащихся техникумов для руководства практикой выделяется преподаватель техникума. Он принимает участие в распределении и перемещении учащихся по рабочим местам (должностям) в соответствии с программой практики, осуществляет контроль за выполнением плана работ, оказывает учащимся методическую помощь в составлении отчетов о практике.

Общее руководство преддипломной практикой возлагается на одного из ведущих специалистов предприятия, который организует практику учащихся, оказывает им необходимую помощь, заботится об условиях их труда, совместно с общественными организациями предприятия, цеха или отдела дает подробные отзывы о производственной и общественной работе учащихся, о полученных ими практических и организационных навыках, а также письменные заключения по их отчетам.

2.2. СОДЕРЖАНИЕ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

Производственная практика начинается со знакомства учащихся с продукцией, выпускаемой заводом, общей схемой производственного процесса, структурой завода, его цехов и отделов, их взаимосвязью. Учащиеся также знакомятся с правилами внутреннего распорядка, техникой безопасности, противопожарной техникой и требованиями производственной санитарии. Половина отведенного на преддипломную практику времени (не менее трех недель) предназначается для выполнения учащимися обязанностей ИТР в ведущих цехах и отделах завода. Остальное время используется для проведения производственных экскурсий в смежные цехи и отделы завода; бесед, лекций и консультаций специалистов завода по вопросам новой техники, технологии, организации производства и бригадной формы труда; сбора и систематизации материала.

Во время практики учащийся ведет дневник-отчет, в котором описывает всю выполняемую ежедневную работу, собранный и изученный материал. Программа преддипломной практики предусматривает, что в период практики учащийся должен:

- 1) подобрать соответствующие заводские нормали, стандарты и технические требования на изготовление изделий и сборочных единиц, в которые входит деталь, предусмотренная заданием на дипломное проектирование;

- 2) изучить конструкции деталей, технические требования и условия их эксплуатации, выполнить рабочий чертеж детали;

- 3) ознакомиться с технологией получения заготовок, их чертежами, расчетом размеров припуска, техническими требованиями, определением себестоимости заготовки;

- 4) изучить назначение термической обработки, ее технологию, режимы, оборудование;

- 5) изучить технологию механической обработки детали; на операционных картах показать последовательность операций и переходов, эскизы наладок операций с указанием баз, режущего инструмента, приспособлений, размеров обработки, режимов резания, норм времени, разрядов работы;

- 6) изучить металлообрабатывающее оборудование, применяемое для обработки заданной детали; краткие технические характеристики 2...3 специальных станков, которые дипломник предполагает использовать в своем дипломном проекте;

- 7) изучить применяемые на каждой операции приспособления, режущий и контрольно-измерительный инструмент; выполнить чертежи или эскизы, описания конструкции и работы

приспособлений и инструментов, которые могут быть использованы в качестве основы в дипломном проекте;

8) ознакомиться с методами механизации и автоматизации технологических процессов, обратив внимание на сокращение основного, вспомогательного и подготовительно-заключительного времени;

9) изучить организацию технического контроля обрабатываемой детали, средства контроля, причины возникновения брака; выполнить эскизы наиболее интересных операций контроля детали;

10) ознакомиться с подъемно-транспортным оборудованием для транспортировки детали;

11) ознакомиться с планировкой производственных участков в цехе, расположением оборудования, организацией рабочих мест (с применением многостаночного обслуживания), уметь дать анализ поточности производства; вычертить планировку оборудования в масштабе 1:50 или 1:100 с указанием наиболее характерных размеров (расстояний между станками, ширины проходов, сетки колонн и т. д.);

12) изучить организацию и экономику производства в цехе: структуру управления цехом и участком, систему плановых заданий и графиков, размеры партий и межоперационных заделов, циклы обработки, графики ремонта оборудования, организацию снабжения участка материалами, инструментами и т. п.;

13) проанализировать основные технико-экономические показатели обработки заданной детали: трудоемкость (по каждой операции), коэффициенты использования материалов, основного времени, оборудования, выпуска продукции на единицу оборудования, площадь на единицу оборудования; состав и количество работающих в цехе и на участке, систему оплаты труда различных категорий работающих, эффективность бригадной формы организации и стимулирования труда, методику установления коэффициента трудового участия (КТУ);

14) изучить вопросы организации охраны труда, техники безопасности и противопожарных мероприятий в цехе;

15) изучить балансовую стоимость оборудования, приспособлений, инструмента, срок их службы и окупаемости, размер отчисления на амортизацию оборудования и зданий;

16) научиться определять затраты и стоимость общих расходов на электроэнергию для производственных нужд и освещение, воду, пар, сжатый воздух, смазочные и охлаждающие жидкости и т. п.

В процессе преддипломной практики и при составлении дневника-отчета учащийся должен критически оценить собранные материалы, дать анализ действующих технологических

процессов, методов получения заготовок, конструкций оснастки, технико-экономических показателей работы цеха и др.

С целью сокращения времени на сбор материалов и оформления дневника-отчета учащийся должен знать состав службы предприятия, где могут быть получены требуемые данные:

ОГК (Отдел главного конструктора) — рабочие чертежи деталей и технические требования, стандарты и нормалы на соответствующие детали и сборочные единицы, сведения о внедрении новых материалов, результаты испытаний новых конструкций машин;

ОГТ (Отдел главного технолога) — рабочие чертежи заготовок, технологические карты, чертежи приспособлений и инструментов, нормативы режимов резания и норм времени на обработку, нормы расхода материалов;

ОТЗ (Отдел труда и заработной платы) — материалы по организации бригадной формы труда и многостаночного обслуживания, вопросы тарификации рабочих, техническое нормирование труда, вопросы повышения производительности труда и организации социалистического соревнования;

ПЭО (Планово-экономический отдел) — сведения о затратах на производство, вопросы организации внутризаводского хозяйства и анализа работы цехов; нормативы затрат на материалы, электроэнергию, топливо и др.; нормативные расчеты размеров партий деталей и длительности цикла;

ОТК (Отдел технического контроля) — сведения об организации контроля качества продукции, поступающих на завод материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий и оборудования; материалы по учету и анализу брака, способам его предупреждения;

ОТБ (Отдел техники безопасности) — материалы по организации техники безопасности, охраны труда и промышленной санитарии.

В зависимости от величины (категории) завода и структуры его управления наименование отдельных подразделений может быть иным.

Собранный фактический материал с его анализом и другие выполненные работы, предусмотренные программой преддипломной практики и зафиксированные в дневнике-отчете, используются при выполнении дипломного проекта.

Глубокая проработка указанных выше вопросов по анализу фактического уровня технологии и организации производства даст возможность учащемуся предложить и разработать более производительные методы обработки детали с применением специальных, автоматизированных или высокопроизводительных станков, приспособлений и инструментов, а также но-

вейших методов организации производства и труда на проектируемом участке.

2.3. ДНЕВНИК-ОТЧЕТ О ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКЕ

Дневник-отчет о преддипломной практике кроме записей о ежедневно выполняемой работе должен содержать описания оборудования, инструмента, приспособлений, применяемых в цехе; анализ характерных технологических процессов и операций по изготовлению детали или изделия, аналогичных тем, которые были заданы для дипломного проектирования; технико-экономические расчеты.

К дневнику-отчету прилагается вся собранная или самостоятельно разработанная техническая документация: чертежи деталей, сборочных единиц, заготовок с техническими требованиями к ним, карты технологических процессов и наладок наиболее интересных операций, чертежи приспособлений, режущего и измерительного инструмента и др.

Дневник-отчет должен быть написан чернилами, четко и аккуратно, на листах писчей бумаги формата А4 (297 × 210 мм) и удовлетворять требованиям ГОСТ 2.105 – 79*. Чертежи могут быть представлены в виде синек или эскизов на бумаге или кальке.

Весь материал дневника-отчета помещают в папку, на которую наклеивают этикетку размером 105 × 150 мм с указанием наименования учебного заведения, содержания материала, фамилии и инициалов учащегося.

Дневник-отчет о преддипломной практике с отзывом-заключением руководителя практики от предприятия представляется в учебную часть техникума для просмотра руководителем практики. Руководитель дипломного проекта и консультант по организационно-экономической части в процессе консультаций знакомятся с отчетами о преддипломной практике, анализируя и сравнивая существующие технико-экономические показатели с результатами, полученными при выполнении дипломного проекта.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОТДЕЛЬНЫМ РАЗДЕЛАМ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

3.1. ВВЕДЕНИЕ

Во введении дипломник отражает важнейшие решения партии и правительства по развитию машиностроения, в частно-

сти отрасли (автомобилестроение, станкостроение, энергетическое машиностроение и т. п.), в которой специализируется дипломник.

Введение обязательно должно быть логически связано с темой дипломного проекта, в нем кратко излагается тема дипломного проекта, обосновывается ее важность и актуальность. Во введении отмечаются основные цели и мероприятия по дальнейшему увеличению экономии основных материалов, повышению технического уровня производства, механизации и автоматизации производства, по разработке прогрессивных технологических процессов, улучшению качества продукции.

Так, например, при проектировании участка механического цеха желательно осветить вопросы создания переменного производства, внедрения групповой обработки деталей, применения универсально-сборочных приспособлений; при проектировании участка инструментального цеха, например для изготовления зуборезного инструмента, надо увязать влияние точности зуборезного инструмента на эксплуатационные характеристики изделий — повышение быстроходности машин, уменьшение шума зубчатых передач и т. п., при проектировании участка контрольных приборов или приспособлений надо описать эффективность их применения и влияние на механизацию контроля; при проектировании участка универсальных блоков штампов — затронуть вопросы внедрения высокопроизводительного процесса листовой штамповки в серийное и мелкосерийное производства и т. п. Введение должно быть написано на 1 — 2 страницах.

3.2. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ

Этот раздел должен содержать описание назначения и условий работы в изделии заданной детали, обзор и анализ конструкций машин, приборов или отдельных сборочных единиц, инструмента или другого объекта производства.

Если дипломное задание предусматривает конструирование инструмента для обработки определенных деталей на данном станке, то дипломнику предоставляется инициатива самостоятельно выбрать конструкцию режущего инструмента, раскрыв в этом разделе пояснительной записки существующие конструкции аналогичных инструментов, а также произвести необходимые расчеты конструкции (габариты, элементы крепления, геометрические параметры и т. п.). В графической части проекта этому разделу может быть отведен специальный (обзорный) лист.

Если дипломное задание выдано в виде рабочего чертежа

детали машины, прибора, режущего или измерительного инструмента, то дипломник может ограничиться выполнением общего вида заданного изделия с необходимым количеством видов, разрезов и сечений. Изделие вычерчивается в рабочем положении в масштабе 1:1 в соответствии с требованиями ЕСКД. При необходимости выполнения сборочного чертежа к нему прилагается спецификация с перечислением всех деталей и указываются технические требования.

В пояснительной записке приводятся подробное описание детали, ее эксплуатационное назначение и действие в изделии, обоснование выбора материала, его механических свойств, термической обработки, химического состава, расчет исполнительных размеров и др. Рекомендуется произвести отработку конструкции детали на технологичность.

Приведенные характеристики должны служить исходным материалом для выбора метода получения заготовки и разработки технологического процесса.

3.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Технологический процесс изготовления детали (изделия) является исходным материалом для выполнения всех разделов дипломного проекта и должен быть разработан в полном соответствии с требованиями стандартов ЕСТД и ЕСТП.

Исходными данными для проектирования технологического процесса являются: рабочий чертеж детали со всеми необходимыми техническими условиями, назначение детали и условия ее работы в сборочной единице или машине, а также годовой объем выпуска деталей или машин. Кроме того, при проектировании используют необходимую справочную литературу по нормативам режимов резания, стандарты и каталоги режущего, измерительного и вспомогательного инструмента.

Проектирование нового технологического процесса включает в себя: 1) анализ технологичности детали, а при изготовлении на участке изделия, состоящего из нескольких деталей (сборочной единицы), — технологичности всей конструкции; 2) анализ существующего технологического процесса; 3) выбор типа производства (если это предусмотрено в дипломном задании); 4) определение размера производственной и операционной партии или такта выпуска деталей в зависимости от выбранного типа производства; 5) выбор исходной заготовки и определение ее размеров, допускаемых отклонений и припусков на механическую обработку; 6) выбор технологических баз, т. е. поверхностей базирования и закрепления заготовки, обеспечивающих заданную точность изготовления детали при

оптимальной производительности принятого технологического процесса; 7) маршрутное описание технологического процесса, т. е. сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов, при этом необходимо предусмотреть наиболее прогрессивные высокопроизводительные методы обработки металлов; 8) выбор необходимого оборудования и технологической оснастки (приспособлений для закрепления заготовки, режущего и измерительного инструмента и т. п.); 9) операционное описание технологического процесса, заключающееся в полном описании всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов, с заполнением всех граф технологической документации и карт эскизов; 10) назначение режимов резания по каждому переходу и подсчет основного, штучного или штучно-калькуляционного времени на операцию; 11) определение технической нормы времени на каждую операцию, разряда работы и расценки; 12) проведение сравнительных экономических расчетов для двух возможных вариантов обработки.

Анализ технологичности детали включает отработку ее конструкции с целью максимальной унификации элементов (диаметральных размеров, резьб, фасок и др.), правильный выбор и простановку размеров, оптимальных допусков и шероховатости поверхности, соблюдение всех требований, предъявляемых к заготовкам, и т. д.

Для количественной оценки используют три показателя (ГОСТ 14.201 — 83), показывающие достигнутое снижение трудоемкости изготовления детали $K_{у,т}$ и технологической себестоимости детали $K_{у,с}$ по сравнению с аналогичными базовыми (исходными) показателями, а также коэффициент унификации конструктивных элементов детали $K_{у,з}$ (табл. 5).

Во многих машиностроительных техниках предусматривается ряд дополнительных количественных показателей анализа технологичности конструкции деталей, дающих возможность более полное отработать конструкцию. К таким показателям относятся коэффициенты использования материала, точности обработки, применения типовых технологических процессов. Числовые значения показателей (коэффициентов) технологичности сводятся в форму (табл. 5) и должны быть близки к 1 (примерно 0,6...0,8).

В операционных картах технологического процесса допускается нумерацию обрабатываемых поверхностей заготовки каждый раз начинать с единицы: 1 2 3 ...

При оценке технологичности конструкции детали надо

Таблица 5. Форма расчета основных показателей анализа технологичности конструкции детали и изделия

Наименование показателя	Формула
1. Трудоемкость изготовления детали	$K_{y,т} = T_{п}/T_{б,п},$ где $T_{п}$ — проектная трудоемкость изготовления детали; $T_{б,п}$ — трудоемкость на базовом предприятии
2. Технологическая себестоимость	$K_{y,с} = C_{т}/C_{б,т},$ где $C_{т}$ — проектная себестоимость детали; $C_{б,т}$ — себестоимость на базовом предприятии
3. Коэффициент унификации конструктивных элементов	$K_{y,з} = Q_{y,з}/Q_{п},$ где $Q_{y,з}$ — число унифицированных типоразмеров конструктивных элементов (резьбы, фаски, отверстия, шпонки и пр.); $Q_{п}$ — число конструктивных элементов в детали (в изделии)
4. Коэффициент применения типовых технологических процессов	$K_{т,п} = Q_{т,п}/Q_{п},$ где $Q_{т,п}$ — число типовых технологических процессов (операций) изготовления, контроля, испытаний; $Q_{п}$ — общее число применяемых технологических процессов
5. Коэффициент использования материала	$K_{и,м} = m_{и}/m_{з},$ где $m_{и}$ — масса детали (изделия); $m_{з}$ — масса заготовки
6. Коэффициент стандартизации конструкции изделия (сборочной единицы)	$K_{ст,д} = D_{ст}/D,$ где $D_{ст}$ — число стандартных деталей в изделии; D — общее число деталей (кроме крепежных), которые входят в изделие

Примечание. Для определения коэффициента унификации конструкторских элементов $K_{y,з}$ по рабочему чертежу детали учитывают все унифицированные типоразмеры: ряды нормальных диаметров валов и отверстий, резьбы, зубья, шлицы, фаски, конусы и др. и их количество делят на общее количество размеров, поставленных на чертеже.

обращать внимание на степень использования унифицированных (нормализованных) конструктивных элементов, возможность применения стандартного режущего, измерительного и вспомогательного инструмента и приспособлений, возможность использования типовых технологических процессов.

В начальный период работы над проектом некоторые сведения для оценки технологичности конструкции детали отсутствуют, поэтому дипломник определяет остальные коэффициенты по мере появления новых сведений.

Описание существующего технологического процесса изготовления детали дипломник должен провести с указанием операций, переходов, режимов резания и норм времени, применяемого оборудования, приспособлений, инструмента. Необходимо также дать анализ каждому из показателей. В дальнейшем, при проектировании нового технологического процесса, дипломник должен учесть положительные и отрицательные стороны существующего технологического процесса. Этот раздел дипломник выполняет, используя отчет о преддипломной практике и данные, полученные в цехах и отделах завода, изготавливающего аналогичную продукцию.

Определение типа производства проводят, беря за основу габариты, массу и годовой объем выпуска изделия, предусмотренного дипломным заданием. От правильного выбора типа производства зависит качество всего дипломного проекта. Тип производства и соответствующие ему формы организации труда определяют характер технологического процесса и его построение.

В соответствии с ГОСТ 3.1108 – 74 одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций $K_{з.о.}$, показывающий отношение числа всех различных технологических операций, выполняемых в течение месяца, к числу рабочих мест. При выборе оптимальной величины коэффициента закрепления операций $K_{з.о.}$ предприятия машино- и приборостроения пользуются формулами, приведенными в методических указаниях ЕСТПП РД 50 – 174 – 80.

При выполнении дипломного проекта используют более упрощенные формулы:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{C_p}; \quad (1)$$

$$K_{з.о.} = \frac{\sum C_{pi} m_{di} m_{ол_i}}{\sum C_{pi}}, \quad (2)$$

где O – общее число различных операций, выполняемых на участке; C_p – число рабочих мест (станков), на которых выполняются эти операции; C_{pi} – число рабочих мест (станков) одного наименования; m_{di} – количество наименований (типоразмеров) обрабатываемых деталей в месяц; $m_{ол_i}$ – количество операций, закрепленных за одним рабочим местом (станком) при обработке деталей одного наименования (типоразмера).

Для массового производства коэффициент закрепления операций $K_{з.о} = 1$.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями. В зависимости от размеров партий различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. Коэффициент закрепления операций принимают равным: для мелкосерийного производства $K_{з.о} = 20 \div 40$; для среднесерийного $K_{з.о} = 10 \div 20$; для крупносерийного $K_{з.о} = 1 \div 10$.

В единичном производстве, характеризуемом широкой номенклатурой изготавливаемых изделий и малыми объемами выпуска, коэффициент закрепления операций не регламентируется.

Расчет коэффициента закрепления операций $K_{з.о}$ по предварительно разработанному технологическому процессу для серийного производства можно привести на примере.

На участке из 22 станков различных типов $C_{р.ток}$, $C_{р.св}$ и т. д. равномерно в течение месяца обрабатываются 12 типоразмеров деталей ($m_{д1} = m_{д2} = \dots = m_{д12} = 12$) при следующем количестве закрепленных за ними операций $m_{од}$:

$$\begin{array}{ll} C_{р.ток} = 6; m_{од.ток} = 2; & C_{р.зуб} = 5; m_{од.зуб} = 1; \\ C_{р.св} = 2; m_{од.св} = 1; & C_{р.пр} = 1; m_{од.пр} = 1; \\ C_{р.фр} = 4; m_{од.фр} = 2; & C_{р.шл} = 4; m_{од.шл} = 3. \end{array}$$

Тогда коэффициент закрепления операций будет равен

$$K_{з.о} = \frac{12(6 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 4 \cdot 2 + 5 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 4 \cdot 3)}{6 + 2 + 4 + 5 + 1 + 4} = \frac{12 \cdot 40}{22} = 21,9,$$

что соответствует мелкосерийному производству.

В ряде техникумов дипломнику задается тип производства, соответствующий существующему на предприятии, где он проходил преддипломную практику.

Изготовление деталей или изделий партиями — характерная особенность серийного типа производства. *Производственная партия* — группа заготовок одного наименования и типоразмера, запускаемых в обработку одновременно или непрерывно в течение определенного интервала времени. *Операционная партия* — производственная партия или ее часть, поступающая на рабочее место для выполнения технологической операции.

При проектировании серийного производства дипломник производит расчет размера операционной партии деталей, учитывая при этом, что от этого размера зависят нормы штучно-калькуляционного времени на операцию, а также ряд важных технико-экономических показателей: коэффициент использования металла, степень использования специализированного оборудования и оснастки, квалификации рабочих и т. п.

Увеличение количества деталей в операционной партии является положительным фактором, так как с повторением одних и тех же приемов работы возрастает навык рабочего, а следовательно, растет уровень производительности труда. Кроме того, чем больше операционная партия, тем меньше подготовительно-заключительное время, приходящееся на каждую деталь, меньше штучно-калькуляционное время на операцию и ниже себестоимость детали.

С другой стороны, неоправданное увеличение размера операционной партии отрицательно сказывается на производственном процессе — увеличивается незавершенное производство, растут площади, занятые цеховыми и межоперационными складами заготовок и деталей, и оборотные средства, уменьшается их оборачиваемость.

Для определения оптимального размера операционной партии существует несколько формул, предложенных разными авторами. Но ввиду отсутствия в начальной стадии проектирования данных о значениях входящих в них параметров и затруднений, встречающихся у дипломника при их определении, размер n операционной партии деталей в штуках определяют по следующей упрощенной формуле:

$$n = Nt/\Phi_y, \quad (3)$$

где N — количество деталей одного наименования и размера в годовом объеме выпуска изделий, шт.; t — необходимый запас заготовок на складе (для крупных деталей $t = 2...3$ дн, для средних $t = 5$ дн, для мелких деталей и инструментов $t = 10...30$ дн); Φ_y — число рабочих дней в году ($\Phi_y = 305$ дн при одном дне отдыха в неделю и продолжительности рабочей смены 7 ч и $\Phi_y = 253$ дн при двух днях отдыха в неделю и продолжительности рабочей смены 8 ч (или 8 ч 12 мин)).

На следующих этапах дипломного проектирования, после выполнения технического нормирования всех операций технологического процесса, дипломник может воспользоваться и другими формулами для определения количества деталей в операционной партии, например, по соотношению между значением подготовительно-заключительного времени и длительностью обработки детали:

$$n = K \frac{\sum T_{п.з}}{\sum T_{ш}}, \quad (4)$$

где $\sum T_{п.з}$ — суммарное подготовительно-заключительное время на операционную партию по всем операциям технологического процесса; $\sum T_{ш}$ — суммарное штучное время на единицу изделия (детали) по всем операциям технологического процесса; K —

коэффициент, значение которого определяется отношением подготовительно-заключительного времени ко времени работы оборудования (длительности цикла), в течение которого на нем будет обрабатываться данная партия деталей. В практических расчетах принимается: $K = 10$ для мелкосерийного производства; $K = 20$ для среднесерийного и $K = 30$ для крупносерийного.

Вместо величин $\Sigma T_{п.з}$ и $\Sigma T_{ш}$ используют величины $T_{п.з}$ и $T_{ш}$ для той операции, на которой их отношение будет наибольшим.

Полученный размер партии деталей следует корректировать в зависимости от конкретных производственных условий. Он должен быть кратным годовому объему выпуска, равным или кратным размеру производственной партии. Корректировка расчетного оптимального размера операционной партии допускается в сторону увеличения на 10...15%, в сторону уменьшения — на 5...10%. Целесообразно партию приравнивать к размерам сменной выработки. В ряде случаев размер партии должен быть кратным количеству деталей, одновременно обрабатываемых в многоместных приспособлениях или на плоскошлифовальном или другом станке, вместимости гальванических ванн, стойкости применяемого на данной операции инструмента, вместимости унифицированной мерной тары для транспортировки и хранения заготовок и т. д.

Характерной особенностью массового производства является производство непрерывным потоком. Продолжительности операций по всему потоку (технологической линии) должны быть равными или кратными, что позволит производить обработку в течение определенного отрезка времени — такта без образования заделов. Интервал времени (такт), мин, через который периодически производится выпуск изделия, равен

$$\tau = \frac{60F_d}{N}, \quad (5)$$

где F_d — эффективный годовой фонд производственного времени оборудования (линии) при заданном количестве рабочих смен, ч; N — годовой объем выпуска изделий участка (линии), шт.

Длительность такта является основой проектированияточной линии, выбора потребного количества оборудования, схемы потока, синхронизации операций и других организационно-технических мероприятий.

Для выполнения операций, длительность которых не укладывается в установленный такт, должно быть установлено

дополнительное оборудование или предусмотрены промежуточные склады страховых запасов.

Выбор вида исходной заготовки и способа ее получения, определение припусков на обработку и расчет размеров исходной заготовки является ответственным этапом в ходе дипломного проектирования, так как коренным образом влияет на технологию механической обработки изделия. От степени совершенства способов получения исходной заготовки в значительной степени зависит расход металла, количество операций обработки и их трудоемкость, себестоимость процесса изготовления детали и изделия в целом.

При решении этого вопроса надо стремиться к тому, чтобы форма и размеры исходной заготовки были максимально близки к форме и размерам детали. Но повышение точности размеров заготовки и получение ее более сложной формы чаще всего приводит к увеличению себестоимости самой заготовки, особенно в мелкосерийном и единичном производствах.

На выбор способа получения исходной заготовки влияют следующие факторы: вид материала, его физико-механические свойства; объем выпуска изделий и тип производства; размеры и форма изделия; характер применяемого на проектируемом участке оборудования (универсальное или специальное); производственные возможности заготовительных цехов завода (кузнечного, литейного, сварочного и т. п.).

В машиностроении в зависимости от номенклатуры изделий и характера производства применяют исходные заготовки в виде прутков круглого, прямоугольного, квадратного сечений профильного и периодического проката, толстостенных бесшовных труб; горячекатаных и холоднокатаных листов и полос; поковок, получаемых методом свободной ковки, ковки в штампах, чеканки, ротационного обжатия; отливок из стали, серого, ковкого, высокопрочного и антифрикционного чугунов и цветных металлов, получаемых литьем в земляные формы, в формы из быстротвердеющих смесей, в металлические формы (кокили), по выплавляемым моделям, в корковые или оболочковые формы и т. п.; сварных заготовок для режущего инструмента и для корпусов машин, приборов и приспособлений; пластин из быстрорежущей стали и твердых сплавов.

Выбор вида исходной заготовки можно оценить одним из упрощенных способов, сравнивая себестоимости двух вариантов, например поковки и проката. Если себестоимость C'_1 поковки будет меньше себестоимости C''_2 заготовки из проката, то за счет меньшего припуска на обработку и меньшей массы заготовки, сокращения времени на черновую (предварительную) обработку себестоимость готовой детали из поковки еще боль-

ше будет отличаться от детали, выполненной из проката, и дальнейшего сравнения вариантов производить нет необходимости. Если же получается, что себестоимость поковки будет больше себестоимости заготовки из проката вследствие большей сложности ее изготовления, то необходимо произвести дополнительные технико-экономические расчеты.

Ориентировочно определение целесообразности выбора того или иного вида заготовки можно произвести путем сравнения себестоимости заготовок и размера заработной платы рабочих, занятых на операциях предварительной механической обработки. При этом должно выполняться соотношение

$$C'_3 - C''_3 < P'_{\text{пред}} - P''_{\text{пред}}, \quad (6)$$

где C'_3 и C''_3 — себестоимость заготовок по первому и второму вариантам; $P'_{\text{пред}}$ и $P''_{\text{пред}}$ — расценки на выполнение предварительной механической обработки заготовок, полученные в результате определения основного времени на удаление излишнего припуска (или напуска) при двух вариантах вида исходных заготовок. Значение себестоимости можно найти, используя формулу

$$C_3 = am_3K_n, \quad (7)$$

где a — стоимость единицы массы металла заготовок в зависимости от его марки, геометрической сложности заготовки и способа получения (Приложения 20 и 21); m_3 — масса заготовки; K_n — коэффициент, учитывающий тип и вид производства заготовок (табл. 6).

Таблица 6. Значение коэффициента K_n

Тип производства	Отливки	Поковки	
		на молотах и ковочных машинах	на кривошипных прессах
Массовое	1,0	0,8	0,65
Крупносерийное	1,15	1,0	1,0
Среднесерийное	1,35	1,4	2,0
Мелкосерийное	1,55	1,8	3,0

Оценкой выбора вида заготовки может служить и коэффициент использования материала $K_{и.м}$ (см. табл. 5). Для рациональных формы и вида выбранной заготовки значения коэффициента $K_{и.м}$ близки к единице.

В настоящее время в машиностроении, особенно в крупносерийном и массовом производствах, успешно применяются различные прогрессивные способы получения исходных

заготовок — продольный, поперечный и профильный прокат деталей машин (зубчатых колес, деталей подшипников, крепежных изделий, инструмента и т. п.), специальные виды литья и штамповки, что упростило технологию и улучшило технико-экономические показатели механической обработки.

Правильность выбора вида заготовки может быть определена путем сравнения себестоимостей готовых изделий.

Выбрав исходную заготовку, дипломник вычерчивает ее, рассчитывает размеры (для заготовок из сортового проката выбирает профиль), определяет объем и массу заготовки, норму расхода металла, описывает технологический процесс ее получения, составляет технические требования (допуски, толщину обезуглероженного слоя, механические свойства, химический состав металла и т. п.).

Допуски на размеры исходной заготовки и припуски на механическую обработку дипломник устанавливает, пользуясь стандартами: для чугунного литья — ГОСТ 1855 — 55; для стального литья — ГОСТ 2009 — 55; для проката — ГОСТ 2590 — 71*; для поковок, изготавливаемых на прессах, — ГОСТ 7062 — 79; для стальных штампованных заготовок — ГОСТ 7505 — 74*, 3.1121 — 84 и 3.1418 — 82.

Разработка технологического процесса как таковая состоит из комплекса взаимосвязанных работ, предусмотренных Единой системой технологической подготовки производства (ЕСТПП), и должна выполняться в полном соответствии с требованиями ГОСТ 14.301 — 83.

В зависимости от годового объема выпуска изделий и принятого типа производства решение технологических задач осуществляется по-разному. Для мелкосерийного производства разрабатывается единичный технологический процесс, дающий возможность сокращать время на подготовку производства, эффективно применять универсальное оборудование и универсально-наладочные приспособления [10]. Для серийного производства следует стремиться строить технологический процесс, ориентируясь на использование *переменно-поточных линий*, когда последовательно изготавливаются партии деталей одних наименований или размеров, или *групповых поточных линий*, когда параллельно изготавливаются партии деталей различных наименований. Для массового производства необходимо предусматривать возможность организации непрерывной поточной линии с использованием специальных и агрегатных станков, специальной переналаживаемой технологической оснастки и максимальной механизации и автоматизации производственных процессов.

При разработке технологического процесса руководствуются следующими принципами:

в первую очередь обрабатывают те поверхности, которые являются базовыми при дальнейшей обработке;

после этого обрабатывают поверхности с наибольшим припуском;

далее выполняют обработку поверхностей, снятие металла с которых в наименьшей степени влияет на жесткость заготовки;

в начало технологического процесса следует относить те операции, на которых можно ожидать появления брака из-за скрытых дефектов металла (трещин, раковин, волосовин и т. п.);

поверхности, обработка которых связана с точностью и допусками относительного расположения поверхностей (соосности, перпендикулярности, параллельности и т. п.), изготавливают при одной установке;

совмещение черновой (предварительной) и чистовой (окончательной) обработок в одной операции и на одном и том же оборудовании нежелательно — такое совмещение допускается при обработке жестких заготовок с небольшими припусками;

при выборе установочных (технологических) баз следует стремиться к соблюдению двух основных условий: совмещению технологических баз с конструкторскими (например, отверстие в корпусе насадной цилиндрической фрезы одновременно служит посадочным местом для оправки в процессе эксплуатации и базой для большинства операций); постоянству баз, т. е. выбору такой базы, ориентируясь на которую можно провести всю или почти всю обработку (например, центровые отверстия вала, оси или хвостовики режущего инструмента). Принцип базирования заготовок должен строго соответствовать ГОСТ 21495 — 76* [4, 8, 9, 12].

Предварительная разработка технологического процесса обработки заданной детали заканчивается составлением и оформлением комплекта документов технологического процесса по ГОСТ 3.1118 — 82 и 3.1121 — 84.

Состав и формы карт, входящих в комплект документов, зависят от вида технологического процесса (единичный, типовой или групповой), типа производства и степени использования разработчиком (предприятием, учебным заведением) средств вычислительной техники и автоматизированной системы управления производством (АСУП).

По степени детализации описания полноты информации каждый из указанных видов технологических процессов предусматривает различное изложение содержания операции и комплектность документации.

Таблица 7. Содержание граф основной надписи технологических документов

Номер графы	Содержание вносимой информации
1	Наименование учебного заведения в полном или сокращенном виде, например: МИТ, МСИТ, «Комсомолец»
2	Обозначение изделия (детали, сборочной единицы) по основному конструкторскому документу или код ступени классификации по конструкторскому классификатору
3	Код классификационных группировок технологических признаков для типовых и групповых технологических процессов по технологическому классификатору [78, 79]
4	<p>Обозначение документа по ГОСТ 3.1201-74:</p> <p>первые семь цифр в верхней части графы — код организации-разработчика. Ряду учебных заведений присвоены отраслевые коды, например Минстанкопромом присвоены коды:</p> <p>500005 2 — Московскому инструментальному техникуму;</p> <p>500003 1 — Московскому вечернему станкостроительному техникуму при заводе «Красный пролетарий»</p> <p>В этой графе временно допускается записывать шестизначный почтовый индекс техникума:</p> <p>первые пять цифр в нижней части графы — код характеристики документа, выбираемый из ГОСТ 3.1201-74 (см. Приложение 7);</p> <p>пять последних цифр — порядковый регистрационный номер. В учебном процессе допускается вместо этих цифр условно записать «XXXXXX»</p>
5	<p>Литера, присвоенная технологическому документу по ГОСТ 3.1102-81:</p> <p>И — разового изготовления в единичном производстве,</p> <p>П — предварительный проект,</p> <p>А — серийное производство,</p> <p>Б — массовое производство и т. д.</p> <p>При дипломном проектировании допускается в этой графе записывать «ДП»</p>
6	Наименование изделия (детали, сборочной единицы) по основному конструкторскому документу
8	Номер операции
12	Характер работы, выполняемой лицами, подписывающими документ
13	Фамилии лиц, участвующих в разработке, оформлении и контроле документа
15	Дата подписи. Написание месяца римскими цифрами не допускается
26	Общее количество листов документа
27	Порядковый номер листа документа

Номер графы	Содержание вносимой информации
28	Условное обозначение вида документа по ГОСТ 3.1102–81, например: МК – маршрутная карта КТП – карта технологического процесса КЭ – карта эскизов, ОК – операционная карта
30	Графа для сквозной нумерации листов всего комплекта или всей объяснительной записки. Графы 7, 8, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 29 и 31 при дипломном проектировании не заполняются

В *маршрутном технологическом процессе* содержание операций излагается только в маршрутной карте без указания переходов (допускается включать режимы обработки, т. е. строку со служебным символом – Р). Применяется в единичном и мелкосерийном типах производства.

В *операционном технологическом процессе* маршрутная карта содержит только наименование всех операций в технологической последовательности, включая контроль и перемещение, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудозатраты. Сами операции разрабатываются на операционных картах. Применяется в крупносерийном и массовом типах производств.

В *маршрутно-операционном технологическом процессе* предусматривается краткое описание содержания отдельных операций в маршрутной карте, а остальные операции оформляются на операционных картах. Для дипломного проектирования рекомендуется операционная или маршрутно-операционная степень детализации описания технологического процесса.

Все виды технологических документов содержат единую форму основной надписи, содержание и правила заполнения которой регламентируются ГОСТ 3.1103 – 82.

На рис. 3,а приводится основная надпись для формата А4 с горизонтальным полем подшивки как наиболее часто применяемая в дипломном проектировании. Графы основной надписи заполняются в соответствии с рекомендациями табл. 7.

Учитывая, что маршрутная карта является основным и обязательным документом любого технологического процесса, далее подробно рассматривается пример заполнения маршрутной карты по ГОСТ 3.1118 – 82, форма 1 (рис. 3,б).

К заполнению граф технологических документов предъявляются следующие требования:

1. Каждая строка мысленно делится по горизонтали пополам, и информацию записывают в нижней ее части, оставляя верхнюю часть свободной для внесения изменений.

2. При записи информации допускаются сокращения, предусмотренные ГОСТ 2.316—68* и 3.1702—79 и др.

3. Для граф, выделенных утолщенными линиями, существует три варианта заполнения:

по первому варианту графы заполняются кодами и обозначениями по соответствующим классификаторам и стандартам. Вариант используется организациями, внедрившими автоматизированную систему управления производством;

второй вариант характерен для организаций, работающих без применения вычислительной техники. Графы заполняются информацией в раскодированном виде;

по третьему варианту информация дается в виде кодов с их расшифровкой. В дипломном проектировании рекомендуется этот вариант заполнения, так как он приемлем для организаций и учебных заведений с различным уровнем оснащения техническими средствами.

Незаполненные графы свидетельствуют о наличии других документов, являющихся носителями этой информации. В случае отсутствия информации для какой-либо графы в ней ставят прочерк длиной 4...5 мм. Вертикальные штрихи в строках указывают место заполнения информации под графой. Размеры граф должны соответствовать максимальному количеству символов, например цифр, которые можно записать или напечатать на пишущем устройстве применяемой вычислительной техники с шагом печати 2,6 мм.

Информация, вносимая в отдельные графы и строки маршрутной карты, выбирается из табл. 8. Для удобства поиска соответствующих граф карты номера пунктов таблицы продублированы выносными линиями на полях рис. 3, б.

На рис. 3, в приведена форма и пример заполнения операционной карты по ГОСТ 3.1418—82 с зоной, предназначенной для размещения эскиза (форма 2); если по своим габаритам эскиз не может быть размещен на этой карте, то операционную карту оформляют на форме 3 (рис. 3, г), эскиз для которой выполняется отдельно на карте эскизов (рис. 3, д).

Большинство граф операционных карт содержат информацию, идентичную графам маршрутных карт (см. табл. 7 и 8). Эти формы предназначаются как для оформления операций, выполняемых на универсальном технологическом оборудовании, так и на станках с ЧПУ.

а)

Адрес	22	14	15												
Класс	21														
Род	20			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
23															
Род	13	14	15												
12															
11															
10															
9															
8															
7															
6															
5															
4															
3															
2															
1															
Техника															
Х. химия															
28	29	30													

Рис. 3

5/10/74

Рис. 3. Продолжение

Таблица 8. Содержание информации, вносимой в графы и строки маршрутной карты

Номер пункта поиска	Содержание информации
1	<p>Обозначение служебных символов:</p> <p>А — номер цеха, участка, рабочего места, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции</p> <p>Б — код, наименование оборудования и информация по трудозатратам</p> <p>М — информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, вспомогательных и комплектующих материалах с указанием их кода, кода единицы величины, количества на изделие и нормы расхода</p> <p>О — содержание операции (перехода). Информация записывается по всей строке, при необходимости продолжение информации переносится на следующие строки. При отсутствии эскизов обработки здесь записывают размеры обработки отдельных поверхностей</p> <p>Т — информация о технологической оснастке в такой последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; рсжущий инструмент; слесарно-монтажный инструмент; средства измерений. Перед наименованием оснастки указывается код в соответствии с классификатором [75]. Код включает в себя высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группировки. Выборочно коды высшей группировки приведены в Приложении 8. Низшую группировку в дипломном проекте можно условно указать в виде знака «XXXX». Количество одинаковой одновременно работающей оснастки указывается цифрой в скобках, например: «...; 39 1842. XXXX (2) — фреза угловая Р9М6;»</p> <p>Р — строка вводится, если требуется указать информацию о режимах обработки</p>
2	Графы: номер цеха, участка и рабочего места в дипломном проекте можно заполнить в виде условного кода «XX»
3	Номер операции в технологической последовательности изготовления, контроля и перемещения
4	Рекомендуемая нумерация операций: 005, 010, 015, 020
5	<p>Код материала. Графа не заполняется — ставится прочерк</p> <p>В графе «М01» указываются наименование, сортament, размер и марка материала, номер стандарта, т. е. данные, которые в текстовых документах обычно записываются дробью в виде</p> <p align="center"> <i>В 25 ГОСТ 2590—71</i> <i>Круг 45 ГОСТ 1050—74</i> </p> <p>В данной графе запись выполняется одной строкой с разделительным знаком «/». Код заготовки — по приложению 9</p>

Номер пункта поиска	Содержание информации
6	Код единицы величины — массы, длины, площади и т. п. детали или заготовки по классификатору [72], так для массы, указанной в кг — код 166, в г — 163, в т — 168
7	Код операции согласно классификатору технологических операций [70, 71], например: 4220 — для расточной операции 4221 — для горизонтально-расточной операции
	В Приложении 9 выборочно приводятся коды основных операций механической обработки. При наличии операции, выполняемой на станке с программным управлением, к коду операции добавляется код «4103». После кода операции записывается ее наименование
8	Код оборудования включает в себя высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группировки. Выборочно коды оборудования указаны в Приложении 10. Низшая группировка оборудования в дипломном проекте условно указывается знаком «XXXX».
9	Код степени механизации труда указывается однозначной цифрой: наблюдение за работой автоматов 1 работа с помощью машин и автоматов 2 вручную при машинах и автоматах 3 вручную без машин и автоматов 4 вручную при наладке машин и ремонту 5
10	Код профессии согласно классификатору [76]. Выборочно коды ряда машиностроительных профессий рабочих даны в Приложении 11
11	Разряд работы, необходимый для выполнения операции. Код включает три цифры: первая — разряд работы по тарифно-квалификационному справочнику, две следующие — код формы и системы оплаты труда: 10 — сдельная форма оплаты труда, 11 — сдельная система оплаты труда прямая, 12 — сдельная система оплаты труда премиальная, 13 — сдельная система оплаты труда прогрессивная, 20 — повременная форма оплаты труда, 21 — повременная система оплаты труда простая, 22 — повременная система оплаты труда премиальная
12	Код условий труда включает в себя цифру — условия труда: 1 — нормальные, 2 — тяжелые и вредные, 3 — особо тяжелые, особо вредные и букву, указывающую вид нормы времени: Р — аналитически-расчетная,

Номер пункта поиска	Содержание информации														
	И — аналитически-исследовательская, Х — хронометражная, О — опытно-статистическая														
13	Обозначение документов, применяемых при выполнении данной операции, например ИОТ — инструкция по охране труда														
14	Обозначение профиля и размеров заготовок. Рекомендуется указывать толщину, ширину и длину заготовки, сторону квадрата или диаметр и длину, например, 20 × 50 × 300, Ø 35														
15	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции														
16	Количество одновременно обрабатываемых заготовок														
17	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки, например прутка														
18	Единица нормирования, на которую установлена норма времени, например: 1, 10, 100 шт.														
19	Масса заготовки														
20	Объем производственной партии в штуках														
21	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании зависит от количества обслуживаемых станков:														
	<table><tr><td>количество станков</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>коэффициент</td><td>1</td><td>0,65</td><td>0,48</td><td>0,39</td><td>0,35</td><td>0,32</td></tr></table>	количество станков	1	2	3	4	5	6	коэффициент	1	0,65	0,48	0,39	0,35	0,32
количество станков	1	2	3	4	5	6									
коэффициент	1	0,65	0,48	0,39	0,35	0,32									
22	Норма штучного времени на операцию														
23	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию														
24	Коды технологической оснастки по классификатору [75] (см. Приложение 8)														

Для большей наглядности при защите дипломного проекта несколько технологических эскизов (эскизы наладок) выполняют в полуконструктивном виде; приспособления — в виде установок схем базирования, инструмент — в конечном положении, режимы обработки для каждого перехода оформляют таблицей в нижнем правом углу над основной надписью. На одном листе формата А1 размещается 3 или 4 эскиза наладок разнохарактерных операций (токарная, фрезерная, шлифовальная и др.). Правила записи операций и переходов обработки резанием металлов изложены в ГОСТ 3.1702 — 79*, а слесарных и слесарно-сборочных работ — в ГОСТ 3.1703 — 79*.

Наименование операций обработки резанием должно отражать применяемый вид оборудования и записывается именем прилагательным в именительном падеже.

Наименование слесарных и слесарно-сборочных операций следует записывать именем существительным или прилагательным в именительном падеже с указанием предмета обработки, например «разметка направляющих поверхностей» и т. п. Исключение составляют такие наименования операций, как «слесарная», «сверлильная», «опиловочная» (Приложение 12).

В содержание перехода включаются:

1) ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме;

2) наименование в винительном падеже обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства, например «отверстие», «фаску», «заготовку» и т. п.;

3) информация о размерах обработки резанием или их условных обозначениях, приведенных на операционных эскизах и указанных арабскими цифрами в окружности диаметром 6...8 мм;

4) дополнительная информация, характеризующая количество одновременно или последовательно обрабатываемых поверхностей, характер обработки, например «предварительно», «окончательно», «последовательно», «по копиру», «согласно эскизу» и т. п.

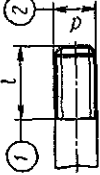
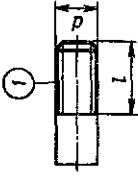
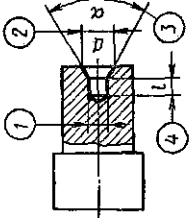
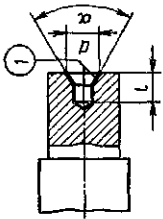
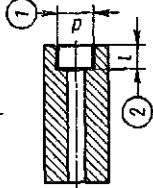
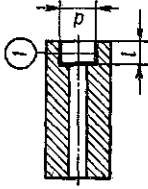
При записи содержания операции и переходов допускается полная или сокращенная форма записи (табл. 9). Полную запись следует выполнять при отсутствии графических изображений (эскизов, чертежей), при необходимости перечисления всех выдерживаемых размеров (такая запись характерна для промежуточных переходов). В записи содержания перехода следует указать непосредственные размеры обработки с их предельными отклонениями, например «точить предварительно поверхность 6, выдерживая $d = 45_{-0,5}$ и $l = 160 \pm 0,6$ ».

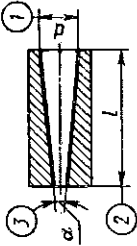
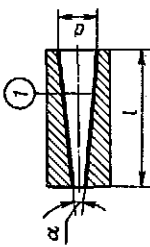
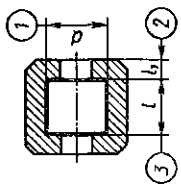
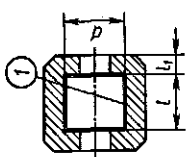
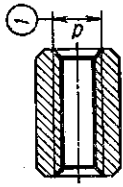
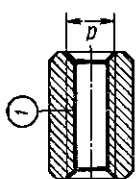
Сокращенную запись следует выполнять при наличии достаточной информации на графических изображениях и возможности ссылки на условное обозначение конструктивного элемента обрабатываемого изделия, например «точить канавку 1».

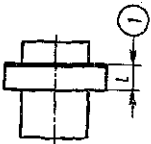
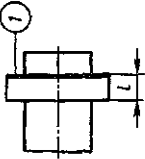
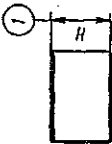
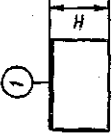
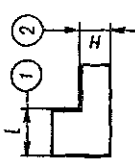
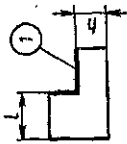
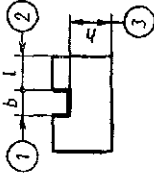
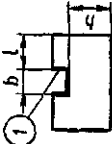
Параметры шероховатости обрабатываемой поверхности указываются только обозначениями на операционном эскизе или на операционной карте в зоне для графической информации. Допускается указывать в тексте содержания операции информацию о параметре шероховатости предварительно обрабатываемых поверхностей (промежуточных переходов), если его нельзя указать на операционном эскизе, например «фрезеровать предварительно ($R_z 100$) поверхность 3, выдерживая $h = 70 \pm 0,5$ ».

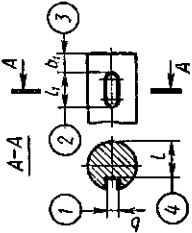
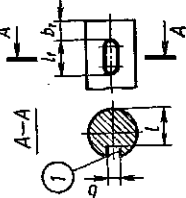
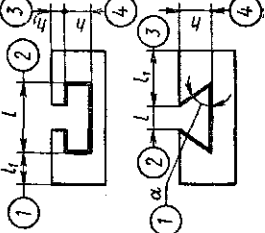
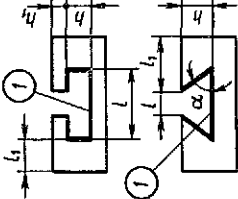
Таблица 9. Примеры полной и сокращенной записи содержания переходов обработки резанием и графического изображения обрабатываемых поверхностей (ГОСТ 3.1702—79*)

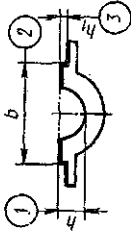
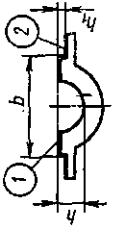
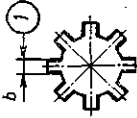
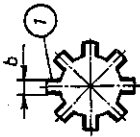
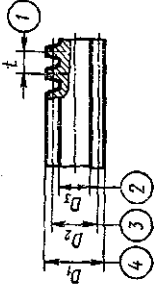

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Точить (шлифовать, довести, полировать и т. п.) канавку, выдерживая размеры 1—3		Точить (шлифовать, довести, полировать и т. п.) канавку 1	
Точить (шлифовать, притереть, полировать и т. п.) выточку, выдерживая размеры 1—4		Точить (шлифовать, притереть, полировать и т. п.) выточку 1	
Точить (шлифовать, притереть и т. п.) конус, выдерживая размеры 1 и 2		Точить (шлифовать, притереть и т. п.) конус 1	

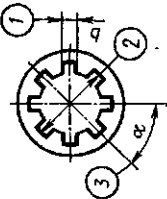
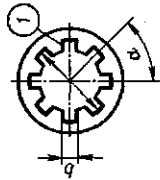
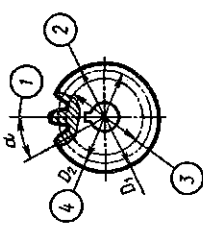
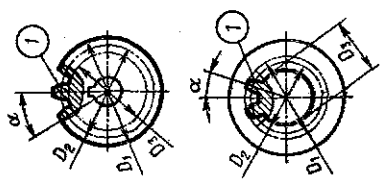
<p>Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т. п.) резьбу, держащая размеры l и 2</p>		<p>Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т. п.) резьбу l</p>	
<p>Центровать торец, поддерживая размеры $l-4$</p>		<p>Центровать торец l</p>	
<p>Расточить (зенкеровать, шлифовать и т. п.) отверстие, поддерживая размеры l и 2</p>		<p>Расточить (зенкеровать, шлифовать и т. п.) отверстие l</p>	

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Развернуть (расточить, зенкеровать и т. п.) коническое отверстие, выдерживая размеры $l-3$		Развернуть (расточить, зенкеровать и т. п.) отверстие l	
Расточить канавку, выдерживая размеры $l-3$		Расточить канавку l	
Нарезать (шлифовать, довести и т. п.) резьбу, выдерживая размер l		Нарезать (шлифовать, довести и т. п.) резьбу l	

Подрезать (шлифовать, полировать и т. п.) торец буртика, выдерживая размер l		Подрезать (шлифовать, полировать и т. п.) торец буртика l	
Строгать (фрезеровать, шлифовать и т. п.) поверхность, выдерживая размер l		Строгать (фрезеровать, шлифовать и т. п.) поверхность l	
Шлифовать (фрезеровать, строгать и т. п.) уступ, выдерживая размеры l и 2		Шлифовать (фрезеровать, строгать и т. п.) уступ l	
Протянуть (строгать, фрезеровать, шлифовать и т. п.) паз, выдерживая размеры $l-3$		Протянуть (строгать, фрезеровать, шлифовать и т. п.) паз l	

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 1—4		Фрезеровать шпоночный паз 1	
Протянуть (фрезеровать) паз, выдерживая размеры 1—4		Протянуть (фрезеровать) паз 1	

<p>Фрезеровать (шлифовать, полировать и т. п.) поверхности, выдерживая размеры 1—3</p>		<p>Фрезеровать (шлифовать, полировать и т. п.) поверхности 1 и 2</p>	
<p>Фрезеровать (шлифовать, полировать и т. п.) боковые поверхности шлицев, выдерживая размер 1</p>		<p>Фрезеровать (шлифовать, полировать и т. п.) поверхности шлицев 1</p>	
<p>Нарезать (фрезеровать, шлифовать и т. п.) червяк, выдерживая размеры 1—4</p>		<p>Нарезать (фрезеровать, шлифовать и т. п.) червяк 1</p>	

Полная запись перехода	Эскиз	Сохраненная запись перехода	Эскиз
Протянуть (долбить) шлицы, выдерживая размеры 1—3		Протянуть (долбить) шлицы 1	
Фрезеровать (долбить, строгать, протянуть, закруглить, шевинговать и т. п.) зубья, выдерживая размеры 1—4		Фрезеровать (долбить, строгать, протянуть, закруглить, шевинговать и т. п.) зубья 1	

В содержании операции должны быть отражены все необходимые действия, выполняемые в технологической последовательности исполнителем или исполнителями, по обработке заготовки на одном рабочем месте. Если часть переходов выполняют другие исполнители (контролеры, наладчики, такелажники), их действия также следует отразить в содержании операции, например

«025. Карусельно-фрезерная.

1. Установить и закрепить заготовку.
2. Проверить исполнение пер.1, ОТК.
3. Фрезеровать поверхности 1 и 2.

6. Контроль, ОТК.»

Для описания операций технического контроля заполняется ведомость операций технического контроля, в которую заносится описание всех операций технического контроля, выполняемых на проектируемом участке, в технологической последовательности с указанием данных об используемом инструменте и оснастке. Операционная карта технического контроля заполняется на каждую контрольную операцию.

При заполнении граф разряда и профессии дипломник должен пользоваться «Единым тарифно-квалификационным справочником» [29]. При определении разряда работы и нормирования труда рабочих необходимо иметь в виду, что квалификационные характеристики профессий рабочих разработаны применительно к шестиразрядной тарифной сетке; разряды работ в справочнике установлены по их сложности без учета условий труда.

В тарифно-квалификационных характеристиках работ каждого разряда приведены примеры работ, которые должен выполнять рабочий определенной профессии и разряда. Так, работа, предусмотренная проектируемым технологическим процессом, должна быть сопоставлена с характеристиками нескольких разрядов (по точности обработки, габаритам и форме обрабатываемой детали, применяемому оборудованию, приспособлению, инструменту и т. п.), после чего окончательно определяется разряд данной работы.

Очень важной частью разработки технологического процесса является создание операционных карт эскизов (КЭ) и схем обработки заготовки. Они помогают читать технологический процесс и создают ясное представление о замыслах дипломника.

Вычерчивать операционные эскизы надо с полным соблюдением правил. Масштаб выбирается произвольным, но с учетом возможности размещения эскизов в отведенных для них местах на листе или на операционных картах. Принятый масштаб изображения обрабатываемой заготовки желательно выдерживать на всех эскизах. Более крупный масштаб применяют только в особых случаях, например в эскизах операций протягивания шпоночного паза, долбления канавок на зубьях шевиров, расточки выточек, фасок, галтелей.

На каждом эскизе необходимо показать:

заготовку в рабочем положении;

поверхность, обрабатываемую на данной операции, обводя ее для наглядности жирными черными линиями; наносят условные обозначения технологических баз, опор, зажимов и установочных устройств;

в случае необходимости режущий инструмент в конце рабочего хода (если инструмент затемняет эскиз, то его можно изобразить отведенным от заготовки);

размеры, получаемые на данной операции с указанием допусков и требуемой шероховатости обработанных поверхностей: на эскизе проставляются только те размеры, которые рабочий должен обеспечить при выполнении данной операции, так чтобы не появилась при этом необходимость пересчитывать размеры или допуски на них. Проставлять размеры надо с учетом способа получения этого размера, т. е. технологическая база должна быть совмещена с измерительной;

направления главного движения и движения подачи.

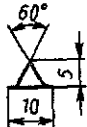
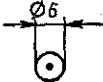







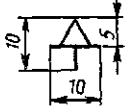
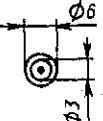

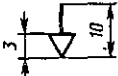
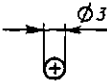

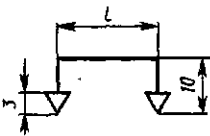
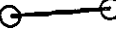

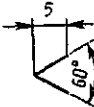
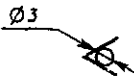
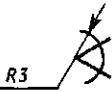
По указанию руководителя проекта на нескольких (4...8) эскизах наладок заготовка показывается закрепленной в приспособлении, изображенном в полуконструктивном виде, позволяющем выявить принцип его действия.

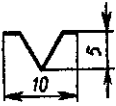


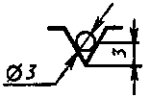


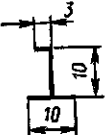


Режущий инструмент изображается в полуконструктивном виде в принятом масштабе.

Для большей наглядности при защите в ряде техникумов эскизы наладок выполняются на листах формата А1, разделенных на форматки. Если данная операция состоит из нескольких переходов или обработку ведут одновременно несколькими суппортами или инструментами, то режимы резания определяются и указываются для каждого перехода, позиции или инструмента.

Для упрощения оформления КЭ и другой технологической документации разработаны условные геометрические изображения опор, зажимов, установочных устройств, обозначений формы их рабочих поверхностей (табл. 10, 11, 12).

Таблица 10. Изображения опор, зажимов и установочных устройств
(ГОСТ 3.1107-81)

Наименование	Обозначение на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Опоры:			
неподвижная			
подвижная			
плавающая			
регулируемая			
Зажимы:			
одиночный			
двойной *			
Установочные устройства:			
неподвижный центр		—	—
вращающийся центр		—	—
плавающий центр		—	—

Наименование	Обозначение на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
цилиндрическая оправка			
шариковая (ролик-овая) оправка			
поводковый патрон			

* Допускается упрощенное графическое изображение

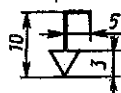

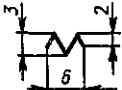
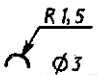
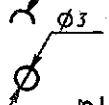
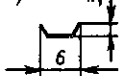


Таблица 11. Обозначения формы рабочих поверхностей опор, зажимов, установочных устройств (ГОСТ 3.1107-81)

Форма поверхности	Обозначение
Плоская	
Рифленая, резьбовая, шлицевая	
Сферическая	
Цилиндрическая, шаровая	
Призматическая	


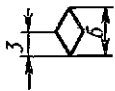

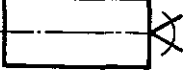
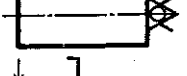
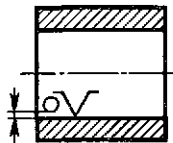
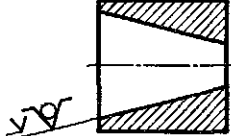
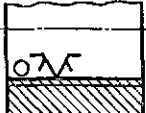

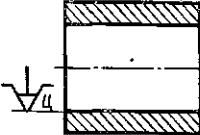
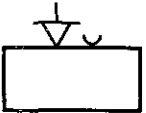
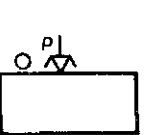
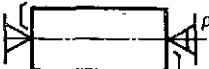
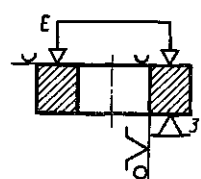
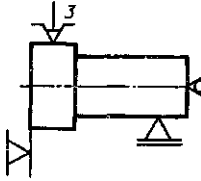
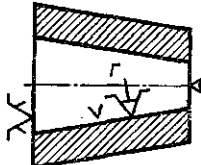
Форма поверхности	Обозначение
Коническая	
Ромбическая	
Трехгранная	

Таблица 12. Примеры нанесения обозначений крепления на схемах

Вид крепления	Обозначение
В неподвижном гладком центре	
В рифленном центре	
В плавающем центре	
Во вращающемся центре	
В обратном вращающемся центре с рифленой поверхностью	
В поводковом патроне	
С подвижным люнетом	
С неподвижным люнетом	

Вид крепления	Обозначение
На цилиндрической оправке	
На конической роликовой оправке	
На резьбовой оправке с наружной резьбой	
На шлицевой оправке	
На цанговой оправке	
На регулируемой опоре со сферической выпуклой поверхностью	
В пневматическом зажиме с рифленной поверхностью	
В тисках с пневмоприводом с призматическими губками	

Вид крепления	Обозначение
<p>В кондукторе с центрированием на цилиндрический палец с упором на три опоры и с электроприводным устройством двойного зажима, имеющим сферические поверхности</p>	
<p>В трехкулачковом патроне с упором в торец с поджимом вращающимся центром и с подвижным люнетом</p>	
<p>В конической оправке с гидропластовым зажимным устройством с упором на рифленую поверхность торца и с поджимом вращающимся центром</p>	

Примечания: 1. Допускаются отклонения от указанных размеров изображения.

2. Обозначение формы рабочих поверхностей наносят слева от обозначения устройства.

3. Количество точек приложения зажимной силы записывают арабской цифрой справа от изображения зажима.

4. Вид устройства зажима обозначают прописной буквой слева от его обозначения, например пневматическое (Р), гидравлическое (Н), гидропластовое (Г), электрическое (Е), электромагнитное (ЕМ).

Припуски на механическую обработку заготовки, их допуски, размеры исходной заготовки выбирают в зависимости от экономической точности принятого способа обработки, конфигурации изделия и вида заготовки. При этом необходимо учитывать следующее:

1) допуск припуска (точность обработки) должен обеспечиваться выбранным оборудованием, т. е. не должен выходить за пределы экономической точности обработки;

2) поле допуска должно быть согласовано с размером соответствующего ему припуска. Ориентировочно допуск состава

влияет 25 до 45% от среднего размера припуска на последующую операцию. Можно также условно считать, что каждая последующая обработка повышает точность обрабатываемой поверхности на 2...3 качества. Если, например, чертежный размер задан по 6-му качеству точности, то получистовая (промежуточная) обработка должна быть выполнена по 8-му качеству, а черновая (предварительная) по 11-му;

3) допуск надо задавать «в тело» заготовки от номинального промежуточного размера, т. е. для валов и плоских деталей с минусом, для отверстий и пазов с плюсом;

4) при изготовлении длинных деталей — валов, осей, винтов и т. д. — необходимо учитывать эксцентриситет, возникающий вследствие отжата заготовки при механической обработке и деформации при термообработке; у деталей с отверстиями — втулок, стаканов, шкивов, колес — эксцентриситет возникает от смещения их оси при обработке на цилиндрических оправках, он равен половине разности диаметров отверстия инструмента и оправки;

5) при изготовлении инструмента из быстрорежущих, легированных и углеродистых инструментальных сталей необходимо учитывать толщину обезуглероженного слоя и слоя металла, имеющего поверхностные изъяны (трещины, вмятины); размер этого слоя может быть принят в интервале 0,5...1 мм на сторону в зависимости от диаметра заготовки (из всех факторов, влияющих на выбор припуска, наибольшее значение имеет толщина обезуглероженного слоя);

6) необходимо учитывать направление отклонений от номинальных размеров проката в зависимости от марки стали. Так, для качественных конструкционных сталей (стали 10, 15, 20, 40X и др.) отклонения задаются как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения размера; для инструментальных углеродистых, легированных и быстрорежущих сталей отклонения от номинального размера задаются в сторону увеличения. Отклонения регламентируются соответствующими ГОСТами на сортамент;

7) значительного уменьшения припусков можно достигнуть сваркой стыковых соединений: этот метод весьма эффективен для получения заготовок из разнородных металлов, например конструкционной и быстрорежущей сталей. Для получения заготовки с большой разницей размеров в сечении из однородного металла эффективен методковки или штамповки.

Для расчета операционных и промежуточных припусков на механическую обработку и определения размеров заготовки применяются два метода: аналитический (расчетный) и справочный (табличный).

В соответствии с дипломным заданием припуски на все операции и переходы определяются справочным методом по нормативам. Расчет припусков для двух поверхностей дипломник должен произвести аналитическим методом по формулам, рекомендуемым в литературе [16].

Аналитический метод определения припусков предложен д-ром техн. наук, проф. В. М. Кованом и базируется на анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях выполнения и последующей обработки заготовки, определении элементов, составляющих припуск, и их суммировании.

Общим припуском на обработку называется слой металла, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки на всех операциях.

Промежуточный припуск — слой металла, необходимый для выполнения технологического перехода. Промежуточный припуск определяется разностью размеров, получаемых на смежных — предшествующем и выполняемом технологических переходах процесса обработки данной поверхности.

Для наружных поверхностей детали

$$z_i = a - b; \quad (8)$$

для внутренних поверхностей деталей

$$z_i = b - a, \quad (9)$$

где z_i — промежуточный припуск; a — размер, полученный на предшествующем переходе; b — размер, который должен быть получен на выполняемом переходе.

При обработке различают симметричные и асимметричные припуски. Симметричные припуски характерны для обработки наружных и внутренних поверхностей вращения, а также при параллельной обработке противоположных плоских поверхностей. Асимметричные припуски имеют место при последовательной обработке противоположных граней. Односторонний припуск представляет собой частный случай асимметричных припусков, когда одна из граней не обрабатывается.

Размер припуска должен быть достаточным для того, чтобы при его срезании были устранены различные дефекты заготовки (неровности, обезуглероженный или дефектный слой и т. п.), а также для компенсации погрешностей установки и базирования заготовок на данной операции и погрешностей формы и размеров, полученных на предыдущей операции.

Наименьший припуск на обработку при наименьшем предельном размере заготовки (для наружных поверхностей) и при наибольшем предельном размере заготовки (для внутренних

поверхностей) может быть выражен в общем виде формулой

$$z_{i \min} = (R_{zi-1} + T_{i-1}) + |\bar{\rho}_{i-1} + \bar{e}_y|, \quad (10)$$

где $z_{i \min}$ — наименьший припуск на сторону; R_{zi-1} — шероховатость, полученная на предыдущем переходе; T_{i-1} — глубина дефектного слоя поверхности заготовки после предыдущего перехода; $\bar{\rho}_{i-1}$ — векторная сумма пространственных отклонений взаимосвязанных поверхностей, полученных на предыдущем переходе; \bar{e}_y — векторная сумма погрешностей установки и базирования детали на выполняемом переходе.

При обработке поверхностей вращения суммарное значение ρ_{i-1} определяется как векторная сумма пространственных отклонений поверхностей заготовки, например смещения зацентровки $\rho_{см}$, эксцентрисичности $\rho_{эк}$ и кривизны (коробления) заготовки ρ_a :

$$\bar{\rho}_{i-1} = \bar{\rho}_{см} + \bar{\rho}_{эк} + \bar{\rho}_a. \quad (11)$$

В тех случаях, когда нельзя предвидеть направление вектора в пространстве, в целях получения наиболее вероятного значения ρ_{i-1} его значение суммируют по правилу квадратного корня:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{эк}^2 + \rho_a^2}. \quad (12)$$

Аналогично определяют суммарное значение пространственных отклонений погрешностей установки от погрешностей e_y закрепления и e_z базирования детали:

$$e_y = \sqrt{e_z^2 + e_0^2}. \quad (14)$$

Чтобы обеспечить постоянство промежуточных припусков на каждом переходе, размер обрабатываемой поверхности должен находиться в определенных пределах, характеризующих допуск припуска.

Допуск на припуск определяется как разность наибольшего и наименьшего предельных значений припуска, удаляемого на данном переходе (операции):

$$\delta_z = z_{i \max} - z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i, \quad (15)$$

где δ_{i-1} — допуск размера заготовки на предыдущей операции; δ_i — допуск размера заготовки на данной операции.

Расчет промежуточных припусков и предельных размеров обрабатываемых поверхностей по переходам (операциям) ведется в определенной последовательности: вначале определяют порядок выполнения технологических операций и устанавливают базовые опорные поверхности, затем в справочниках на-

ходят значения составляющих элементов R_{zi-1} , T_{i-1} , ρ_{i-1} , ε_y , δ_{i-1} и записывают расчетные значения припусков по всем операциям для заданной поверхности детали в приведенную ниже форму (см. с. 66—67).

Справочный метод определения промежуточных припусков состоит в том, что по специальным таблицам выбирают общий припуск на каждую поверхность изделия, получая таким образом размеры заготовки, а затем производят определение операционных и промежуточных размеров и допусков. Расчет начинают с последней (финишной) операции обработки. По таблицам соответствующих видов обработки устанавливают размеры промежуточных припусков на каждую операцию и затем определяют промежуточные размеры заготовки.

Исходными данными для расчета припусков являются: принятый способ получения заготовок (прокат, штамповка, различные методы литья), принятый технологический процесс обработки; методы установки и закрепления заготовки на каждой операции; принятые приспособления и режущие инструменты для каждой операции.

Наименьшие значения рекомендуемых припусков выбираются из справочников и ГОСТов, в частности ГОСТ 7505—74*, 1855—55.

Для приведения найденных в указанных справочниках данных в единую систему и сокращения текстовой части записки дипломнику рекомендуется составить таблицу, подобную приведенной в качестве примера табл. 13, занести в нее найденные данные. При заполнении отдельных граф формы необходимо руководствоваться следующими рекомендациями.

В графе 1 заполняются наименования операций и переходов для каждой обрабатываемой поверхности начиная с исходной заготовки до последней операции.

В графе 2 значения наименьшего припуска берут из справочников для каждого перехода (или операции). Если рассчитывают припуски на цилиндрические поверхности, то рекомендуется в этой графе указывать припуск на диаметр ($2z_{i \min}$).

В графу 3 заносят сначала размеры детали после конечного перехода, наименьший предельный размер по чертежу для обработки вала или другой наружной поверхности и наибольший предельный размер для обработки отверстий или другой внутренней поверхности.

Размер на предыдущей операции (переходе) получают, прибавляя к наименьшему предельному размеру припуск на данную операцию (из графы 2) для наружных поверхностей (валов) или вычитания припуска для внутренних поверхностей (отверстий).

8 Форма для расчета припусков, допусков и промежуточных размеров по технологическим переходам при аналитическом методе расчета

Технологические операции и переходы обработки отдельных поверхностей детали	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск z_{min}	Расчетный размер, мм	Допуск δ_{i-1} , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные припуски, мм
	R_{zi-1}	T_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_y				наибольший	наименьший	
Наружная поверхность диаметром 180 h 11 ($\varnothing 180_{-0,25}$)										
Размер исходной заготовки Обтачивание однократное	—	—	—	—	—	182,280	184,06	182,28	—	—
	150	250	$\rho_{\text{см}} = 160$ $\rho_{\text{ж}} = 320$ $\rho_a = 71$ (геом. сумма)	500	2×1265 2,530	179,750	180,00	179,750	4060	2530
Торцы наружные по размеру 76 h14 ($76_{-0,74}$)										
Размер исходной заготовки Подрезание первого торца однократное	—	—	—	—	—	77,64	79,61	77,64	—	—
	150	250	630	200	1230	76,41	78,31	76,41	1300	1230
Подрезание второго торца однократное	150	250	630	120	1150	75,26	76,00	75,26	2310	1150
Торцы внутренние по размеру 46 h10 ($46_{-0,1}$)										
Размер исходной заготовки	—	—	—	—	—	48,952	50,862	48,952	—	—

Подрезание торцов параллельное:
предварительное
окончательное
Шлифование первого торца предварительное ($R_a = 1,0 \text{ мкм}$)
Шлифование второго торца в размер $46_{-0,1}$

3*

Отверстие диаметром 76 H7 ($76^{+0,03}$)

Размер исходной заготовки
Растачивание:

предварительное

окончательное

Развертывание

Термообработка

Шлифование тонкое

150	250	320	200	$\frac{2 \times 920}{1,840}$	47,112	620	47,732	47,112	3130	1840
100	150	19	12+50	$\frac{2 \times 281}{0,562}$	46,550	170	47,720	46,550	1012	562
25	—	200	100	325	46,225	170	46,395	46,225	325	325
25	—	200	100	325	45,90	100	46,00	45,90	395	325

—	—	—	—	—	72,330	1600	72,330	70,670	—	—
150	250	890	275	$\frac{2 \times 1330}{2,660}$	75,090	400	75,090	74,690	4020	2760
100	50	54	94	$\frac{2 \times 260}{0,520}$	75,610	200	75,610	75,410	720	520
25	10	—	15	$\frac{2 \times 50}{0,100}$	75,710	100	75,710	75,610	200	100
—	—	—	—	$\frac{2 \times 60}{0,120}$	75,830	100	75,830	75,730	120	120
10	—	—	90	$\frac{2 \times 100}{0,200}$	76,030	30	76,030	76,000	270	200

Таблица 13. Форма для расчета припусков, допусков и промежуточных размеров по технологическим переходам при справочном методе расчета

Технологические операции и переходы обработки отдельных поверхностей детали	Наименьшее значение припуска, мм, $2z_{\min}$	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные припуски, мкм	
				наибольший	наименьший	z_{\max}	z_{\min}
1	2	3	4	5	6	7	8

Наружная поверхность вала диаметром 40 h 6, длиной 350 мм

Размер исходной заготовки	4500	44,484	1150	45,634	44,484	—	—
Обтачивание:							
предварительное	3000	41,484	620	42,104	41,484	3530	3000
окончательное	1000	40,484	170	40,654	40,484	1450	1000
Шлифование	500	39,984	16	40,000	39,984	654	500

Так, для наружных поверхностей

$$a_{\min} = b_{\min} + 2z_{i \min}, \quad (16)$$

где a_{\min} — наименьший диаметр вала, мм, после предыдущей операции; b_{\min} — наименьший диаметр вала, мм, получаемый в результате данной операции; $z_{i \min}$ — наименьший припуск на сторону, мм, для данной операции.

Подобно формуле (16), для внутренних поверхностей

$$a_{\max} = b_{\max} - 2z_{i \min}. \quad (17)$$

Припуск на черновую (предварительную) обработку получают вычитанием наименьшего размера обработки, полученного расчетом, из наименьшего размера исходной заготовки, найденного в ГОСТ 1855 — 55 и 2009 — 55 для отливок; в ГОСТ 7062 — 79, 7505 — 74* и 7829 — 70 — для поковок и штамповок.

Окончательный размер исходной заготовки из прутка или трубы выбирают по сортаменту (наименьший размер по сортаменту должен быть не менее расчетного размера).

В графе 4 проставляют окончательный допуск — он должен быть равным допуску на размер детали по чертежу.

Допуски на операционные размеры не должны превышать экономической точности обработки на данной операции. Как правило, каждая последующая обработка увеличивает точность на 1...3 квалитета.

Окончательный допуск устанавливается требованиями чертежа; на предыдущие операции основанием для выбора допуска служат экономически обоснованная точность и соответ-

ствующий ей квалитет и поле допуска. Для заполнения этой графы дипломник может использовать справочники [14, 16].

Графы 5 и 6 содержат предельные размеры заготовки на данной операции: наибольшие, определяемые для вала сложением расчетного размера (из графы 3) с соответствующим допуском (см. графу 4), а для отверстия, являющегося расчетным размером (см. графу 3), и наименьшие, которые на данной операции для вала равны расчетному значению (из графы 3), а для отверстия — разности расчетного размера (см. графу 3) и допуска (из графы 4).

В графу 7 заносят наибольший припуск, для вала равный разности между наибольшими предельными размерами заготовки на предыдущей и последующей операциях:

$$2z_{i \max} = a_{\max} - b_{\max}; \quad (18)$$

наибольший припуск для отверстия соответствует разности между наименьшими предельными размерами заготовки на данной и предыдущей операциях:

$$2z_{i \max} = b_{\min} - a_{\min}. \quad (19)$$

В графу 8 заносят наименьший припуск, который для вала вычисляется как разность между наименьшими предельными размерами заготовки на предыдущей и последующей операциях:

$$2z_{i \min} = a_{\min} - b_{\min}, \quad (20)$$

а для отверстия — как разность между наибольшими предельными размерами на данной и предыдущей операциях:

$$2z_{i \min} = b_{\max} - a_{\max}. \quad (21)$$

После выполнения всех расчетов дипломнику необходимо проверить их правильность сопоставлением разности припусков и допусков по формулам:

$$z_{i \max} - z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i;$$

$$2z_{i \max} - 2z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i;$$

$$z_{0 \max} - z_{0 \min} = \delta_{\text{заг}} - \delta_{\text{дет}};$$

$$2z_{0 \max} - 2z_{0 \min} = \delta_{\text{заг}} - \delta_{\text{дет}},$$

где z_0 — суммарный припуск на обработку.

Заполнив формы, дипломник должен построить схемы расположения припусков и допусков при обработке вала или другой наружной поверхности (по схеме, изображенной на рис. 4, а); отверстия или другой внутренней поверхности (рис. 4, б); торцов валов, брусков, планок и т. п. (рис. 4, в); плоскостей корпусных деталей, плит (рис. 4, г).

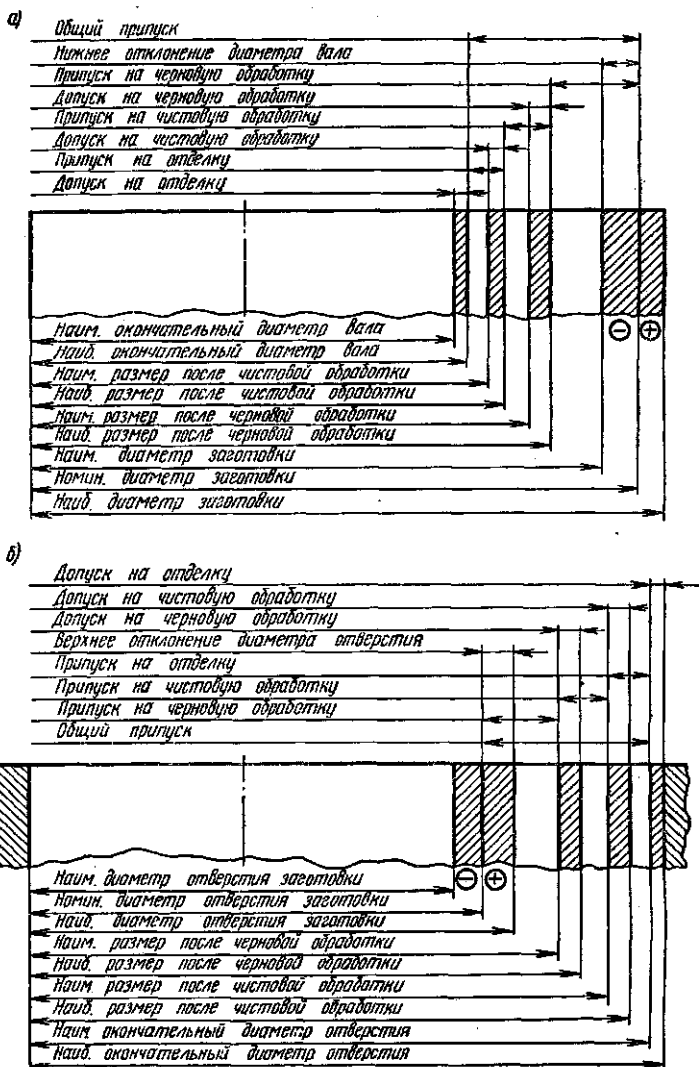
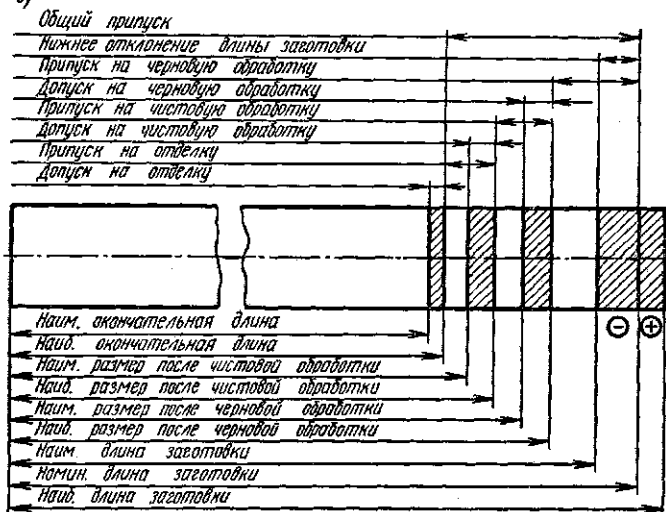


Рис. 4

б)



в)

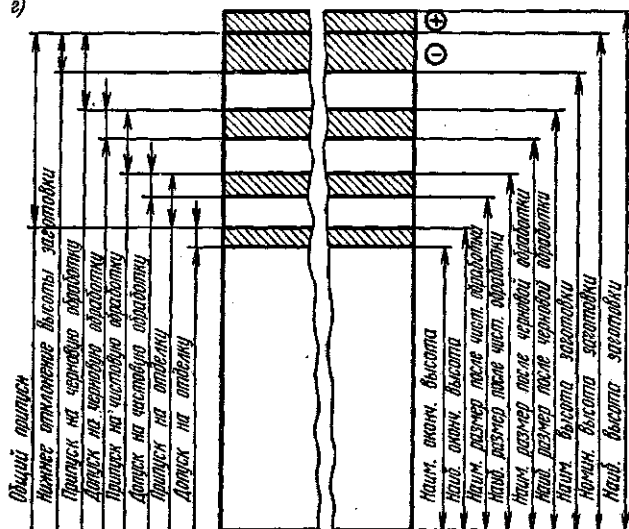


Рис. 4. Продолжение

После определения размеров промежуточных припусков и окончательных размеров заготовки определяют ее конфигурацию и выполняют чертеж исходной заготовки с указанием ее номинальных размеров и соответствующих допусков.

Литые заготовки из чугуна и стали должны удовлетворять следующим требованиям: толщина стенок отливки должна быть по возможности одинаковой и не иметь резких переходов; форма заготовки должна предусматривать удобный разъем модели; поверхности отливки, расположенные перпендикулярно плоскости разъема модели, должны иметь конструктивные литейные уклоны от 1:10 до 1:20 и даже до 1:50 при длине 25...500 мм и более.

Заготовки, полученные штамповкой и ковкой, не должны иметь резких изменений размеров поперечных сечений. Переходы от одного сечения к другому выполняются по дугам относительно больших радиусов, а острые углы ребер должны быть закруглены. Штамповки должны иметь уклоны поверхностей, расположенных перпендикулярно плоскости разъема штампа. Уклоны для наружных поверхностей составляют от 1:10 до 1:7, для внутренних — от 1:7 до 1:5. Для литейных и штамповочных уклонов полученные расчетом припуски на заготовку должны быть увеличены.

Массу заготовки рассчитывают исходя из ее объема и плотности материала. Необходимо стремиться к тому, чтобы форма и размеры исходной заготовки были близки к форме и размерам готовой детали, что уменьшает трудоемкость механической обработки, сокращает расход металла, режущего инструмента, электроэнергии и т. п.

Правильность выбранного способа получения исходной заготовки характеризуется коэффициентом использования металла заготовки (см. табл. 5), который в серийном производстве машиностроения колеблется в следующих пределах: при изготовлении деталей из отливок $K_{и.м} = 0,75...0,8$; из штамповок $K_{и.м} = 0,65...0,75$; из поковок $K_{и.м} = 0,38...0,4$; из проката $K_{и.м} \approx 0,5$.

При выборе оборудования для каждой технологической операции дипломник должен учитывать следующие основные факторы: объем выпуска деталей по заданию, тип производства, размеры детали, размеры и расположение обрабатываемых поверхностей, требования к точности, шероховатости поверхности и экономичности обработки, необходимость наиболее полного использования станков по мощности и по загрузке (времени работы), простоту их обслуживания, степень использования, стоимость станков и ориентация на применение станков отечественного производства. Для каждой технологической операции указывается, на каком станке будет выполняться данная операция; при этом должна быть приведена краткая харак-

теристика станка: его наименование, тип (модель), основные размеры и мощность.

По своей технической характеристике выбранный станок должен отвечать следующим требованиям: а) рабочая зона станка (высота центров, расстояние между центрами, размеры стола и т. п.) должна соответствовать габаритам обрабатываемой детали; б) мощность, жесткость и кинематические возможности станка должны позволять вести работу на оптимальных режимах резания; в) производительность станка должна соответствовать заданному объему выпуска изделий.

Для обоснования применения дорогих, но высокопроизводительных агрегатных, специализированных, многошпиндельных станков должны быть сделаны соответствующие экономические расчеты. Дипломник может осветить возможность применения на участке станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и предложить вариант технологического процесса с применением станков с ЧПУ.

Для выбора оборудования необходимо иметь паспорта станков. Если при проектировании технологического процесса у дипломника не имеется паспортов на намечаемое оборудование, то необходимо пользоваться сведениями о нем из соответствующих каталогов [21, 22, 25] или номенклатурных справочников.

Краткая характеристика наиболее часто применяемых металлообрабатывающих станков дана в Приложении 13. Дипломник, пользуясь этим перечнем, может предварительно выбрать станок, уточнив затем его характеристику по паспорту, каталогу или прейскуранту.

Основным принципом выбора типа станка является экономичность процесса обработки. Для окончательного решения вопроса необходимо произвести технико-экономическое сравнение обработки данной детали на разных станках при заданном объеме выпуска изделий и принять ту модель станка, которая обеспечивает наименьшие трудоемкость и себестоимость обработки.

Расчет режимов резания в дипломном проекте велик по объему и трудоемкости из-за сложности расчетов. Как известно из курса «Резание металлов и режущий инструмент», режим резания металлов определяется следующими основными параметрами: глубиной резания t ; подачей s и скоростью резания v . Исходными данными для выбора режима резания являются: данные об изготавливаемой детали и ее заготовке, а также данные о применяемом оборудовании и инструменте.

Режимные параметры выбирают таким образом, чтобы была обеспечена наибольшая производительность труда при наи-

меньшей себестоимости данной технологической операции. Эти условия удастся выполнить при работе инструментом рациональной конструкции, наивыгоднейшей геометрии его, с максимальным использованием всех эксплуатационных возможностей станка.

Аналитический расчет режимов резания по эмпирическим формулам с учетом всех поправочных коэффициентов производят по указанию руководителя проекта только для двух-трех переходов или разнохарактерных операций, например точения, сверления, шлифования. Для остальных операций режимы резания устанавливают по таблицам нормативных справочников с использованием поправочных коэффициентов, учитывающих изменение условий резания. При расчете режимов резания следует пользоваться справочниками [31, 33]. Если дипломник приводит в проекте ту или иную величину из нормативных справочников, надо сослаться на источник, указав их номера в квадратных скобках.

При проведении вычислений необходимо быть предельно внимательным, поскольку допущенные ошибки при определении режимов резания, например не учтен какой-либо поправочный коэффициент, учитывающий измененные условия резания, ведут к переделке целых разделов проекта, а иногда даже всего проекта.

Основное (машинное, машинно-автоматическое или технологическое) время определяют по формуле

$$t_0 = (L/S_m) i = [l + y + \Delta/(Sn)] i, \quad (22)$$

где L — длина прохода, мм; S_m — минутная подача, мм/мин; i — число проходов (рабочих ходов); l — длина обрабатываемой поверхности, мм; y — длина врезания (подхода инструмента), мм; Δ — длина перебега инструмента, мм; S — подача, мм/об или мм/дв. ход; n — частота вращения, об/мин, или число двойных ходов в минуту.

Существует несколько разновидностей формулы (22) основного времени для различных видов обработки, приведенных в литературе по техническому нормированию.

Ниже приводится пример расчета режимов резания, основного времени и потребной мощности станка для одного из наиболее часто встречающихся видов обработки — фрезерования. При использовании в технологическом процессе многоинструментных и агрегатных станков дипломник, выполняя указанные расчеты, может воспользоваться рекомендациями и примерами, приведенными в литературе [30, 33].

Пример: выбор инструмента, расчет режимов резания и основного времени.

Операция: фрезеровать плоскость основания приспособления на вертикально-фрезерном станке модели 6Р13. Размеры обрабатываемой поверхности $l \times b = 500 \times 150$ мм. Материал заготовки — сталь 35ХМ с пределом прочности при растяжении $\sigma_b = 780$ МПа.

Вид заготовки — поковка с предварительно обработанной поверхностью. Припуск на обработку $h = 1,5$ мм. Шероховатость поверхности $R_z = 16$ мкм. Гибкостью технологической системы (станок — приспособление — инструмент — заготовка) пренебрегаем.

Необходимо выбрать режущий инструмент, назначить режим резания (подсчитать по эмпирическим формулам), определить основное время.

Выбор режущего инструмента. Устанавливаем значения геометрических параметров торцевой фрезы со вставными призматическими зубьями из твердого сплава. Марку твердого сплава выбираем по ГОСТ 3882 — 74* или по нормативам для фрезерования [31]. Принимаем твердый сплав Т15К6 (группа Р, 10 применения по ИСО).

Диаметр фрезы $D = 1,6b = 1,6 \cdot 150 = 240$ мм. Принимаем стандартную фрезу диаметром $D = 250$ мм с числом зубьев $z = 8$. Значение геометрических параметров фрезы: $\phi = 60^\circ$; $\phi_0 = 30^\circ$; $\phi_1 = 5^\circ$; $\alpha = 15^\circ$; $\gamma = -5^\circ$; $\lambda = 12^\circ$.

Назначение режима резания. 1. Устанавливаем глубину резания. Припуск снимаем за один рабочий ход: $t = h = 1,5$ мм.

2. Назначаем подачу. Для достижения шероховатости поверхности $R_z = 16$ мкм рекомендуется подача $S = 1 \dots 0,7$ мм/об при угле $\phi_1 = 5^\circ$ и пределе прочности стали $\sigma_b > 700$ МПа.

Для жесткой технологической системы принимаем верхний предел подачи $S = 1$ мм/об; при этом подача на зуб фрезы составит $S_z = S/z = 0,125$ мм/зуб.

3. Для фрезы с $D = 250$ мм назначаем период стойкости $T = 240$ мин. Допустимый износ по задней поверхности зубьев фрезы $h_3 = 1$ мм.

4. Определяем скорость резания в м/мин, допускаемую режущими свойствами фрезы, принимая ширину заготовки b , равной ширине фрезерования B .

$$v = \frac{C_v D^{q_v}}{T^{m_t} x_v S_z^{p_s} B^{u_b} z^{p_z}} K_v \quad (23)$$

Для заданных условий обработки по справочнику [31] находим $C_v = 332$; $q_v = 0,2$; $x_v = 0,1$; $y_v = 0,4$; $u_b = 0,2$; $p_z = 0$; $m = 0,2$. Для стали 35ХМ поправочный коэффициент

$$K_v = 75/\sigma_b = 75/78 = 0,96.$$

Прочие поправочные коэффициенты не учитываем, отсюда

$$v_v = \frac{332 \cdot 250^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 1,5^{0,1} \cdot 0,125^{0,4} \cdot 150^{0,2}} \cdot 0,96 = 262 \text{ м/мин} \approx 4,37 \text{ м/с}.$$

5. Определяем частоту вращения шпинделя станка: $n = 1000 v_v / (\pi D) = 1000 \cdot 262 / (3,14 \cdot 250) = 334$ об/мин.

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка: $n_d \approx 300$ об/мин.

6. Находим действительную скорость резания:

$$v_d = \pi D n_d / 1000 = (3,14 \cdot 250 \cdot 300) / 1000 = 236 \text{ м/мин} \approx 3,94 \text{ м/с}.$$

7. Вычисляем минутную подачу:

$$S_m = S_z z n_d = 0,125 \cdot 8 \cdot 300 = 300 \text{ мм/мин}.$$

Корректируем минутную подачу по паспортным данным станка: $S_{мд} = 300$ мм/мин.

8. Определяем мощность, затрачиваемую на резание:

$$N_{рез} = C_P \cdot 10^{-5} D^{q_N} n^{x_N} S_z^{y_N} B^{u_N} z^{p_N} n^{z_N} K_N. \quad (24)$$

Для заданных условий обработки находим [31]: $C_N = 42,4$; $q_N = -0,3$; $x_N = 1,0$; $y_N = 0,75$; $u_N = 1,1$; $p_N = 1,0$; $z_N = 0,8$. Учитываем поправочные коэффициенты на мощность [31] $K_N = K_{мN} K_{\phi N} K_{\gamma N}$: $K_{мN} = (78/75)^{0,3} = 1,02$ (для $\sigma_b = 780$ МПа; $K_{\phi N} = 1,0$ (для $\phi = 60^\circ$); $K_{\gamma N} = 0,95$ (для $\gamma = -5^\circ$).

Отсюда

$$N_{рез} = \frac{42,4 \cdot 1,5 \cdot 0,125^{0,75} \cdot 150^{1,1} \cdot 8 \cdot 300^{0,8}}{100000 \cdot 250^{0,3}} \cdot 1,02 \cdot 0,95 = 4,65 \text{ кВт}.$$

9. Определяем мощность привода станка. У станка модели 6Р13 мощность $P_{эд} = 10$ кВт. При кпд $\eta = 0,75$ имеем: $N_{шп} = N_{эд} \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5$ кВт, следовательно, обработка возможна, поскольку $N_{шп} > N_{рез}$.

Определение основного времени производится по формуле

$$t_0 = L / S_m = L / (n_d S),$$

где $L = l + y + \Delta$; $l = 500$ мм; $y = D = 250$ мм (для полуступенчатого торцового фрезерования); $\Delta = 4$ мм, откуда

$$L = 500 + 250 + 4 = 754 \text{ мм};$$

$$t_0 = 754 / 300 = 2,52 \text{ мин}.$$

Если режим резания определяется по таблицам нормативных справочников, пункты 4 и 8 расчета выполняют следующим способом:

4-й пункт. Определяем скорость резания, допускаемую режущими свойствами фрезы. По таблицам нормативов для $D = 250$ мм; $z = 9$; $t \leq 5$ мм; $s_z \leq 0,13$ мм/зуб находим $v_{табл} = 266$ м/мин.

Каждый поправочный коэффициент для заданных условий обработки равен единице. Следовательно, $v_d = v_{табл} = 266$ м/мин $\approx 4,43$ м/с.

8-й пункт. Определяем мощность, затрачиваемую на резание. По таблицам нормативов находим для стали с пределом прочности $\sigma_b = 560 \dots 1000$ МПа; шириной фрезерования $B \leq 162$ мм; $t \leq 1,7$ мм; $D \times z = 250 \times 8$ и $S_m \leq 320$ мм/мин мощность $N_{табл} = 4,6$ кВт. Поправочные коэффициенты на мощность $K_{\phi N} = 1,0$ (для $\phi = 60^\circ$) и $K_{\gamma N} = 0,95$ (для $\gamma = -5^\circ$).

Следовательно, $N_{рез} = N_{табл} K_{\phi N} K_{\gamma N} = 4,6 \cdot 0,95 = 4,35$ кВт.

Расчет технической нормы времени проводят после выполнения всех предшествующих работ по разработке технологического процесса механической обработки, определения режимов резания и основного (машинного) времени. В этом разделе рассчитывают штучное время и норму выработки на каждую операцию.

Методика технического нормирования широко освещена в учебной и справочной литературе, поэтому здесь дается лишь краткое изложение вопросов, связанных с расчетом норм.

Норму штучного времени на операцию $t_{шт}$ подсчитывают по формуле

$$t_{шт} = t_o + t_v + t_{т.об} + t_{о.об} + t_{л.н} \quad (25)$$

где t_o — основное время; t_v — вспомогательное время; $t_{т.об}$ — время на техническое обслуживание рабочего места; $t_{о.об}$ — время на организационное обслуживание рабочего места; $t_{л.н}$ — время на личные надобности рабочего.

Нормы штучного времени, времени на обслуживание рабочего места и отдых рабочего берут в процентах оперативного ($t_{оп} = t_o + t_v$) времени. В этом случае формулы нормы штучного времени имеют следующий вид:

$$t_{шт} = (t_o + t_v) \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right)$$

или

$$t_{шт} = (t_o + t_v) \left(1 + \frac{x}{100} \right),$$

где α — доля оперативного времени на техническое обслуживание рабочего места (для большинства станков $\alpha = 1...3,5\%$); β — доля оперативного времени на организационное обслуживание рабочего места (в крупносерийном и массовом производстве в зависимости от типа и размера станков $\beta = 0,8...2,5\%$; для шлифовальных станков $\beta = 3,5...7\%$); γ — доля оперативного времени на отдых и надобности рабочего (в условиях серийного производства $\gamma = 4...6\%$; в массовом производстве $\gamma = 5...8\%$); x — суммарная доля оперативного времени для всех видов затрат на обслуживание и отдых.

Конкретные значения α , β , γ или x выбирают из утвержденных нормативов времени для данного типа производства и вида станка.

Вспомогательное время t_v состоит из следующих затрат: времени на установку и снятие заготовки; времени на переход; времени на изменение режима работы станка и на смену ин-

струмента; времени на контроль размеров обрабатываемой поверхности.

Если время на установку и снятие заготовки перекрывается основным (машинным) временем частично или полностью, оно с соответствующим изменением включается в общую норму или совсем исключается из нее.

В серийном производстве необходимо еще учитывать подготовительно-заключительное время $t_{п.з.}$, рассчитываемое на операционную партию деталей. Норму времени на операцию в условиях серийного производства называют штучно-калькуляционной нормой времени и определяют по формуле

$$t_{ш.к} = t_{шт} + (t_{п.з.}/n), \quad (26)$$

где n — число деталей в партии.

Нормы вспомогательного и подготовительно-заключительного времени берут из справочников [33].

Норма времени на операцию при многостаночном обслуживании состоит из тех же частей, что и при работе на одном станке. В этом случае под основным временем подразумевается машинно-автоматическое время $t_{м.а.}$, а вспомогательное время может быть двух видов: перекрывающееся $t_{в.п.}$ и неперекрывающееся $t_{в.н.}$. Кроме других затрат во вспомогательное время входит также время, необходимое на переходы рабочего от одного станка к другому. Для определения машинно-автоматического времени служит формула (22), а вспомогательное время определяют по нормативам, как для одного станка.

Многостаночное обслуживание возможно реализовать, если максимальное машинно-автоматическое время на одном из обслуживаемых станков равно или несколько больше, чем сумма вспомогательных времен для операций на других станках плюс время на переходы и активное наблюдение за автоматической работой станков. Возможность одновременной работы на нескольких станках определяется коэффициентом занятости рабочего и распределением времени на ручные приемы работы в структуре каждой операции. Коэффициент занятости рабочего определяется для каждой операции по следующей формуле:

$$K_{з.р} = (\Sigma t_p + \Sigma t_{м.р} + \Sigma t_{а.н} + t_n)/t_{оп}, \quad (27)$$

где Σt_p — суммарное время на выполнение ручных приемов на всех операциях; $\Sigma t_{м.р}$ — суммарное машинно-ручное время; $\Sigma t_{а.н}$ — суммарное время, затрачиваемое на активное наблюдение за автоматической работой станка; t_n — время перемещений рабочего от станка к станку; $t_{оп}$ — оперативное время (сумма машинно-автоматического $t_{м.а.}$ и вспомогательного неперекрывающегося $t_{в.н.}$ времени).

Многостаночное обслуживание возможно, если сумма коэффициентов занятости рабочего на отдельных станках не превышает единицы, т. е.

$$K_{з,р1} + K_{з,р2} + \dots + K_{з,рn} \leq 1, \quad (28)$$

где $K_{з,р1}$; $K_{з,р2}$; ...; $K_{з,рn}$ — коэффициенты занятости рабочего на первом, втором, ..., n -м станках.

Число станков-дублеров, на которых может работать один рабочий, определяется из отношения продолжительностей машинного и ручного времени, а также времени переходов от станка к станку:

$$S_{м.с} = (t_{м.а} + t_{в.н}) / (t_{в.н} + t_{в.п} + t_{п}). \quad (29)$$

Если расчетное число станков $S_{м.с}$ получится дробным, то берется целая часть и полученное число выражает наибольшее количество станков, которое в состоянии обслужить один рабочий.

Если на станках выполняются разные операции, то для расчета надо принимать значение машинно-автоматического времени того станка, у которого оно меньше.

Технической нормой выработки называют величину, обратную норме времени. Норма выработки выражается количеством деталей (изделий), выпускаемых за установленный промежуток времени, например за смену, в сутки, в месяц.

Норму сменной выработки определяют по формуле

$$H_{см} = t_{см} / t_{шт}, \quad (30)$$

где $t_{см}$ — продолжительность работы смены, мин.

Норму выработки одного станка $H_{в.с}$ определяют по следующей формуле:

$$H_{в.с} = \frac{t_{см} - (t_{п.з} + t_{д})}{t_{ц}}, \quad (31)$$

где $t_{п.з}$ — подготовительно-заключительное время (не учитывается, если станочник сам не налаживает станки); $t_{д}$ — дополнительные затраты времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места и перерывы на отдых (устанавливаются на основе фотографии рабочего дня и хронометража и указываются в графике-циклограмме многостаночной работы); $t_{ц} = t_{м.а} + t_{в.п}$ — длительность цикла.

Норма выработки многостаночника определяется суммой норм выработки всех станков, обслуживаемых одним рабочим:

$$H_{в.об} = \sum H_{в.с}$$

Если станки, обслуживаемые одним рабочим, одинаковы и выполняют одну и ту же операцию, то

$$N_{в.об} = \frac{t_{см} - (t_{п.з} + t_d)}{t_{ц}} S_{м.с.} \quad (32)$$

Норма выработки рабочего при многостаночном обслуживании может быть определена по числу циклов в смену $\Pi_{м.с.} = t_{см}/t_{ц}$ и выработке всех обслуживаемых станков за один цикл:

$$N_{в.об} = \Pi_{м.с.} \sum N_{в.с.} \quad (33)$$

В пояснительной записке или в графической части проекта на листе с планом участка и графиком загрузки станков целесообразно поместить график работы рабочего, обслуживающего несколько станков (циклограмму многостаночной работы), где отразить полноту загрузки рабочего и оборудования.

Выбор, описание конструкции и расчет элементов станочного приспособления производятся для одной из операций проектируемого технологического процесса. Выбор приспособления зависит от ряда факторов, в первую очередь от типа производства. Правильно выбранное приспособление должно способствовать повышению производительности труда и точности обработки, улучшению условий труда, ликвидации предварительной разметки заготовок и выверки их при установке на станке.

В условиях мелкосерийного и серийного производства следует применять стандартные универсальные приспособления: патроны, машинные тиски, поворотные столы, кондукторные приспособления, предусматривая для них дополнительные наладки для заданного изделия.

При проектировании приспособления желательно применять пневматические или гидравлические приводы зажимов, предусматривать возможность обработки заготовки одновременно на двух позициях или по несколько штук одновременно (многომестные) и т. п.

Для проектирования необходимо иметь данные о размерах изделия и заготовки, годовом объеме выпуска, условиях эксплуатации, режимах резания, виде охлаждения, применяемом станке, располагать нормальными на режущий инструмент, альбомами нормализованных деталей и сборочных единиц приспособлений. Задача сводится к тому, чтобы из готовых элементов скомпоновать наиболее выгодный для данных конкретных условий вариант конструкции приспособления.

Работа по выбору приспособления состоит из нескольких этапов: 1) подбора исходных данных для проектирования: чер-

тежей обрабатываемых заготовок, описания технологического процесса механической обработки, данных о предыдущей операции и возможных погрешностях, возникающих на ней, наилучшего способа базирования заготовки, принципиальной схемы базирования; 2) описания основных требований к приспособлению; 3) разработки эскиза приспособления; 4) расчетов элементов приспособления.

При конструировании приспособления дипломник должен придерживаться такой последовательности:

начертить контур обрабатываемой заготовки или детали в необходимом количестве видов (обычно в трех) на таком расстоянии, чтобы осталось достаточно места для вычерчивания проекций всех элементов приспособления — установочных, направляющих и зажимных (рис. 5, а);

начертить вокруг контура обрабатываемой заготовки установочные (центрирующие) или опорные элементы — подвижные и неподвижные опоры, оправки, призмы, направляющие элементы, кондукторные втулки и т. п. (рис. 5, б);

начертить зажимные и вспомогательные элементы приспособления (рис. 5, в);

начертить корпус, указать все необходимые размеры и сечения (рис. 5, г);

проставить габаритные и контрольные размеры приспособления — диаметров кондукторных втулок, расстояний между осями кондукторных втулок, расстояний между базовыми поверхностями, посадочные размеры базовых поверхностей (рис. 5, д);

разработать технические условия на точность изготовления приспособления.

Обрабатываемая заготовка на общем виде приспособления принимается «прозрачной», ее контуры вычерчиваются цветным карандашом или утолщенными штриховыми линиями.

Приступая к проектированию, необходимо проанализировать имеющиеся конструкции приспособлений, наметить пути их усовершенствования или замены новыми приспособлениями, принципиально отличающимися от старых.

Улучшение существующих и применяющихся на заводе конструкций приспособлений может преследовать цели: замену ручных зажимов быстродействующими механическими, пневматическими, гидравлическими и электрическими; превращение одноместных приспособлений в многоместные; автоматизацию процесса загрузки приспособления и снятия заготовки.

При использовании принципиально новой схемы приспособления необходимо предусматривать максимальное использо-

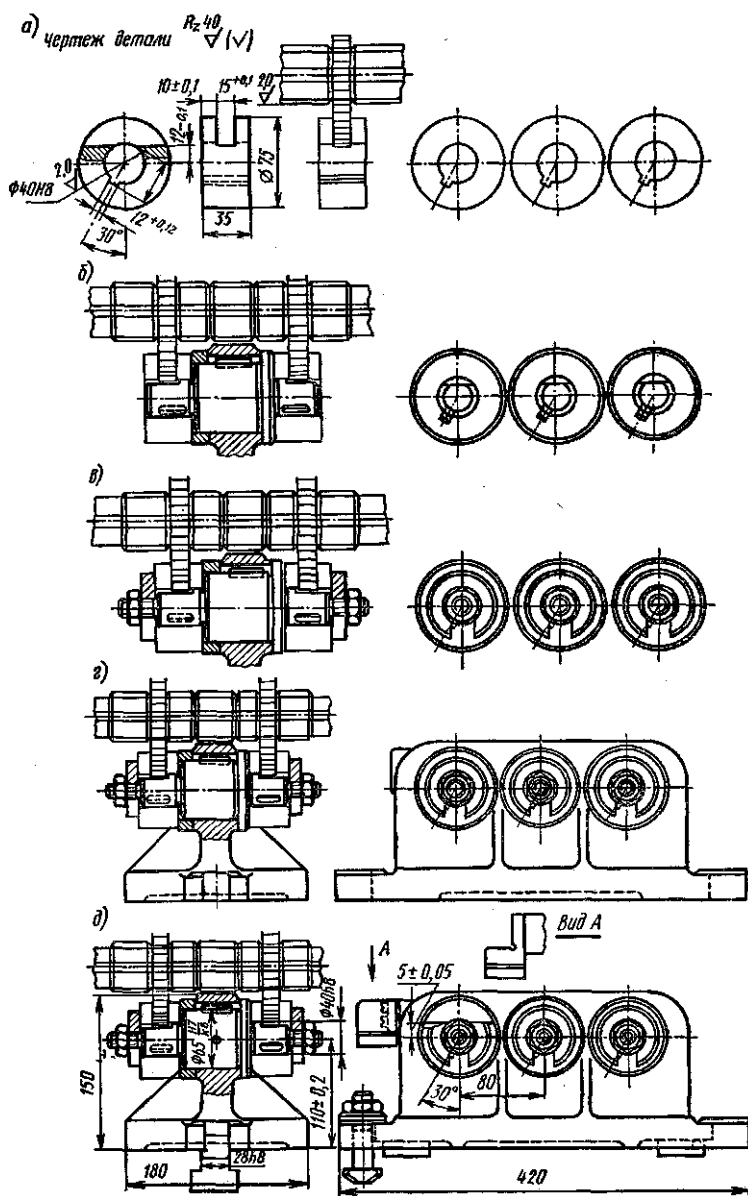


Рис. 5

вание нормализованных сборочных единиц (пневматических и гидравлических приводов, цилиндров, зажимов, кондукторных втулок, базовых деталей и т. п.); возможность быстрой переналадки приспособления для обработки других подобных заготовок; обеспечения наименьшего вспомогательного времени на установку, выверку и закрепление обрабатываемых заготовок при сохранении требуемой точности обработки.

При проектировании приспособления необходимо выполнить расчеты по определению зажимающей силы в зависимости от значений сил резания, а также основных параметров зажимных устройств (эксцентриковых, рычажно-шарнирных механизмов и т. д.) и силового привода (пневматического, гидравлического, электрического и др.). По заданию руководителя дипломного проектирования указанные расчеты могут быть заменены расчетом точности базирования данного приспособления в зависимости от требуемой точности изготовления детали.

Расчет и выбор различных конструкций пневмоцилиндров, гидросистем, рычажно-шарнирных, электромагнитных и других приводов, монтируемых в приспособлении, можно производить, пользуясь справочниками [35, 39, 41, 42] и другой литературой.

Пример расчета приспособления.

Операция: токарная подрезка торца втулки высотой $H = 50$ мм и диаметром $D = 120$ мм до диаметра $d = 80$ мм. Припуск на обработку (на сторону) $z = 2$ мм.

Режимы резания рассчитаны по вышеизложенной методике и равны $t = z = 2$ мм; $S = 0,33$ мм/об; $v = 143$ м/мин; $n = 406$ об/мин.

Сила резания $P_z = 840$ Н. Для зажима заготовки на данной операции предлагается применить трехкулачковый пневматический самоцентрирующийся рычажный патрон, осуществляющий зажим от вращающегося пневматического цилиндра двустороннего действия.

Необходимо рассчитать основные элементы патрона и пневмоцилиндра, выбрать и описать их конструкцию и технические требования к ним.

Порядок расчета патрона и пневмоцилиндра.

Определяем силу (рис. 6) Q привода для зажима обрабатываемой заготовки, т. е. силу, передаваемую штоком пневмоцилиндра:

$$Q = W_0 n K' \left(1 + \frac{3l}{l_1} f_1 \right) \frac{a}{b}, \quad (34)$$

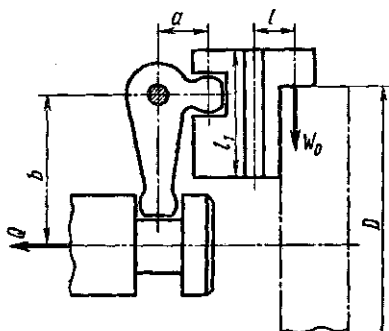


Рис. 6

где W_0 — требуемая сила зажима на каждом кулачке:

$$W_0 = P_z \frac{\sin(\alpha/2) D_1}{n f D} K; \quad (35)$$

n — количество кулачков ($n = 3$); $K' = 1,05$ — коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне; l — вылет кулачка от его опоры до центра приложения силы зажима (конструктивно $l = 40$ мм); l_1 — длина направляющей части кулачка (при зажиме заготовки диаметром $D = 120$ мм в патроне с наружным диаметром 250 мм $l_1 = 65$ мм); $f_1 = 0,1$ — коэффициент трения в направляющих кулачках; a и b — плечи рычага привода до оси штока (конструктивно $a \approx 20$ мм и $b = 100$ мм); $P_z = 840$ Н — сила резания; $\alpha = 90^\circ$ — угол призмы кулачка (при радиусных кулачках $\sin \alpha/2 = 1$); D_1 — диаметр обрабатываемой поверхности (при подрезке торца $D_{1\max} = 120$ мм); f — коэффициент трения на рабочих поверхностях кулачков (с гладкой поверхностью $f = 0,25$; с кольцевыми канавками $f = 0,35$; с крестообразными канавками $f = 0,45$; с зубьями параллельно оси патрона $f = 0,8$); принимаем $D = 120$ мм — диаметр зажимной поверхности; K — коэффициент запаса, определяется применительно к конкретным условиям обработки по формуле:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4, \quad (36)$$

где $K_0 = 1,5$ — гарантированный коэффициент запаса; K_1 — коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (для необработанной заготовки $K_1 = 1,2$; для предварительно обработанной заготовки $K_1 = 1$); принимаем $K_1 = 1,2$; $K_2 = 1 \dots 1,9$ — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от затупления инструмента: принимаем $K_2 = 1$; $K_3 = 1 \dots 1,2$ — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: принимаем $K_3 = 1$; K_4 — коэффициент, учитывающий постоянство сил зажима (для механических, пневматических приводов $K_4 = 1$; для ручных тисков $K_4 = 1,3 \dots 1,6$), откуда получаем

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8.$$

Подставив цифровые значения величин в формулы (34) и (35), получим

$$W_0 = 840 \frac{1 \cdot 120}{3 \cdot 0,35 \cdot 120} 1,8 = 1440 \text{ Н};$$

$$Q = 1440 \cdot 3 \cdot 1,05 \left(1 + \frac{3 \cdot 40}{65} 0,1 \right) \frac{20}{100} = 1180 \text{ Н}.$$

Передаваемая штоком сила (Н) в пневмоцилиндрах двустороннего действия равна

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \eta, \quad (37)$$

где D — диаметр поршня пневмоцилиндра, мм; p — давление воздуха в сети, МПа (принимаем $p = 39,3$ МПа), $\eta = 0,85$ — кпд.

Так как значение силы Q известно, определяем диаметр поршня

цилиндра и выбираем ближайший больший стандартный размер пневматического вращающегося цилиндра по формуле

$$D = 1,44\sqrt{Q/p} = 78,5 \text{ мм.}$$

Выбираем ближайший больший цилиндр с диаметром $D = 100 \text{ мм.}$

Основные технические требования, предъявляемые к пневматическим цилиндрам, выбирают из справочника [41] и записывают на листе дипломного проекта.

В мелкосерийном и единичном производствах наиболее рационально следует считать универсально-наладочные (УНП) и универсально-сборные (УСП) приспособления, позволяющие сравнительно легко использовать их для обработки различных деталей в разнообразных операциях технологического процесса.

В комплект УСП входят базовые детали (круглые и прямоугольные столы с крестообразными пазами Т-образной формы), установочные элементы (подкладки различной формы для высотной регулировки, опоры, призмы, накладки), направляющие элементы (планки, втулки), зажимные элементы (прихваты, зажимы), крепежные детали (шпильки, болты, винты, гайки, шайбы), центры, оси, пружины, вилки и др.

В группе Г27 Государственных стандартов СССР приводят типы, основные размеры и примеры применения большинства сборно-разборных, универсально-наладочных, специализированных наладочных, универсально-сборных приспособлений и отдельных их узлов и деталей.

Для определения экономической эффективности от применения вновь разрабатываемого специального приспособления дипломнику необходимо произвести ряд экономических расчетов. Метод определения экономической эффективности разработан проектно-технологическим институтом «Оргстанкинпром» и основан на сравнении себестоимостей технологической операции до и после оснащения ее новым приспособлением.

В общем виде годовой экономический эффект в рублях от применения специального станочного приспособления может быть выражен формулой

$$\mathcal{E} = N \left[\frac{1}{6000} (t_c C_c - t_n C_n) + \Delta Z \right] - (a + E)(K_c - K_n), \quad (38)$$

где N — годовой объем выпуска деталей, шт.; t_c и t_n — штучно-калькуляционное время на операцию соответственно по старому (заводскому) и новому варианту, мин; C_c и C_n — стоимость работы станка в течение 1 ч по старому и новому варианту,

коп.; ΔZ — экономия зарплаты на сопутствующих операциях (например, на разметочных, слесарно-монтажных, заготовительных), коп.; K_c и K_n — стоимость соответственно старого и нового приспособлений, руб.; a — годовая норма списания стоимости приспособления (при сроке службы 2 года $a = 0,5$); $E = 0,2$ — нормативный коэффициент экономической эффективности: величина, обратная нормативному сроку окупаемости.

Пользуясь формулой (38), дипломник может выполнить анализ экономической эффективности выбранного (или сконструированного) приспособления при различных поставленных условиях:

а) если по старому технологическому процессу операция выполнялась без специального приспособления, т. е. $K_c = 0$, то формула (38) принимает вид

$$\Theta = N \left[\frac{1}{6000} (t_c C_c - t_n C_n) + \Delta Z \right] - (a + E) K_n; \quad (39)$$

б) если по новому процессу операция выполняется в специальном приспособлении на том же оборудовании, т. е. $C_c = C_n$, то

$$\Theta = N \left[\frac{1}{6000} C_n (t_c - t_n) + \Delta Z \right] - (a + E) K_n; \quad (40)$$

в) если необходимо при заданном годовом объеме выпуска определить максимально допустимую стоимость приспособления $K_{н. \text{ лим.}}$, при которой размер годового экономического эффекта равен нулю, т. е. $\Theta = 0$, то

$$K_{н. \text{ лим.}} = N \left[\frac{1}{6000} C_n (t_c - t_n) + \Delta Z \right] / (E + a); \quad (41)$$

г) если необходимо определить минимальный годовой объем выпуска деталей $N_{\text{ лим.}}$, при котором применение данного специального приспособления будет экономично, то

$$N_{\text{ лим.}} = K_n (E + a) / \left[\frac{1}{6000} C_n (t_c - t_n) + \Delta Z \right]. \quad (42)$$

Пример расчета экономической эффективности от применения специального приспособления.

Операция: фрезерование заготовки. Трудоемкость фрезерования заготовки в приспособлении $t_n = 60$ мин. Трудоемкость фрезерования заготовки в тисках по разметке $t_c = 91,3$ мин. Расценка на разметку одной заготовки — 34 коп. Для фрезерного станка $C_c = C_n = 91$ коп. Стоимость фрезерного приспособления $K_n = 281,4$ руб. Годовой объем выпуска данной детали $N = 200$ шт. Рассчитать эффективность применения специального приспособления.

Порядок расчета.

1. Определяем годовой экономический эффект от применения специального приспособления по формуле (40):

$$\mathcal{E} = 200 \left[\frac{1}{6000} 91 (91,3 - 60) + 0,34 \right] - (0,5 + 0,2) 281,4 = - 35 \text{ руб.}$$

Применение на данной операции приспособления неэффективно, убыток составит 35 руб. в год.

2. Определяем максимально допустимую стоимость приспособления по формуле (41):

$$K_{н. \text{ лим}} = \frac{200 \left(\frac{1}{6000} 91 \cdot 31,3 + 0,34 \right)}{0,7} = 233 \text{ руб.}$$

На данной операции может быть применено приспособление стоимостью не свыше 233 руб.

Определяем минимальный годовой объем выпуска данной детали по формуле (42):

$$N_{\text{лим}} = \frac{0,7 \cdot 281,4}{\frac{1}{6000} 91 \cdot 31,3 + 0,34} = 240 \text{ шт.}$$

Применение приспособления экономически обосновано при годовом объеме выпуска изделий не менее 240 шт.

Пользуясь литературой, дипломник может выполнить и другие расчеты для определения экономической эффективности приспособления, например путем сравнения себестоимостей операции при обработке заготовки в новом приспособлении и в применяемом на заводе.

Приближенно расходы на приспособления и инструмент можно определить исходя из стоимости работы приспособления и режущего инструмента за единицу основного времени работы станка (Приложения 14 и 15).

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса желательно применять стандартный, как более дешевый, но можно разработать специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей, сокращая тем самым основное время.

Для одной из операций проектируемого технологического процесса дипломным заданием предусмотрена разработка конструкции режущего инструмента. Такими инструментами могут быть фасонные резцы, наборы фрез, протяжки для фасонных поверхностей, сверла, с коническими хвостовиками, многоступенчатые зенкеры и развертки, комбинированный инструмент и др.

Проектирование режущего инструмента помимо разработки его конструкции должно включать необходимые расчеты гео-

метрических параметров, посадочных размеров инструмента, например сечения державки резца, диаметра отверстия фрезы, размера конусного хвостовика сверла или зенкера, числа зубьев, размера затылования зуба фрезы, шага винтовой канавки и др. Во всех случаях желательно провести расчет на прочность. Выбор материала для инструмента должен производиться в зависимости от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой заготовки, принятых режимов резания и типа производства.

После расчета выполняют чертеж режущего инструмента. На чертеже указывают все данные, необходимые для изготовления инструмента. Он должен иметь достаточное количество видов, разрезов и сечений для того, чтобы дать наглядное представление о форме и конструкции инструмента.

На чертежах допускаются следующие упрощения: у многолезвийного инструмента вычерчивают только 2...3 зуба; винтовые линии, например у фрез, заменяют прямыми линиями; канавки у разверток, метчиков и фрез можно не показывать, сечения с обозначениями геометрических параметров вычерчивают неполными; профиль фасонного инструмента вычерчивают в большом масштабе или заменяют чертежом шаблона и контршаблона: на чертежах метчиков, зенкеров, сверл помещают профиль канавочной фрезы, используемой при изготовлении инструмента этих видов.

На чертеже должны быть указаны технические требования к изготовлению и приемке данного инструмента: материал; твердость инструмента (для сборного инструмента — твердость отдельных частей); предельные отклонения (допуски), непосредственно обеспечивающие качество и точность работы инструмента; содержание маркировки и ее место. Предельные отклонения формы и расположения поверхностей предпочтительнее указывать на чертежах условными значками (см. Приложение 6).

Пример расчета рабочего режущего инструмента.

Операция: сверлить отверстие под метрическую резьбу М27 в верхней плите вырубного штампа. Обрабатываемый материал — сталь 20 ($\sigma_b = 450$ МПа).

Рассчитать и сконструировать спиральное сверло.

Порядок расчета. 1. Определяем диаметр сверла. По таблицам [14, с. 238...241; 17, с. 198] для номинального диаметра резьбы 27 мм определяем диаметр сверла $D = 23,9$ мм.

2. По нормативам на сверление [31] определяем режим резания: находим подачу $S = 0,39...0,47$ мм/об; принимаем $S = 0,4$ мм/об. Там же находим скорость резания $v = 32$ м/мин.

3. Определяем осевую силу P_x (Н) по формуле

$$P_x = 9,81 C_p D^x P_s^y P_K m_p. \quad (43)$$

В нормативах находим значения: $C_P = 68$; $x_P = 1,0$; $y_P = 0,7$; $K_{M_P} = (\sigma_B/750)^{0,75} = 450/750^{0,75} = 0,682$:

$$P_x = 9,81 \cdot 68 \cdot 23,9 \cdot 0,4^{0,7} \cdot 0,682 = 5,850 \text{ Н.}$$

4. Определяем момент сил сопротивления резанию (крутящий момент) по формуле

$$M_{c.p} = 9,81 C_M D^2 M_S^{y_M} K_{M_M}. \quad (44)$$

По таблице [31] находим значения: $C_M = 0,0345$; $z_M = 20$; $y_M = 0,8$; $K_{M_M} = (\sigma_B/750)^{0,75} = (450/750)^{0,75} = 0,682$.

$$M_{c.p} = 9,81 \cdot 0,0345 \cdot 23,9^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,682 = 64,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

5. Определяем номер конуса хвостовика сверла (рис. 7). Момент трения между хвостовиком и втулкой находится по формуле

$$M_{тр} = \frac{\mu P_x (d_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0,04 \Delta \theta). \quad (45)$$

Приравниваем момент трения максимальному моменту сил сопротивления резанию при работе затупившимся сверлом; этот момент

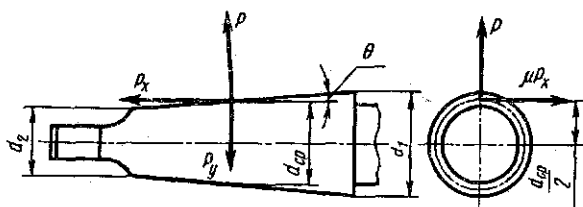


Рис. 7

в 3 раза больше, чем момент, полученный в формуле (44) для нормальной работы сверла:

$$M_{тр} = 3 M_{c.p}$$

Находим средний диаметр конуса хвостовика:

$$d_{cp} = (d_1 + d_2)/2,$$

или

$$d_{cp} = 6 M_{c.p} \sin \theta / [\mu P_x (1 - 0,04 \Delta \theta)],$$

где $M_{c.p} = 64,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $P_x = 5,85 \text{ кН}$; $\mu = 0,096$ — коэффициент трения стали по стали; $\theta = 1^\circ 26' 16''$ — половина угла конуса; $\Delta \theta = 5'$ — отклонение угла конуса, отсюда

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot 63,6 \cdot \sin 1^\circ 26' 16''}{0,096 \cdot 5810 (1 - 0,2)} = 0,021 \text{ м} = 21,7 \text{ мм.}$$

По СТ СЭВ 147-75 выбираем ближайший больший конус: конус Морзе № 3 с лапкой, имеющий следующие основные конструктивные размеры: $d_1 = 24,0$ мм; $d_2 = 19,1$ мм; $l_4 = 99,0$ мм. Остальные размеры хвостовика указываются на чертеже.

6. Конструктивные размеры сверла выбираем по СТ СЭВ 275-76.

7. Геометрические и конструктивные параметры режущей части сверла определяем по нормативам [31] для двойной заточки с подточкой перемычки (ДП): угол наклона винтовой канавки $\omega = 30^\circ$; углы между режущими лезвиями $2\varphi = 118^\circ$; $2\varphi_0 = 70^\circ$; задний угол $\alpha = 12^\circ$; угол наклона поперечного лезвия $\psi = 55^\circ$; размеры подточки: $A = 25$ мм; $l = 5$ мм; шаг винтовой канавки $H = \pi D / \tan \omega = 130,1$ мм.

8. Из литературы [45] выбираем толщину сердцевины сверла:

$$d_c = 0,14D = 0,14 \cdot 23,9 = 3,34 \text{ мм.}$$

Утолщение сердцевины по направлению к хвостовику принимаем равным 1,5 мм.

9. Обратная конусность сверла на длине 100 мм рабочей части равна 0,08 мм.

10. По литературе [45, табл. 9] выбираем ширину ленточки $f_0 = 1,6$ мм и высоту затылка по спинке $K = 0,7$ мм.

11. Ширину пера B определяем из соотношения

$$B = 0,58D = 0,58 \cdot 23,9 = 13,9 \text{ мм.}$$

12. Геометрические элементы профиля фрезы для фрезерования канавки сверла определяем уплощенным аналитическим методом [45, с. 103]. Большой радиус профиля

$$R_0 = C_R C_r C_\phi D,$$

где

$$C_R = 0,026 \cdot 2\varphi \sqrt[3]{2\varphi/\omega} = 0,026 \cdot 118 \sqrt[3]{118/30} = 0,493;$$

$$C_r = (0,14D/d_c)^{0,044} = 1.$$

При диаметре фрезы, равном $D_\phi = 13\sqrt{D}$,

$$C_\phi = (13\sqrt{D/D_\phi})^{0,9} = 1.$$

Следовательно, $R_0 = 0,493 \cdot 23,9 = 11,75$ мм.

Меньший радиус профиля

$$R_m = C_K D,$$

где $C_K = 0,015\omega^{0,75} = 0,015 \cdot 30^{0,75} = 0,191$. Следовательно, $R_m = 0,191 \cdot 23,9 = 4,55$ мм.

Ширина профиля $B \approx R_0 + R_m = 16,30$ мм.

По найденным размерам строим профиль канавочной фрезы сверла (рис. 8).

13. Основные технические требования и допуски на сверло устанавливаем по ГОСТ 885-77*.

Диаметр сверла $D = 23,9_{-0,052}^0$.
 Допуск на общую длину и длину рабочей части сверла равен удвоенному допуску по 14-му качеству точности с симметричным расположением предельных отклонений

$$\left(\pm \frac{IT14}{2} \right).$$

Предельные отклонения размеров конуса Морзе должны соответствовать степеням точности АТ8 по ГОСТ 2848—75. Радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должно превышать 0,15 мм. Предельные отклонения на угол: 2ϕ равно $\pm 2^\circ$; на угол $2\phi_0$ равно $+5^\circ$.

Предельные отклонения угла наклона винтовой канавки ω равно -2° ; размеров подточки режущей части сверла $+0,5$ мм. Твердость рабочей части сверла HRC 62...65. Твердость лапки хвостовика сверла HRC 30...45.

Выбор, описание конструкции и расчет измерительного средства. Измерительные средства, применяемые для промежуточного контроля заготовки и окончательного контроля детали (изделия), в зависимости от типа производства могут быть как стандартными, так и специальными. Для одной из операций проектируемого технологического процесса необходимо сконструировать измерительный инструмент, прибор или контрольное приспособление. Использование для контроля специальных калибров, сложных приборов и приспособлений должно способствовать повышению производительности труда контролеров, создавать условия для улучшения качества продукции и снижения ее себестоимости.

В качестве проектируемого измерительного инструмента могут быть выбраны гладкие и резьбовые предельные калибры, шлицевые калибры, конусные калибры, пространственные калибры для проверки межосевого расстояния и др. Могут быть также спроектированы простейшие контрольные приборы и приспособления. Использовать в дипломном проекте конструкции измерительных инструментов и приборов, полностью заимствованные из применяющихся в заводской практике, не рекомендуется. Также нельзя для проектирования принимать микрометры, штангенциркули и другие универсальные инструменты.

Чертежи измерительных инструментов или приспособлений следует, как правило, выполнять в масштабе 1:1. Исключение могут составлять случаи, когда инструменты имеют очень большие или малые габариты, тогда их выполняют в другом

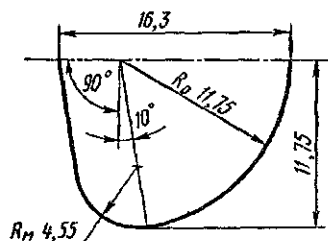


Рис. 8

масштабе. Однако и в этом случае для лучшего представления о действительных размерах малогабаритных измерительных инструментов (калибров, шаблонов и т. п.) в левом или правом верхнем углу листа вычерчивают измерительный инструмент в натуральную величину без указания размеров.

При проектировании резьбовых, гладких и пространственных калибров производят расчет допусков и исполнительных размеров и на чертеже графической части строят в увеличенном масштабе схему взаимного расположения полей допусков измеряемого изделия и калибров, а в пояснительной записке помещают схему полей допусков.

На чертеже показывают все необходимые виды и сечения, все данные, необходимые для его изготовления, а также содержание маркировки инструмента.

В пояснительной записке дается обоснование выбора конструкции инструмента или описание приспособления (прибора) и методика пользования им, а также выбор материала для ответственных деталей с указанием механических свойств и качества обработки рабочих поверхностей.

Пример расчета измерительного инструмента.

Операция: контроль взаимозаменяемости и качества сборки вала и корпусной детали по скользящей посадке $\varnothing 60H7/h6$.

Рассчитать и построить схемы полей допусков для размеров контролируемых поверхностей и отверстия, размеров калибр-пробок, калибр-скоб и контркалибров. Выполнить эскизы рабочих калибров для контроля размеров отверстия и вала, проставить исполнительные размеры с допусками и маркировку калибров.

Порядок расчета. 1. Определяем размеры калибр-пробок для отверстия диаметром $D = 60$ мм с полем допуска $H7$. По ГОСТ 25347-82 находим предельные отклонения отверстия; они равны $+30$ мкм и 0. Следовательно, $D_{\max} = 60,030$ мм; $D_{\min} = 60,000$ мм. По ГОСТ 24853-81 находим допуски и предельные отклонения калибров для $IT7$ в интервале 50...80 мм: $H = 5$ мкм; $z = 4$ мкм; $y = 3$ мкм. По этим данным строим схему расположения полей допусков калибр-пробки (рис. 9, а).

Наибольший размер новой проходной калибр-пробки

$$ПР_{\max} = D_{\min} + z + \frac{H}{2} = 60,000 + 0,004 + \frac{0,005}{2} = 60,0065 \text{ мм.}$$

Размер калибра $ПР$, проставляемый на чертеже, при допуске на изготовление $H = 5$ мкм равен $60,0065_{-0,005}$.

Исполнительные размеры: наибольший 60,0065 мм, наименьший 60,0015 мм.

Наименьший размер изношенной проходной калибр-пробки при допуске на износ $y = 3$ мкм равен

$$ПР_{\min} = D_{\min} - y = 60,000 - 0,003 = 59,997 \text{ мм.}$$

Наибольший размер новой непроходной калибр-пробки

$$HE_{\max} = D_{\max} + \frac{H}{2} = 60,030 + \frac{0,005}{2} = 60,0325 \text{ мм.}$$

Размер калибра HE, проставляемый на чертеже, равен $60,0325_{-0,005}$. Исполнительные размеры: наибольший 60,0325 мм; наименьший 60,0275 мм.

2. Определяем размеры калибр-скоб для вала диаметром $d = 60$ мм с полем допуска $h6$.

По ГОСТ 25347-82 находим предельные отклонения вала; они равны 0 и -19 мкм. Следовательно,

$$d_{\max} = 60,000 \text{ мм; } d_{\min} = 59,981 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 24853-81 находим допуски и другие данные для расчета калибров и контркалибров: $H_1 = 5$ мкм; $z_1 = 4$ мкм; $y_1 = 3$ мкм; $H_p = 2$ мкм. По этим данным строим схему расположения полей допуска калибр-скоб и контркалибров (рис. 9, б).

Наименьший размер проходной новой калибр-скобы

$$PP_{\min} = d_{\max} - z_1 - \frac{H_1}{2} = 60,000 - 0,004 - \frac{0,005}{2} = 59,9935 \text{ мм.}$$

Размер калибра PP, проставляемый на чертеже, при допуске на изготовление $H_1 = 5$ мкм равен $59,9935_{+0,005}$. Исполнительные размеры: наименьший 59,9935 мм; наибольший 59,9985 мм.

Наибольший размер изношенной калибр-скобы при допуске на износ $y_1 = 3$ мкм равен

$$PP_{\text{изн}} = d_{\max} + y_1 = 60,000 + 0,003 = 60,003 \text{ мм.}$$

Наименьший размер непроходной калибр-скобы

$$HE_{\min} = d_{\min} - \frac{H_1}{2} = 59,981 - \frac{0,005}{2} = 59,9785 \text{ мм.}$$

Размер калибра HE, проставляемый на чертеже, $59,9785_{+0,005}$. Исполнительные размеры: наименьший 59,9785 мм; наибольший 59,9835 мм.

3. Определяем размеры контрольных калибров к скобам:

а) для контроля проходной стороны скобы

$$(K - PP)_{\max} = d_{\max} - z_1 + \frac{H_p}{2} = 60,000 - 0,004 + \frac{0,002}{2} = 59,997 \text{ мм.}$$

Размер калибра K-PP, проставляемый на чертеже, равен $59,997_{-0,002}$ мм;

б) для контроля непроходной стороны скобы

$$(K - HE)_{\max} = d_{\min} + \frac{H_p}{2} = 59,981 + \frac{0,002}{2} = 59,982 \text{ мм.}$$

Размер калибра K-HE, проставляемый на чертеже, равен $59,982_{-0,002}$ мм;

в) для контроля износа проходной стороны скобы

$$(K - И)_{\max} = d_{\max} + y_1 + \frac{H_p}{2} = 60,000 + 0,003 + \frac{0,002}{2} = 60,004 \text{ мм.}$$

Размер калибра $K - И$, представляемый на чертеже, равен $60,004_{-0,002} \text{ мм.}$

4. Намечаем содержание маркировки калибров. На калибр наносят номинальный размер детали, для которой предназначен калибр, буквенное обозначение поля допуска (калитет) изделия, значения предельных отклонений размера изделия в миллиметрах, тип калибра (ПР, НЕ, $K - И$) и товарный знак завода-изготовителя.

На рис. 9, в показан пример маркировки калибр-пробки и калибр-скобы.

5. По итогам расчета, нужно изготовить рабочие чертежи калибров в полном соответствии с правилами ЕСКД; привести на них основные технические условия и схему расположения полей допусков.

Технико-экономическое обоснование выбранного варианта технологического процесса дипломник производит после выбора оснастки, оборудования и расчета режимов работы. По указанию руководителя это обоснование делается на весь процесс или на наиболее интересные технологические операции. Необходимо определить следующие технико-экономические показатели:

а) коэффициент $K_{и.м}$ использования материала заготовки (см. табл. 5), характеризующий качество спроектированного технологического процесса. В массовом производстве $K_{и.м} = 0,85$, в серийном производстве $K_{и.м} = 0,7$, а в единичном его значение понижается до 0,6;

б) коэффициент K_o использования станка по основному времени, характеризующий степень механизации и автоматизации процесса обработки и прогрессивности принятой технологической оснастки, а также учитывающий потери времени на работы, не входящие в основное время (время на установку и снятие заготовки, время подвода и отвода инструмента и др.):

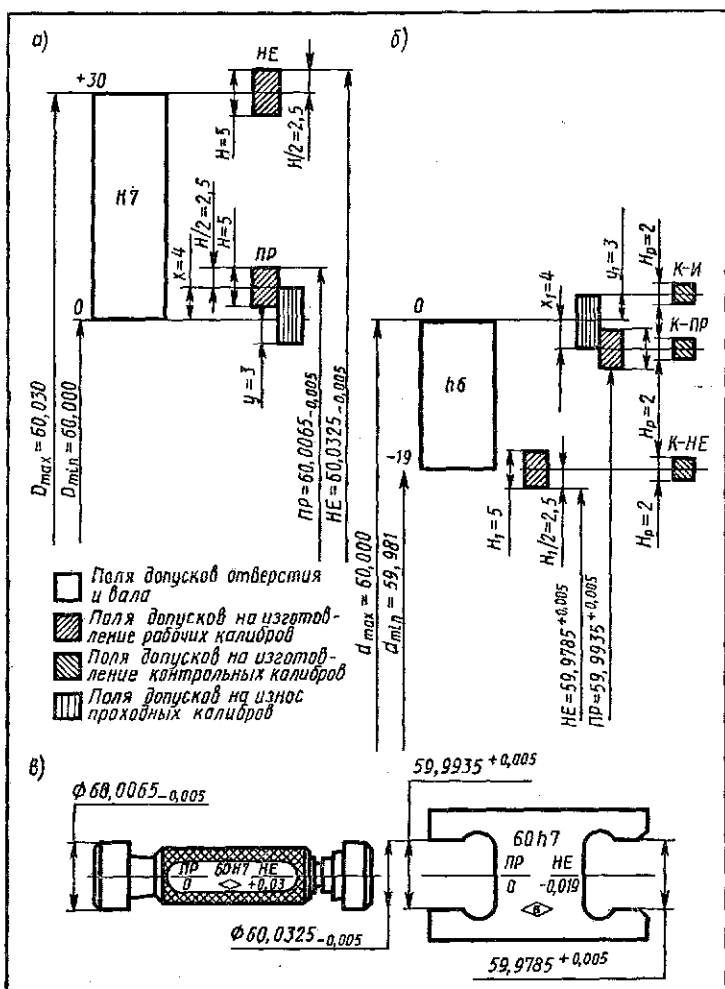
для серийного производства

$$K_o = \frac{t_o}{t_{ш.к}};$$

для массового производства

$$K_o = \frac{t_o}{t_{шт}},$$

где t_o — основное время, мин; $t_{ш.к}$, $t_{шт}$ — соответственно штучно-калькуляционное и штучное время.



В серийном производстве этот коэффициент должен быть не меньше 0,65;

в) коэффициент K_v использования режущих способностей инструмента

$$K_v = \frac{v_d}{v_p},$$

где v_d — действительная скорость резания (с учетом паспортных данных станка); v_p — расчетная скорость резания (или нормативная с учетом поправочных коэффициентов на измененные условия работы). Этот коэффициент должен быть не меньше 0,8 и не больше 1,1;

г) коэффициент K_N использования станков по мощности

$$K_N = \frac{N_p}{N_c},$$

где N_p — потребная (расчетная) мощность станка для данной операции; N_c — мощность электродвигателя, установленного на станке (паспортная). При $K_p < 0,5$ необходимо заменить модель станка на менее мощную;

д) коэффициент K_z загрузки станков по времени

$$K_z = \frac{C_p}{C_n},$$

где C_p — расчетное количество станков; C_n — принятое количество станков. Значение этого коэффициента должно быть в пределах 0,8...0,85. Если $K_z > 1$, часть объема работы может быть перенесена на другой однотипный станок или передана на соседний участок; при $K_z < 0,8$ объем работы может быть увеличен за счет догрузки станка работой с другого участка.

Для полученных технико-экономических показателей выбранного варианта технологического процесса (степени механизации и автоматизации отдельных технологических операций, использование режущих свойств ин-

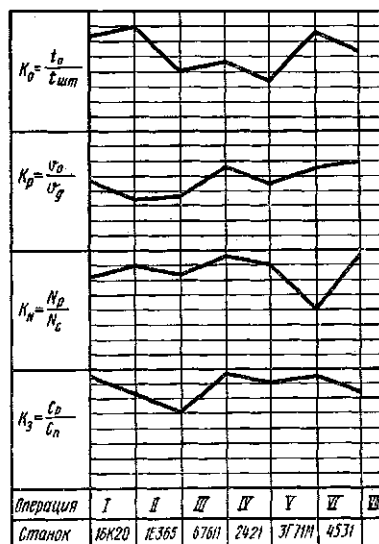


Рис. 10

струмента, загрузки выбранного оборудования по времени и мощности) строят графики, как на рис. 10, и оформляют их в пояснительной записке или на листе графической части проекта, где показана планировка участка.

3.4. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ

Определение потребного количества оборудования и его загрузка являются исходными данными для проектирования участка (пролета) цеха машиностроительного завода. Для определения количества металлообрабатывающего оборудования данной модели и числа рабочих для обработки предусмотренного в дипломном задании количества деталей (изделий) необходимо знать: годовой объем выпуска изделий (в штуках); вид технологического процесса с указанием перечня операций и суммарные нормы времени по каждому виду оборудования (в минутах); эффективный годовой фонд производственного времени единицы оборудования (в часах).

При определении фондов времени работы оборудования и рабочих дипломник должен различать следующие виды фондов: календарный *годовой фонд времени*, выражаемый числом часов в году: $24 \times 365 = 8760$ ч; номинальный *годовой фонд времени работы*, выражаемый количеством часов в году в соответствии с режимом работы и характеристикой производства (без учета потерь): 2079 ч; *эффективный годовой фонд производственного времени* оборудования, равный номинальному фонду времени, за вычетом затрат времени на ремонт и других неизбежных потерь (табл. 14) с учетом принятых условий эксплуатации.

Для производств, где установлены регламентированные перерывы для отдыха (при конвейерной работе и др.), эффективный фонд времени корректируется с учетом длительности этих перерывов.

Эффективный годовой фонд времени работы одного станка в часах при пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями может быть рассчитан по формуле

$$F_d = [(365 - \text{в. д.} - \text{п. д.}) \cdot 8,2 - \text{п. п. д.} \cdot 1] z K_p \quad (46)$$

где в. д. = 104 — количество выходных дней (субботы и воскресенья); п. д. = 8 — количество праздничных дней; п. п. д. = 6 — количество предпраздничных дней (продолжительность рабочего дня меньше на 1 ч); z — число смен работы оборудования; K_p — коэффициент, учитывающий время пребывания станка в ремонте; для крупных станков $K_p = 0,9 \dots 0,94$; для средних

Таблица 14. Номинальный и эффективный фонды производственного времени при 41-часовой рабочей неделе и 8 праздничных днях в году

Наименование оборудования	При одной смене			При двух сменах			При трех сменах		
	номинальный годовой фонд времени, ч	потери, %	эффективный годовой фонд времени, ч	номинальный годовой фонд времени, ч	потери, %	эффективный годовой фонд времени, ч	номинальный годовой фонд времени, ч	потери, %	эффективный годовой фонд времени, ч
Металлорежущие станки с категорией ремонтной сложности ≤ 30	2070	2	2030	4140	3	4015	6210	4	5960
Уникальные метал- лорежущие станки массой более 100 т	—	—	—	4140	6	3890	6210	10	5590
Автоматические ли- нии	—	—	—	4140	10	3725	6210	12	5465
Заготовительное оборудование (нож- ницы, вальцы и т. п.)	2070	2	2030	4140	3	4015	6210	4	5960
Рабочие места без оборудования	2070	—	2070	4140	—	4015	6210	—	6210

станков $K_p = 0,95...0,97$; для мелких станков $K_p = 0,96...0,98$; для автоматических линий $K_p = 0,88...0,9$.

Количество рабочих мест на участке (станков, стенов и верстаков) должно быть не менее 20...30 единиц, на них под руководством одного мастера не менее 30 основных и вспомогательных рабочих.

В серийном производстве расчетное количество оборудования (станков) подсчитывают по формуле

$$C_p = \frac{\sum t_{ш.к} N}{60 F_d}, \quad (47)$$

где C_p — расчетное количество станков данного типа, шт.; $\sum t_{ш.к}$ — суммарное штучно-калькуляционное время по операциям, выполняемым на данном этапе станков, на отнесенное к одной детали (изделию), мин; N — годовой объем выпуска деталей (изделий), шт.; F_d — эффективный годовой фонд производственного времени оборудования, ч.

Расчетное количество станков C_p округляют до ближайшего большего целого числа — принятого количества станков C_n .

Коэффициент загрузки данного типа станков в процентах равен

$$K_z = \frac{C_p}{C_n} 100. \quad (48)$$

Потребное количество оборудования и рабочих мест слесарей для выполнения механосборочных операций зависит от годового объема выпуска изделий на участке, типа производства и других факторов.

Если дипломным заданием предусмотрена разработка технологии изготовления детали только одного типоразмера, то, чтобы загрузить оборудование целиком, годовой объем выпуска N должен быть весьма большим. Практически количество оборудования, полученное расчетным путем, будет недостаточным для создания самостоятельного участка и нормальной его загрузки.

При определении потребного количества оборудования в условиях догрузки может встретиться несколько ситуаций.

1. При одnodетальном производстве (валы, зубчатые колеса, режущий инструмент и т. п.) номенклатура выпуска представляет собой условное объединение группы деталей по технологической общности. Из данной группы выделяется «технологический представитель», для которого производятся все технологические и планово-экономические расчеты. Заводские нормы времени на обработку аналогичных деталей дипломник должен соответствующим образом откорректировать и определить коэффициент ужесточения (приведения), который играет роль поправочного коэффициента:

$$K_y = \frac{t_{ш.к. проект}}{t_{ш.к. зав}}. \quad (49)$$

Для догружаемых деталей получаем

$$t_{ш.к. проект} = K_y t_{ш.к. зав}. \quad (50)$$

Затем задают годовые объемы выпуска деталей N_1 ; N_2 ; N_3 ; ... (на каждый типоразмер); принимают заводские нормы времени t_z на выбранные для догрузки детали по каждой группе станков; определяют коэффициент ужесточения по детали, наиболее близкой к «технологическому представителю»:

$$K_y = \frac{\sum t_{ш.к. проект}}{\sum t_{ш.к. зав}}, \quad (51)$$

где $\sum t_{ш.к.}$ — суммарная расчетная норма времени на операции, выполняемые на данном типе станков.

Определяют расчетное количество станков данного типа, например токарных, с учетом догрузки:

$$C_{p, \text{ток}} = \frac{(\sum t_{\text{ш.к.ток}} N + \sum t_{31\text{ток}} K_y N_1 + \sum t_{32\text{ток}} K_y N_2 + \dots)}{60 F_d}, \quad (52)$$

где $\sum t_{\text{ш.к.ток}}$ — суммарное штучно-калькуляционное время токарных операций по заданному изделию; $\sum t_{31\text{ток}}$ — суммарная норма времени по заводским данным для токарных операций по детали 1, принятой для догрузки; $\sum t_{32\text{ток}}$ — то же, по детали 2 и т. д.; K_y — коэффициент ужесточения заводских норм времени; N_1, N_2, \dots — годовые программы выпуска деталей 1, 2, ..., принятых для догрузки оборудования на участке; F_d — эффективный годовой фонд производственного времени.

2. Расчет загрузки можно осуществить с помощью так называемой приведенной программы выпуска изделий, характеризующейся тем, что подлежащие изготовлению на участке в порядке догрузки оборудования детали (изделия) условно приводятся к типовым деталям, для которых имеются все исходные данные для проектирования. В качестве типовой выбирают предусмотренную дипломным заданием деталь (изделие). Догружаемые детали по конструктивным и технологическим признакам должны быть близки к типовой детали и отличаться от нее только массой, годовой программой выпуска и некоторыми конструктивными особенностями.

Для приведения выбранных для догрузки оборудования деталей по трудоемкости к типовой пользуются коэффициентом приведения $K_{\text{пр}}$, характеризующим отношение трудоемкости догружаемой детали t_d к трудоемкости типовой детали поставителя $t_{\text{п}}$, полученной расчетным путем:

$$K_{\text{пр}} = \frac{t_d}{t_{\text{п}}},$$

откуда

$$t_d = K_{\text{пр}} t_{\text{п}}. \quad (53)$$

Различия в массе, серийности и сложности конструкции детали (изделия) выражаются отдельными коэффициентами:

$$K_{\text{пр}} = K_m K_{\text{сер}} K_{\text{сл}}. \quad (54)$$

Коэффициент массового соотношения K_m определяется по формуле

$$K_m = \sqrt[3]{\frac{m_d^2}{m_{\text{п}}^2}}, \quad (55)$$

где m_d — масса приводимой (догружаемой) детали; m_n — масса типовой (заданной) детали.

Коэффициент серийности $K_{сер}$ учитывает различие в объеме выпуска заданной и догружаемой детали и зависит главным образом от применения более совершенной и производительной оснастки технологического процесса. Он определяется из соотношения годового объема выпуска заданной в проекте детали N_n к годовому объему выпуска приводимой (догружаемой) детали N_d :

N_n/N_d	0,5	1	2	3	5	7	10	15	20
$K_{сер}$	0,97	1	1,12	1,17	1,25	1,31	1,37	1,45	1,5

Коэффициент сложности конструкции $K_{сл}$ колеблется в пределах от 0,9 (менее сложная конструкция) до 1,1 (более сложная конструкция); обычно его принимают равным единице, т. е. подбирают детали (изделия) одинаковой сложности.

Расчетное количество станков данного типа, например, токарных, с учетом догрузки определяют по формуле такого же вида, как формула (52), с учетом коэффициента приведения:

$$C_{р.ток} = \frac{(\sum t_{ш.к.ток} N + \sum t_{ш.к.ток} K_m K_{сер} K_{сл} N_1 + \dots)}{60 F_d} \quad (56)$$

3. Для догрузки отбирают детали, обрабатываемые на станках только определенных типов, в виде кооперации с другими цехами. В данном случае определяют количество деталей (или станко-часов), принимаемых для догрузки каждого типа оборудования. Дипломник задается количеством оборудования данного типа так, чтобы общее количество составляло 20...30 единиц, работающих с коэффициентом загрузки $K_z = 0,9...0,95$, и определяет годовой объем выпуска догружаемых деталей:

$$N_{догр} = \frac{60 F_d (C_n K_z - C_p)}{t_{ш.к.зав} K_y} \quad (57)$$

где $N_{догр}$ — количество догружаемых деталей для данного типа оборудования, шт.; F_d — эффективный годовой фонд производственного времени станка, ч; C_n — принятое количество станков данного типа, шт.; $K_z = 0,9...0,95$ — коэффициент загрузки оборудования данного типа после догрузки; C_p — расчетное число станков данного типа, шт.; $t_{ш.к.зав}$ — штучно-калькуляционное время (норма времени) по заводским данным для детали, приня-

той для догрузки, мин; K_y — коэффициент ужесточения заводских норм времени.

4. В инструментальном производстве, если на участке изготавливается инструмент одного типа, но разных размеров (например, только зенкеры, фрезы, гладкие калибры и т. п.), для догрузки можно взять инструмент, разработка которого предусмотрена дипломным заданием, но других размеров.

В данном случае кроме коэффициента K_y ужесточения заводских норм времени определяется коэффициент трудоемкости принимаемого для догрузки инструмента по сравнению с предусмотренным типовым инструментом:

$$K_T = \frac{\sum t_{з. догр}}{\sum t_{з. тип}}, \quad (58)$$

где $\sum t_{з. догр}$ — суммарная норма времени, принятая для догрузки (заводская); $\sum t_{з. тип}$ — суммарная норма времени типового представителя инструмента (заводская).

Расчетное количество станков данного типа с учетом догрузки равно

$$C_p = \frac{\sum t_{ш.к} N + \sum t_{ш.к} K_y K_{T20} N_{20} + \sum t_{ш.к} K_y K_{T30} N_{30} + \dots}{60 F_d}, \quad (59)$$

где $\sum t_{ш.к}$ — расчетное суммарное штучно-калькуляционное время по операциям, выполняемым на данном этапе станков; K_{T20} , K_{T30} , ... — коэффициенты трудоемкости при изготовлении инструментов других размеров (например, разверток диаметром 20 мм, 30 мм и т. д.) по сравнению с типовым инструментом; N_{20} , N_{30} , ... — годовые объемы выпуска инструментов других размеров, принятых для догрузки оборудования на участке.

5. При производстве сборочных единиц, приспособлений, приборов, сборного инструмента и т. п. для догрузки оборудования и выполнения технологических операций обработки и сборки приходится предусматривать применение станков других групп и слесарно-сборочных верстаков.

При расчете дипломник должен иметь следующие исходные данные:

а) общую трудоемкость изготовления всего изделия по заводским данным $t_{зав}$, ч; б) распределение трудоемкости на механическую обработку и слесарно-сборочные работы; в) распределение трудоемкости по операциям механической обработки $t_{мех}$ (токарным, сверлильным, фрезерным и др.); г) средний коэффициент выполнения норм времени на участке, где изготавливается изделие, K_v .

Общая проектная трудоемкость в часах одного многодетального изделия определяется по формуле

$$t_{\text{проект}} = \frac{t_{\text{зав}}}{K_{\text{в}} K_{\text{п.т}}}, \quad (60)$$

где $K_{\text{п.т}} = 1,2 \dots 1,3$ — коэффициент прогрессивности технологии на проектируемом участке по сравнению с заводской.

Проектные трудоемкости на механическую обработку $t_{\text{мех}}$ и слесарно-сборочные работы $t_{\text{слес}}$ определяются по формулам

$$t_{\text{мех}} = \frac{t_{\text{проект}} K_{\text{мех}}}{100}; \quad t_{\text{слес}} = \frac{t_{\text{проект}} K_{\text{слес}}}{100}, \quad (61)$$

где $K_{\text{мех}} = 60 \dots 70\%$ — доля механической обработки; $K_{\text{слес}} = 30 \dots 40\%$ — доля слесарно-сборочных работ.

Если конкретных данных о видах технологической обработки деталей, входящих в изделие, нет, то распределение проектной трудоемкости операций механической обработки по отдельным видам работ (токарная, сверлильная, фрезерная и др.) производится по рекомендациям, приведенным в табл. 15.

Таблица 15. Примерная доля различных видов механической обработки в изготовлении многодетальных изделий, %

Операции	Тип производства		
	массовое, крупно-серийное	средне-серийное	мелко-серийное, единичное
Токарные	5	20	30
Токарно-револьверные	10	10	5
Токарные автоматные	15	5	—
Вертикально-фрезерные	10	10	10
Горизонтально-фрезерные	10	10	10
Сверлильные	10	10	10
Круглошлифовальные	10	15	15
Плоскошлифовальные	10	15	15
Специальные *	20	5	5
	100%	100%	100%

* Виды специальных операций выбирают исходя из конкретных форм и конструкций деталей, например зубофрезерная, шлифшлифовальная, протяжная, координатно-расточная и др.

Зная проектную трудоемкость механической обработки всех деталей изделия, можно определить годовой приведенный объем выпуска изделий, т. е. условное число $N_{\text{пр}}$ комплектов деталей, обрабатываемых на участке с количеством станков $C_{\text{п}}$

в течение года, может быть определено по формуле производственной мощности участка:

$$N_{\text{пр}} = \frac{F_d K_3 C_n}{t_{\text{мех}} (1 + a)}, \quad (62)$$

где F_d — действительный фонд времени (см. табл. 14); K_3 — планируемый коэффициент загрузки оборудования для принятого типа производства: для среднесерийного $K_3 = 0,85$; $C_n = 20 \dots 30$ — планируемое количество станков на участке; a — коэффициент допустимых потерь на переналадку оборудования сверх подготовительно-заключительного времени: для крупносерийного производства $a = 0,03 \dots 0,05$; для среднесерийного $a = 0,05 \dots 0,08$; для мелкосерийного $a = 0,08 \dots 1,0$.

Полученный таким образом годовой приведенный объем выпуска изделий округляют до числа, удобного для расчетов, и принимают за исходный при проектировании участка.

Выбранный метод загрузки оборудования дипломник согласовывает с руководителем проекта или консультантом по экономической части.

Средний коэффициент загрузки оборудования в процентах при изготовлении изделий, заданных по проекту, равен

$$K_3 = \frac{\sum C_p \cdot 100}{\sum C_n}, \quad (63)$$

где $\sum C_p$ — расчетное количество станков разных типов по всем операциям для заданной детали; $\sum C_n$ — принятое количество станков всех типов по всем операциям.

По этой же формуле определяется коэффициент K'_3 загрузки оборудования на участке при изготовлении всех деталей, заданных по проекту и принятых по догрузке.

При поточной организации производства (поточно-массовой и поточно-серийной) количество станков определяют для отдельных операций. При этой организации производства должна быть достигнута синхронизация операций на основе принятого такта выпуска изделий, что необходимо для создания непрерывного потока. Весь процесс обработки расчлениают на отдельные операции, по возможности одинаковые или кратные по времени их выполнения. Такт выпуска в минутах при поточно-массовой организации производства определяется по формуле

$$\tau_a = 60 F_d / N, \quad (64)$$

где F_d — эффективный годовой фонд производственного времени одного станка, ч; N — количество заготовок одного на-

именования, шт., подлежащих обработке в течение года на данной поточной линии.

В серийном производстве может быть организована обработка деталей на переналаживаемых линиях по переменнo-поточному типу. В этом случае также необходимо рассчитывать продолжительность такта выпуска.

При проектировании непрерывно-поточных линий заданный такт выпуска должен быть изменен в сторону уменьшения, чтобы были учтены регламентированные перерывы на отдых, смену инструментов, подналадку оборудования, производственную гимнастику и пр. Время перерывов за смену, составляющую по продолжительности 8 ч 12 мин, принимается равным 20...30 мин, для чего в формулу (64) вводят поправочный коэффициент на перерывы:

$$\tau_b = 60K_n F_d / N,$$

где $K_n = (492 - 30)/492 \approx 0,94$.

Величина, обратная такту, численно равная количеству деталей (изделий), выпускаемых в единицу времени, например час, называется *темпом работы поточной линии* T_d . Так, при такте $\tau_b = 3$ мин темп работы поточной линии будет равен 20.

При передаче обрабатываемых заготовок не поштучно, а транспортными партиями кроме такта должен быть определен ритм. *Ритмом* принято называть интервал времени между очередными выпусками равного количества обработанных заготовок одного типоразмера, находящихся в транспортной партии. При поштучной передаче заготовок с операции на операцию такт по значению равен ритму.

Ритм R (мин) определяется по формуле

$$R = \tau_b n, \quad (65)$$

где τ_b — такт поточной линии, мин; n — число деталей изделий в транспортной партии, шт.

Расчет потребного оборудования для каждой операции следует производить по формуле

$$C_p = \frac{t_{шт}}{\tau}. \quad (66)$$

Полученный результат округляют до ближайшего большего числа C_n и определяют коэффициент загрузки K_z , который для условий массового производства должен быть не менее 70...75%.

На основании производственных расчетов строят график загрузки оборудования участка (пример графика показан на

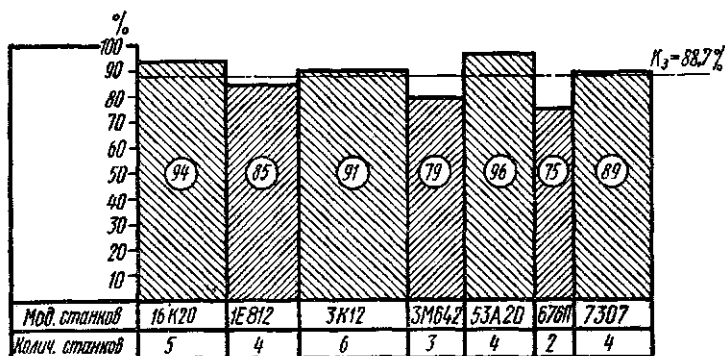


Рис. 11

рис. 11). Ширина столбиков в соответствующем масштабе должна быть пропорциональна количеству станков данной модели.

Средний коэффициент загрузки K_3 всего станочного парка на проектируемом участке по заданному изделию и с учетом догрузки K'_3 на графике вычерчивают горизонтальной красной линией, проходящей через весь график (на рис. 11 показана штрихпунктирной линией).

Данные о количестве, габаритах, мощности электродвигателей и стоимости (с учетом транспортировки и монтажа) оборудования на участке заносят в Сводную ведомость оборудования (см. с. 107).

Определение потребного количества основных рабочих. В механических и сборочных цехах к основным относятся рабочие следующих профессий: в механических цехах — станочники, операторы и наладчики автоматических линий, разметчики, слесари по промежуточным слесарным работам, мойщики деталей; в сборочных цехах — слесари по сборке и испытанию сборочных единиц, слесари по монтажу, отладке и испытанию изделий, слесари по шефмонтажу, слесари-электрики по узловой сборке, электромонтажники по сборке и отладке электросистем, электромонтажники по шефмонтажу, мойщики деталей и узлов. К производственным рабочим сборочных цехов относят также маляров и упаковщиков (если отсутствуют отдельные цеха по окраске и упаковке изделий).

Определение потребного количества основных (производственных) рабочих ведут по каждой профессии и по каждому квалификационному разряду отдельно.

Пример заполнения сводной ведомости оборудования

Станки	Модель	Количество станков	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощность электродвигателей (суммарная), кВт		Цена станка, руб.	Общие затраты на станок с монтажом, руб.	Общие затраты на все станки с монтажом, руб.
				одного станка	всех станков			
Токарно-винторезные	16К20	3	2470 × 2760	10,0	30,0	4800	5520	16560
Горизонтально-фрезерные	6Р82Г	2	2305 × 1840	7,5	15,0	2470	2841	5682
Итого...		24	—	—	215,0	—	—	54670

Примечание. Затраты на транспортировку и монтаж станков принимают в среднем 15 % от его стоимости по прейскуранту.

Для цехов серийного производства количество производственных рабочих определяют по формуле

$$P_{ст} = \frac{t_{ш.к} N}{60 F_{д.р}}, \quad (67)$$

где $P_{ст}$ — количество рабочих данной профессии и разряда, чел.; $t_{ш.к}$ — штучно-калькуляционное время на операцию, мин; $F_{д.р}$ — эффективный годовой фонд рабочего времени станочника, ч (табл. 16); N — годовой объем выпуска деталей.

Таблица 16. Составляющие годового фонда времени рабочих при 41-часовой рабочей неделе

Продолжительность основного отпуска, дни	Номинальный годовой фонд времени, ч	Потери номинального фонда, %	Эффективный (расчетный) годовой фонд рабочего времени, ч
15	2070	10	1860
18	2070	11	1840
24	2070	12	1820

Эффективный годовой фонд рабочего времени станочника при пятидневной рабочей неделе может быть также определен по формуле

$$F_{д.р} = [(365 - в.д. - п.д.) \cdot 8,2 - п.п.д. \cdot 1] K_n, \quad (68)$$

где в. д = 104 — количество выходных дней в году при пятидневной рабочей неделе; п. д = 8 — количество праздничных дней; п. п. д = 6 — количество предпраздничных дней с сокращенным на 1 ч рабочим днем; K_n — коэффициент, учитывающий использование номинального фонда времени из-за неявки на работу:

$$K_n = \frac{100 - C_n}{100}, \quad (69)$$

где $C_n = 9...12\%$ — потери от номинального фонда времени из-за неявки на работу, из них 5% на отпуск (15 дн. минимально), 2% — на болезни (8 дн.); 0,5% — на выполнение государственных и общественных обязанностей (1,25 дн.); 1% — на учебные отпуска (2,5 дн.); 0,5% — на перерывы для кормящих матерей (1,25 дн.).

При догрузке оборудования другими деталями количество производственных рабочих выражается формулой

$$P_{ст} = \frac{t_{ш.к}N + t_{ш.к}K_{y1}N_1 + t_{ш.к}K_{y2}N_2 + \dots + t_{ш.к}K_{yn}N_n}{60F_{д.р}}, \quad (70)$$

где K_{yi} — коэффициенты ужесточения норм времени для догружаемых деталей; N_1, N_2, \dots, N_n — годовые объемы выпуска догружаемых деталей.

Организация многостаночного обслуживания и совмещение профессий. При больших значениях машинно-автоматического времени один рабочий получает возможность одновременно обслуживать несколько однотипных или даже разнотипных станков. Многостаночное обслуживание значительно повышает производительность труда по сравнению с одностаночным обслуживанием.

На проектируемом участке многостаночное обслуживание может быть применено в том случае, когда основное (машинно-автоматическое) время на операцию больше суммы вспомогательных времен на остальных операциях и времени, затрачиваемого на переходы рабочего от станка к станку, что позволяет рабочему во время машинной работы одного станка обслуживать другие станки, входящие в многостаночный комплект, закрепленный за данным рабочим.

Для принятия решения о целесообразности организации на участке многостаночного обслуживания дипломник должен определить цикл работы одного станка за период времени, в течение которого регулярно выполняются одни и те же повторяющиеся приемы работы, и построить циклограммы многостаночной работы при разном использовании станков и занятости рабочих. Как видно из циклограмм, приведенных на рис. 12, возможны различные варианты эффективной много-

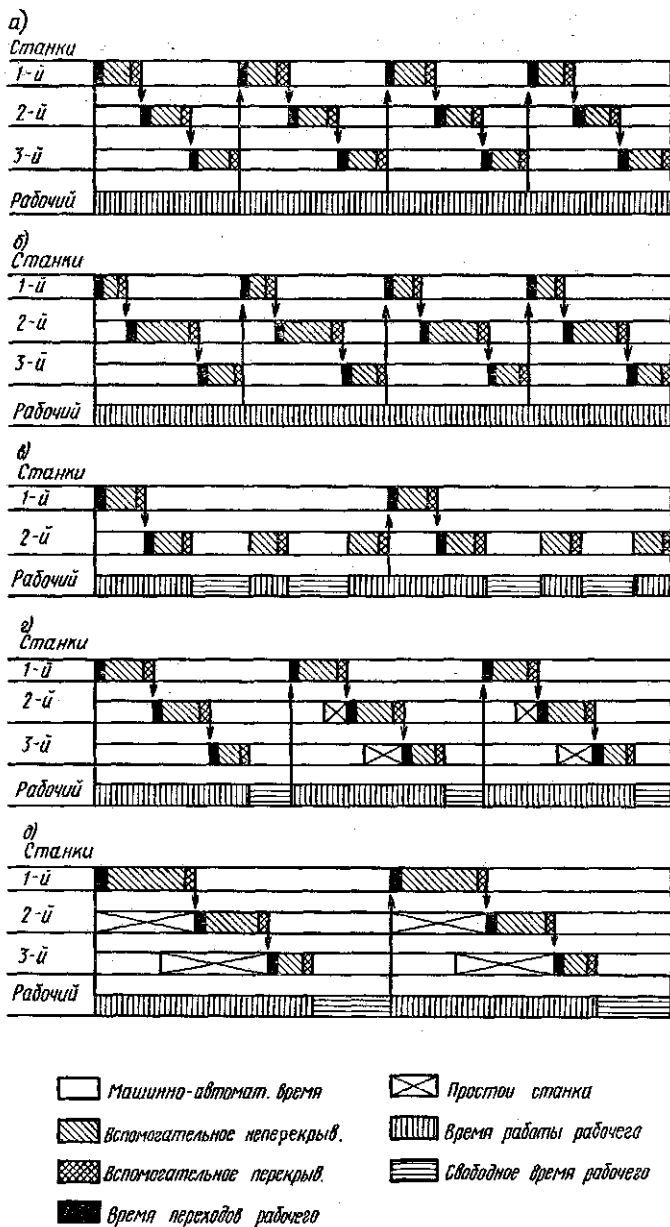


Рис. 12

станочной работы. В одних случаях (рис. 12, а, б) время на обработку заготовок полностью обеспечивает загрузку станков и рабочего. Из циклограммы на рис. 12, в видно, что при полной загрузке оборудования, рабочий периодически имеет свободное время. Варианты на рис. 12, з, д менее целесообразны для применения многостаночного обслуживания, так как не обеспечивают полного использования времени рабочего и загрузки оборудования.

При многостаночной работе расчет потребного числа производственных рабочих $P_{ст}$ производят с учетом заданного числа станков, на которых может работать один рабочий данной профессии:

$$P_{ст} = \frac{F_d C_n K_z}{F_{д.р} C_m}, \quad (71)$$

где F_d — эффективный годовой фонд производственного времени работы станка; C_n — принятое количество станков данного типа; K_z — коэффициент загрузки станков; $F_{д.р}$ — эффективный годовой фонд времени работы станочника; C_m — число станков, на которых может одновременно работать один рабочий.

Количество станков, которое может обслуживать один рабочий, равно

$$C_m = \frac{t_{м.а} + t_{вн}}{t_{в.н} + t_{в.п} + t_{пер}}, \quad (72)$$

где $t_{м.а}$ — непрерывное машинно-автоматическое время, в течение которого станок может работать без участия рабочего; $t_{в.н}$ — вспомогательное неперекрывающееся время; $t_{в.п}$ — вспомогательное перекрывающееся время на одном станке; $t_{пер}$ — время на переход рабочего от одного станка к другому.

При поточной организации производства количество производственных рабочих (операторов) определяют по количеству станков, выполняющих определенную операцию. В этом случае использование времени рабочих соответствует загрузке станков и зависит от длительности такта выпуска.

Расчет необходимого количества производственных рабочих (операторов и наладчиков) для обслуживания автоматических линий производится по нормам, приведенным в табл. 17 и 18, а для наладки универсальных станков — в табл. 19.

Количество основных рабочих $P_{ст}$, требующихся для работы на проектируемом участке, полученное расчетным путем, корректируют по количеству станков, квалификационным рядам и составляют сводную ведомость основных рабочих (табл. 20).

Таблица 17. Нормы на обслуживание автоматических линий

Автоматические линии	Количество операторов по обслуживанию одной линии
С автоматизированной передачей заготовок с линии на следующую операцию	1
Без автоматизированной передачи заготовок с линии на следующую операцию	2

Таблица 18. Нормы на наладку оборудования автоматических линий

Категория сложности наладки	Количество позиций (станков), обслуживаемых одним наладчиком
Особо сложная (многошпиндельные токарные автоматы, двусторонние торцово-шлифовальные автоматы и бесцентрово-шлифовальные автоматы)	3...4
Сложная для обработки заготовок с допусками по 7...9-му квалитетам; средней сложности для обработки заготовок с полями допусков 5...7-го квалитетов	5...6
Средней сложности для обработки заготовок с допусками по 7...9-му квалитетам	7...8
Простая для обработки заготовок с допусками по 7...9-му квалитетам	9...10

Таблица 19. Нормы на наладку универсальных металлорежущих станков

Станки	Количество станков, обслуживаемых одним наладчиком	
	крупносерийное, среднесерийное производство	мелкосерийное производство
Токарно-винторезные	12...14	Станки накладываются рабочим-станочником
Карусельные	4...6	То же
Многорезцовые токарные полуавтоматы, токарно-револьверные полуавтоматы, гидрокопировальные полуавтоматы	4...6	3...4
Токарно-револьверные прутковые и патронные станки	8...10	6...8

Станки	Количество станков, обслуживаемых одним наладчиком	
	крупносерийное, среднесерийное производство	мелкосерийное производство
Токарные горизонтальные многошпиндельные автоматы	4...5	—
Токарные вертикальные многошпиндельные патронные полуавтоматы	2...3	—
Вертикально-сверлильные, радиально-сверлильные и резьбо-нарезные	12...14	Станки налагаются рабочим-станочником
Агрегатные (сверлильные, расточные, фрезерные) с числом шпинделей до 15	8...10	—
То же, с числом шпинделей свыше 15	4...6	—
Алмазно-расточные станки и полуавтоматы	8...10	Станки налагаются рабочим-станочником
Фрезерные	10...12	То же
Продольно-фрезерные	6...8	»
Зубообрабатывающие, полуавтоматы и автоматы	6...7	6...8
Шлифовальные	6...7	Станки налагаются рабочим-станочником
Протяжные для внутреннего протягивания	10...12	То же
Протяжные для наружного протягивания	6...8	»
Станки с ЧПУ	5...6	4...5

Примечания: 1. Наладчики не предусматриваются для станков с простыми наладками (отрезных, центровальных, заточных и др.) и обслуживаемых рабочими высокой квалификации (продольно-строгальных, координатно-расточных, продольно-шлифовальных и др.).

2. При расчете количества наладчиков, для их более полной загрузки, следует предусматривать принцип совмещения профессий и обслуживания нескольких различных типов станков.

Средний тарифно-квалификационный разряд зависит от сложности обработки, видов инструмента, оборудования. Для среднесерийного и мелкосерийного (в том числе инструментального) производства может быть равен 3,0...4,0; для массового и крупносерийного производства — 2,5...3,0.

Таблица 20. Пример заполнения сводной ведомости основных рабочих и определения среднего тарифно-квалификационного разряда

Наименование профессии	Общее количество рабочих	Количество рабочих по разрядам					
		1	2	3	4	5	6
Токари	6	—	5	1	—	—	—
Фрезеровщики	4	—	2	2	—	—	—
Заточники	8	—	2	2	4	—	—
.....
Итого	46	8	16	12	10	—	—

Общее число человеко-разрядов

$$8 \cdot 1 + 16 \cdot 2 + 12 \cdot 3 + 10 \cdot 4 = 116$$

Средний тарифно-квалификационный разряд

$$116 : 46 = 2,52.$$

Определение потребного количества вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников (ИТР), счетно-конторского (СКП) и младшего обслуживающего (МОП) персонала ведут с учетом того, что большая их часть выполняет общепеховые функции, обслуживая несколько участков цеха. Поэтому количество работников, занятых на проектируемом участке, задается определенной долей в процентах от числа основных рабочих участка.

Количество вспомогательных рабочих (наладчиков, бригадиров, кладовщиков, раздатчиков инструмента, браковщиков и др.) составляет (%): для серийного производства — 15...20; для массового производства — 30...40 (кроме наладчиков).

Количество инженерно-технического, счетно-конторского и младшего обслуживающего персонала принимают в следующем отношении от общего числа рабочих (производственных и вспомогательных) (%): ИТР — 10...12, СКП — 1...3, МОП — 2...3.

Общее количество производственных и вспомогательных рабочих, ИТР, СКП и МОП сводят в общую ведомость списочного состава работающих на участке с указанием доли этих категорий к числу производственных рабочих и к общему числу работающих. Форма заполнения ведомости приведена в табл. 21.

Численность вспомогательных рабочих, ИТР, СКП и МОП можно определить укрупненно по нормам обслуживания и сменности работы.

Таблица 21. Пример заполнения сводной ведомости списочного состава работающих на участке

Наименование категорий работающих	Количество работающих	Отношение к числу производ- ственных рабо- чих, %	Отношение к общему числу рабочих, %	Отношение к общему коли- честву работаю- щих, %
Основные (производственные) рабочие	46	100	83,6	71
Вспомогательные рабочие	9	19,6	16,3	13,8
Инженерно-технические работ- ники	5	—	9,1	7,6
Счетно-конторский персонал	3	—	5,5	4,6
Младший обслуживающий пер- сонал	2	—	3,7	3,0
Итого . . .	65	—	—	100,0

Например, для участка на 20...30 станков при работе в две и три смены: начальник участка — 1; сменный мастер — 1 на смену; технолог-нормировщик — 1 на смену; контролеров ОТК для мелких деталей сложной конфигурации — 1 на 10 основных рабочих, средних деталей — 1 на 18, крупных деталей — 1 на 25 основных рабочих, кроме того, 1 на 15 слесарей-сборщиков; транспортных рабочих 1 на 35 основных рабочих, кладовщиков складов и кладовщиков ИРК — по 1 на 50 основных рабочих, уборщиц — 1 на 300 м² площади цеха.

Количество слесарей и электромонтеров по ремонту и межремонтному обслуживанию оборудования определяют по количеству единиц ремонтной сложности (Приложение 13).

При наличии конвейеров число транспортных рабочих уменьшают в 1,5 раза, а количество уборщиц увеличивают в 2 раза.

Количество наладчиков принимают по нормам, приведенным в табл. 18 и 19.

3.5. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Планировка оборудования и рабочих мест на участке механического цеха зависит от величины завода, характера производства, особенностей и объема производственного задания, габаритных размеров и массы обрабатываемых заготовок.

В состав механических цехов входят производственные отделения или участки, вспомогательные отделения, служебные помещения, бытовые помещения и т. п. Состав производственных отделений или участков цехов определяется характе-

ром изготавливаемых изделий, видом технологического процесса, объемом производства. Производственный участок служит для размещения на нем оборудования, служащего для выполнения технологических процессов обработки и сборки изделий. К вспомогательным относятся заготовительные, ремонтные, заточные, контрольные отделения, а также складские помещения для материалов, заготовок, деталей. В служебных и бытовых помещениях располагаются кабинеты административно-технического персонала, гардеробные, уборные, душевые, буфеты, медпункты, красные уголки.

В состав, например, инструментального цеха входят отделения: механическое (станочное), слесарно-сборочное, лекальное, ремонтное, шлифовально-заточное, термическое, защитных покрытий, сварочное, кузнечное; склады; контрольное отделение; измерительная лаборатория; служебные и бытовые помещения.

Станочные и слесарно-сборочные отделения делятся на специализированные участки, предназначенные для обработки заготовок определенного вида, например валов, зубчатых колес, корпусов, станин, изготовления деталей и сборки приборов, инструмента, приспособлений, штампов, металлических моделей и пресс-форм.

При планировке механического цеха все его отделения, участки и вспомогательные помещения располагают так, чтобы обеспечить прямоточность и последовательность прохождения материалов, заготовок и изделий по стадиям обработки (без обратных или петлеобразных перемещений), максимальное использование производственной площади, удовлетворить требования охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности.

После каждого специализированного участка металлообрабатывающих станков располагают слесарно-сборочный участок для слесарной обработки и сборки узлов или изделий. Шлифовальные и заточные станки следует выделять в самостоятельную группу (участок), располагая их в помещении, отделенном от остальной части цеха перегородкой и оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией (шлифовальные станки, работающие с охлаждением, могут быть установлены вместе с остальными станками цеха без выделения в особое помещение).

При проектировании участка, определении расстояний между станками, расположении главных и второстепенных проходов, габаритов транспортных средств и мест складирования обрабатываемых заготовок можно руководствоваться следующими принципами:

планировка по типам станков (групповой способ) приме-

няется для единичного и мелкосерийного производств и обработки отдельных деталей: станки располагаются группами по виду обработки (токарные, фрезерные, шлифовальные и т. д.) в последовательности, принятой для обработки основного вида заготовок данного отделения (участка);

планировка по порядку технологических операций применяется для среднесерийного, крупносерийного и массового производства; станки располагают в порядке последовательности операций технологического процесса изготовления деталей определенной группы;

планировка по типам изделий, когда весь цех разбит на отдельные участки (секции), предназначенные для изготовления деталей определенных видов (валов, шпинделей, зубчатых колес, корпусов, сверл, фрез, резцов и т. д.). В этом случае в пределах каждого участка (секции) станки могут быть расположены по типам или порядку технологических операций.

Последний способ планировки оборудования — с разбивкой на участки по признаку изделий и расположением станков внутри участков по типам или по ходу технологического процесса — является наиболее удобным для механических цехов серийного производства и инструментальных цехов и применяется чаще других. Этот же способ планировки оборудования применяют при проектировании цехов (отделений) по производству определенных видов инструмента на специализированных инструментальных заводах.

При выполнении дипломного проекта планировку станков на участке рекомендуют производить следующим образом:

1) предварительно на лист миллиметровой бумаги в масштабе 1:100 (реже 1:50 или 1:200) наносят сетку колонн (рис. 13). Производственные здания могут быть одноэтажными и многоэтажными. Производство крупногабаритных и тяжелых деталей и изделий целесообразно организовывать в одно-

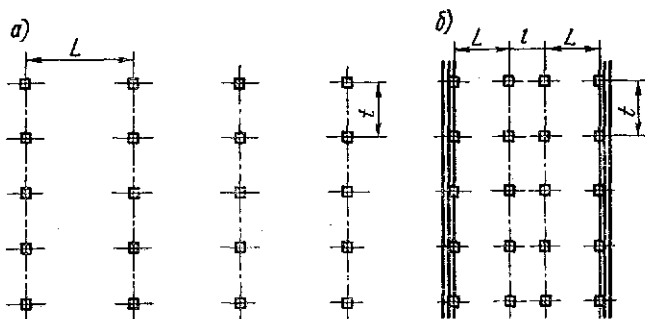


Рис. 13

этажных зданиях с шириной пролета $L = 12, 18, 24$ и 36 м и шагом колонн $t = 12$ м (рис. 13, а). Легкие и мелкие изделия, например бытовую технику, режущий и измерительный инструмент, приборы, целесообразно изготавливать в цехах, расположенных в многоэтажных зданиях с общей шириной здания 20 м с шириной крайних пролетов $L = 8$ м и среднего (проезда) $l = 3$ или 4 м (рис. 13, б). Бывают здания с общей шириной 18 или 24 м с тремя или четырьмя пролетами одинаковой ширины по 6 м. Во всех случаях шаг колонн $t = 6$ м. В тех пролетах, где изготавливают тяжелые детали, устанавливают мостовые краны грузоподъемностью $10...150$ т, в других пролетах устанавливают подвесные краны-балки грузоподъемностью $0,5...5$ т;

2) вырезают из картона (или другой плотной бумаги) изображения контуров станков-темплетов в том же масштабе, что и план здания. При вычерчивании темплета принимают контур станка по крайним выступающим частям, причем в габарит входят крайние положения движущихся частей, электрошкафы, гидронасосы, баки охлаждения и другие агрегаты, смонтированные вне самого станка; для револьверных станков и автоматов, обрабатывающих детали из прутка, в габарит станка входит также наибольшая длина выступающей части прутка; для шлифовальных станков в габарит входят магнитный фильтр-сепаратор, гидро- и электрошкафы. Около каждого станка должна быть предусмотрена площадка (стенд, стеллаж) для складирования и хранения операционной и транспортной партии заготовок. При поточном производстве такие площадки обязательно предусматриваются в начале и в конце линии. Габаритные размеры некоторых станков со всеми вынесенными агрегатами приведены в Приложении 13. Каждому типу станков дается условное графическое изображение в принятом масштабе. Грамотно выполненный темплет позволяет наглядно представить размеры фактически требующейся площади и минимально допустимых расстояний между станками и элементами зданий.

Для внесения единообразия в чертежах при выполнении проекта условное графическое изображение контуров (темплетов) некоторых наиболее распространенных металлообрабатывающих станков и расположение рабочих мест показаны на рис. 14: а — станки токарной группы, б — станки сверлильно-расточной группы, в — станки шлифовальной и заточной групп, г — станки фрезерной группы, д — станки зубо- и резьбообрабатывающих групп. Место рабочего у станка обозначается кружком диаметром 500 мм (в соответствующем масштабе), половина которого затушевывается карандашом. Светлая часть кружка обозначает лицо рабочего и должна быть обращена

к станку. В связи с тем что во многих моделях станков, выпускаемых в настоящее время, гидро- и электроаппаратура выносятся за пределы станка и его общие габариты фактически становятся больше, при использовании данных о габаритных размерах станка из прейскурантов и каталогов это необходимо учитывать. Особое внимание необходимо обращать на приставки у станков с ЧПУ, поскольку их габариты иногда достигают размеров самого станка;

3) на плане участка располагают темплеты станков в возможно более короткую технологическую линию, чтобы заготовки не транспортировались в процессе обработки по кольцевым, обратным и петлеобразным траекториям. Когда на одном участке обрабатывают несколько типов заготовок, например для догрузки оборудования, то сразу нанести на план окончательное положение станков на участке затруднительно, так как нужно выбрать наиболее выгодное положение его для всех обрабатываемых на нем заготовок, поэтому предварительно раскладывают на плане вырезанные из картона темплеты станков так, чтобы можно было достигнуть кратчайшего пути транспортирования всех типов заготовок, обрабатываемых на данном участке. Для каждой заготовки цветным карандашом указывают маршрут ее движения;

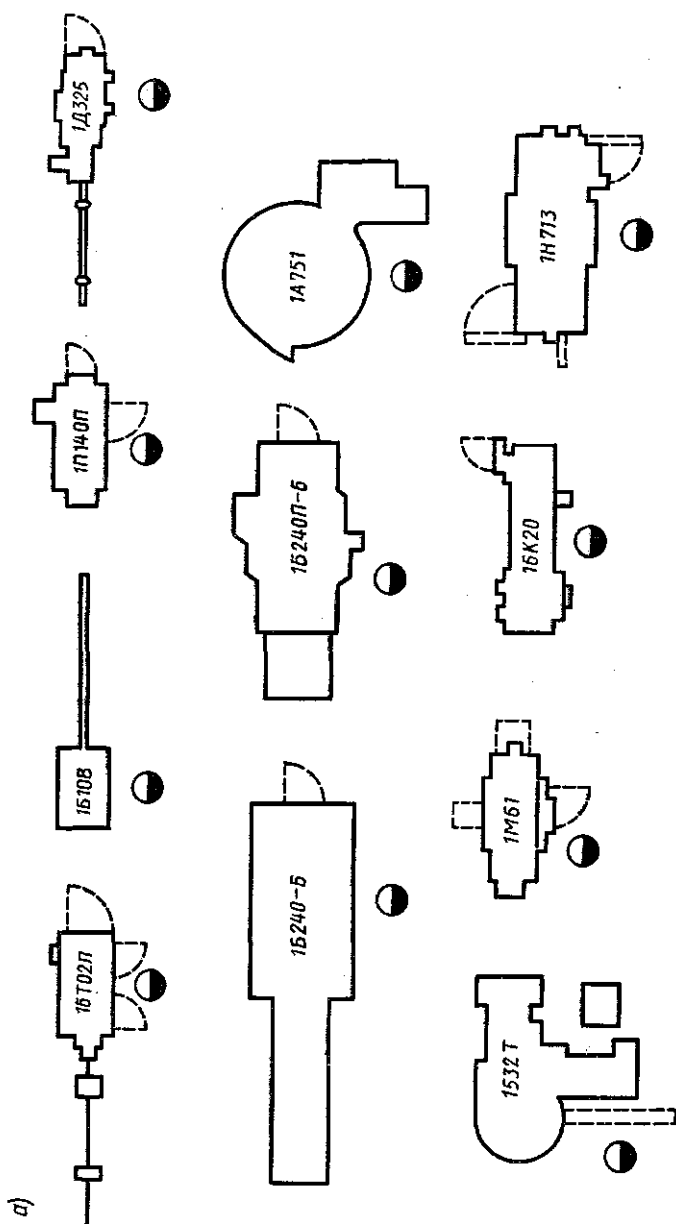
4) последним этапом планировки оборудования на участке является координирование его положения в зависимости от расположения колонн и других элементов здания, применяемых подъемно-транспортных средств, регламентированных разрывов между станками, рациональной планировки и организации рабочего места (условные обозначения строительных элементов и подъемно-транспортных средств даны в табл. 22). При планировании оборудования на участке следует соблюдать нормы расстояний между оборудованием и элементами зданий, ширину проходов и проездов, приведенные в Приложениях 16 и 17. Примеры расположения станков в пролете цеха показаны на рис. 15, а...е.

При использовании указанными нормами необходимо иметь в виду следующее:

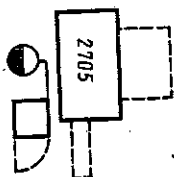
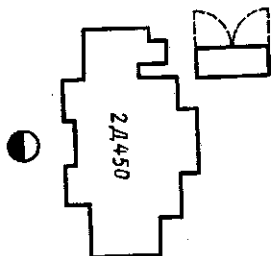
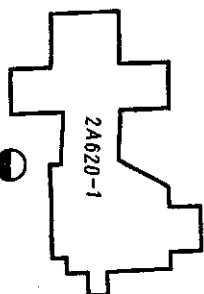
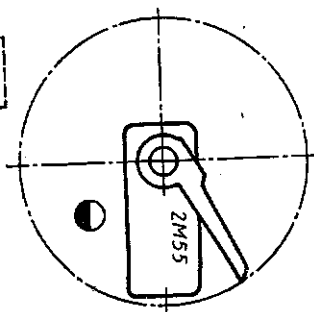
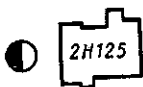
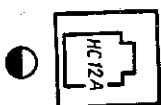
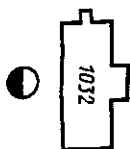
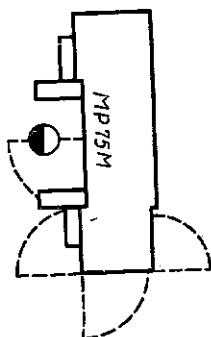
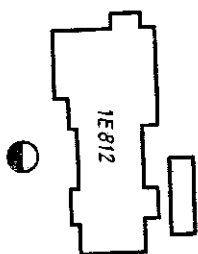
1) в нормах на расстояния между станками не учитываются площадки для складирования и хранения обрабатываемых заготовок у станков, а также устройства для транспортирования заготовок между станками, их размеры принимаются дополнительно в зависимости от планировки, характера производства и габаритов заготовок;

2) при использовании кранов планировку ведут так, чтобы крюк мог свободно доставляться к обслуживаемому станку;

3) чтобы обеспечить нормальные условия монтажа и демон-



b)



д)

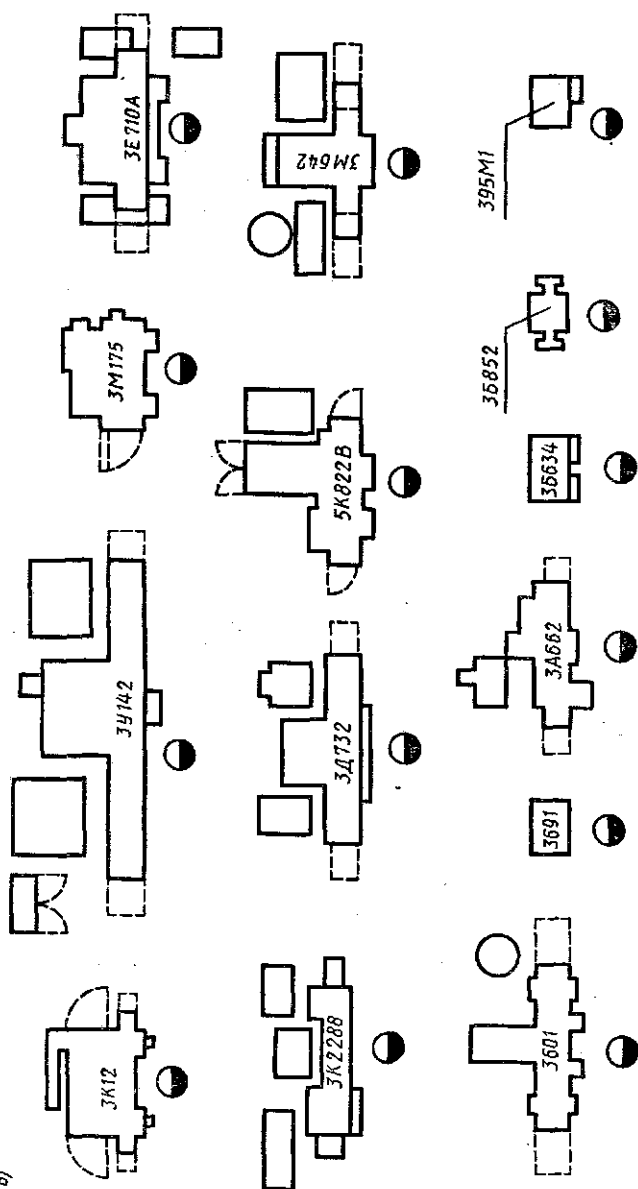


Рис. 14. Продолжение

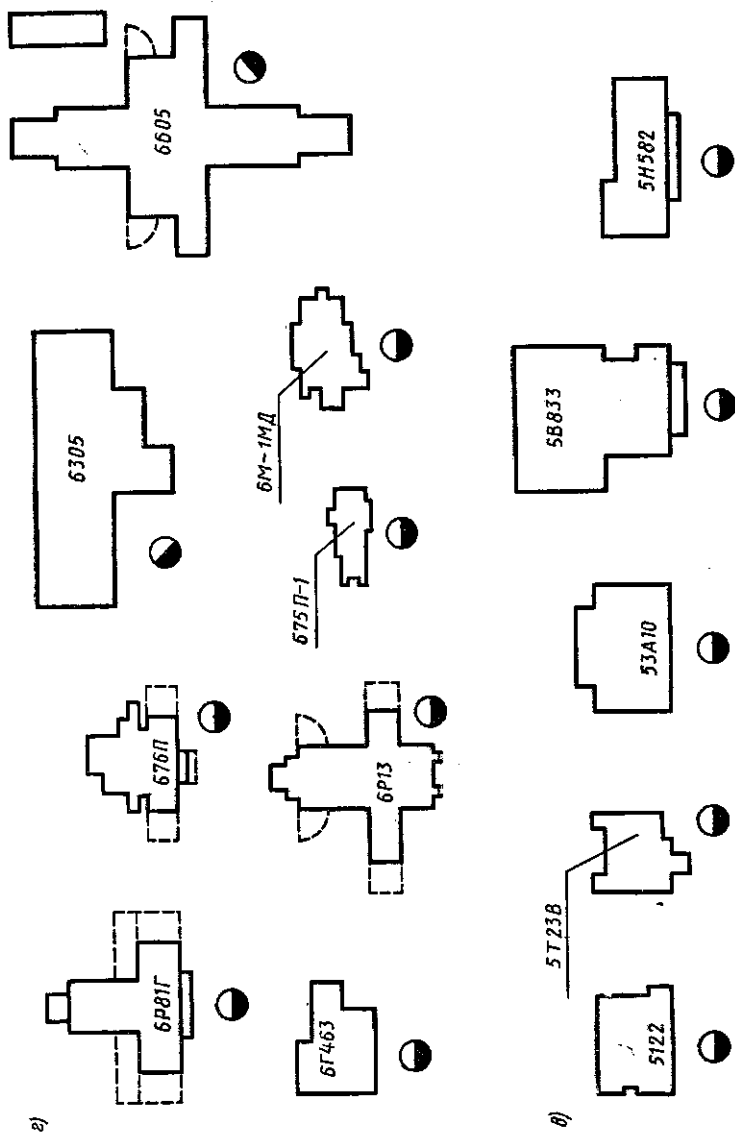


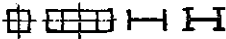

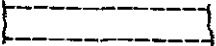
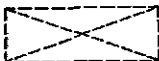
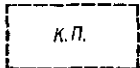
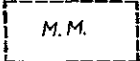


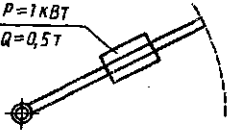
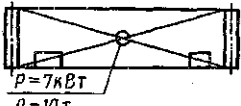
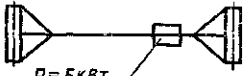



Рис. 14. Продолжение

Таблица 22. Условное обозначение строительных элементов подъемно-транспортного и технологического оборудования

Наименование	Условное обозначение (в плане)
Капитальная стена	
Сплошная перегородка	
Легкая перегородка	
Стеклянная перегородка	
Перегородка из стеклблоков	
Сетчатая перегородка	
Барьер	
Проем в перегородке или стене	
Окно в стене	
Железобетонные и металлические колонны	
Граница цеха, отделения, участка (не огороженная)	
Проезды и проходы (не огороженные)	
Место складирования заготовок и деталей (не огороженное)	
Контрольный пункт	
Место мастера (не огороженное)	
Электрошкаф	
Пульт управления	
Технологическое оборудование	
Автоматическая линия	

Наименование	Условное обозначение (в плане)
Двухпольные ворота (двери)	
Подъемные ворота (двери)	
Откатные двухпольные ворота (двери)	
Канал для транспортировки стружки	
Склиз, скат	
Ленточный конвейер	
Роликовый неприводной конвейер	
Роликовый приводной конвейер	
Пластинчатый конвейер	
Винтовой (шнековый) конвейер	
Монорельс с талью	
Электроинструмент на монорельсе	
Подвесной цепной конвейер	

Наименование	Условное обозначение (в плане)
Консольный поворотный кран с электроталью	$P=1\text{ кВт}$ $Q=0,5\text{ т}$ 
Мостовой кран	$P=7\text{ кВт}$ $Q=10\text{ т}$ 
Одноблочный опорный кран с электроталью	$P=5\text{ кВт}$ $Q=5\text{ т}$ 
Подвесной однопролетный кран-штабелер	$P=3\text{ кВт}$ $Q=0,75\text{ т}$ 

Примечание. Изображение в плане мостовых и подвесных кранов разрешается выполнять штриховыми линиями.

тажа станков, расстояния между станками могут быть увеличены (при соответствующем обосновании);

4) при проектировании рабочего места многостаночника необходимо предусмотреть наиболее удобное расположение органов управления всех обслуживающих станков и минимальную затрату времени рабочего на переход от станка к станку. На плане необходимо указать рабочее место многостаночника и количество обслуживаемых им станков, как на рис. 16 (а – обслуживание двух станков, б – обслуживание трех станков, в – обслуживание шести станков, расположенных в двух поточных линиях, г – обслуживание пяти станков, расположенных с двух сторон конвейера);

5) размеры главных проходов и проездов, проходов между станками, предназначенных для транспортирования материалов, заготовок и движения людей, кроме указанных норм определяются также габаритами применяемых транспортных средств (электрических тележек, тягачей, склизов, конвейеров, мостовых кранов и др.);

6) наиболее удобно располагать станки вдоль пролета (см. рис. 15). Поперечное расположение применяется для лучшего

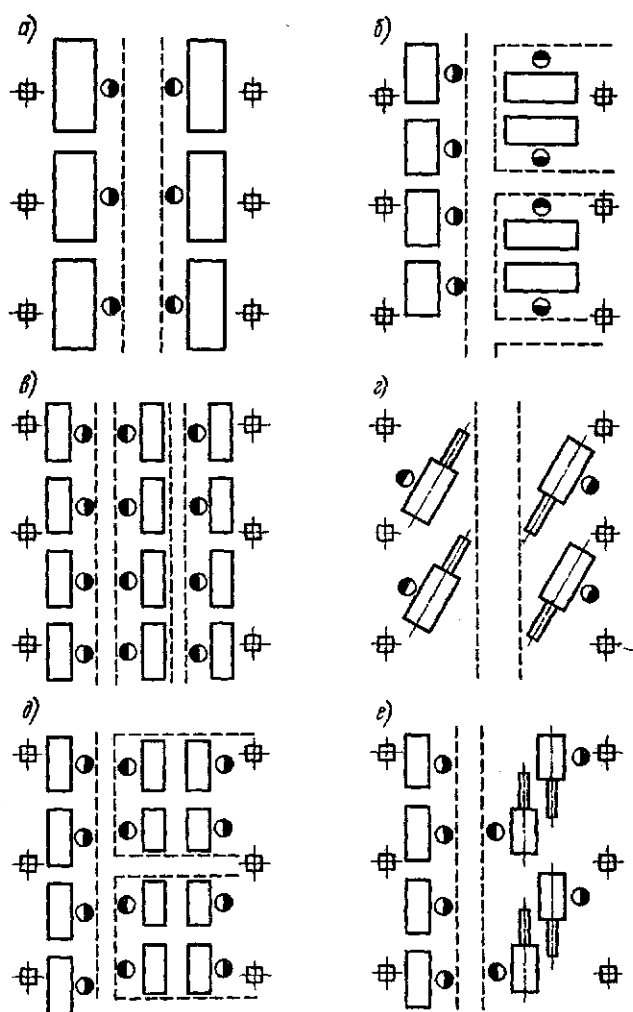


Рис. 15

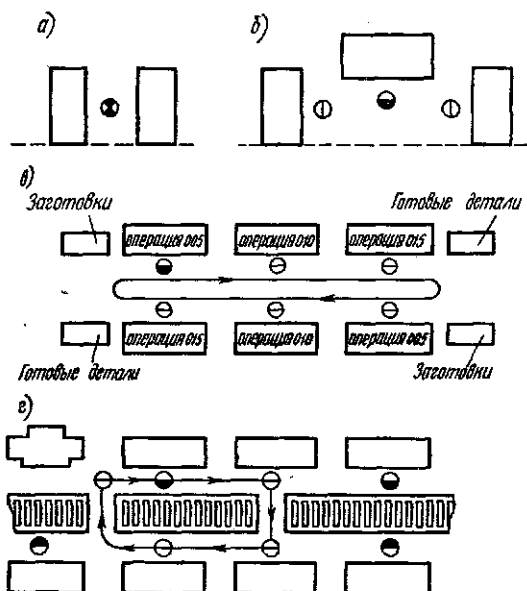


Рис. 16

использования площади пролета или когда при продольном расположении получаются слишком широкие проходы. При поперечном расположении для прохода и для доставки заготовок на тележках к рабочим местам оставляют поперечные проходы. Расположение станков под углом применяется для револьверных станков и автоматов, работающих с прутками, для протяжных, расточных, продольно-строгальных станков.

При всех видах расположения станков рабочие места желательно предусматривать со стороны проходов, что облегчает обслуживание рабочего места.

Слесарные верстаки могут быть установлены на механическом участке (по технологическому процессу) или на специальном слесарном или слесарно-сборочном участке. Расположение верстаков для слесарных работ и сборки может быть продольное (рис. 17, а) и поперечное (рис. 17, б). На рис. 17, в показано поперечное расположение двусторонних верстаков.

На слесарных участках расстояние от разметочной или контрольной плиты до стены или колонны должно быть 200...700 мм, до ближайшего станка, верстака или прохода — не менее 1300 мм.

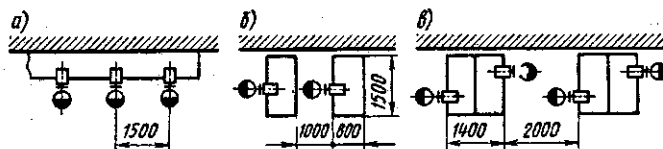


Рис. 17

Оборудование и рабочие места слесарей-лекальщиков а также координатно-расточные, профиле- и резьбошлифовальные станки следует располагать в наиболее освещенной части цеха у наружных стен.

При планировке участка должны быть предусмотрены место для мастера и место для контролера (контрольная площадка) площадью не менее 6 м^2 каждое.

Наиболее распространенной схемой планировки оборудования в поточном производстве является расположение станков по прямой линии вдоль хода конвейера или другого транспортирующего устройства с поворотом рабочей стороны оборудования к конвейеру. Конец линии должен примыкать к главному проходу, слесарно-сборочному участку, заточному отделению и т. п. В зависимости от длины пролета и площади участка, выделенного для поточной линии, ее конфигурация (рис. 18) может быть прямолинейной (а), П-образной (б), зигзагообразной (в), кольцевой (г) и т. п.

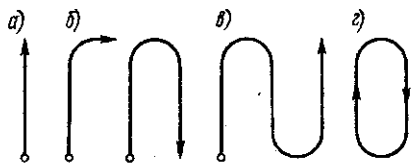


Рис. 18

На рис. 19 показано расположение станков параллельно конвейеру (а), перпендикулярно ему (б), встроенные в конвейер (в), установка их в один ряд (г) и в два ряда, когда изделие переходит с одного ряда станков на другой (д) или обрабатываются параллельно две различные заготовки (е).

Нормы расстояний между линиями станков с механизированным межоперационным транспортом и между сборочными конвейерами приведены в Приложениях 18 и 19.

Организация транспортировки изделий на участке имеет целью ликвидацию тяжелых и трудоемких работ и сокращение продолжительности производственного цикла. Выбор тра

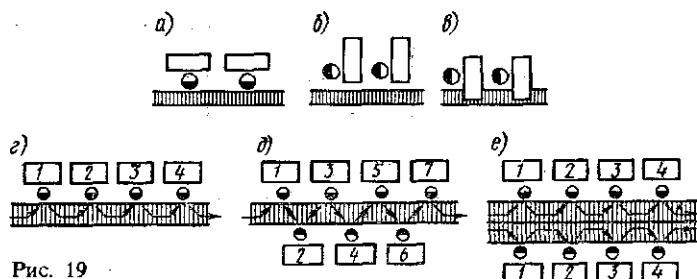


Рис. 19

портных средств зависит от характера обрабатываемых на участке заготовок; массы и габаритов заготовок или размера транспортной партии, типа производства, конструкции здания.

Передача заготовок из пролета в пролет и с одного станка на другой может быть выполнена следующими способами:

1) электрическими тележками или автокарами с подъемными платформами (вилами), а также подъемными кранами грузоподъемностью 0,75; 1; 1,5; 3; 5 т, имеющими скорость 6...15 км/ч;

2) монорельсом с электроталью, который может быть прямым, кольцевым и с переводными стрелками. Грузоподъемность электротали 0,25...5 т;

3) желобами, лотками, склизами для передвижения изделий между рабочими местами самотеком под действием силы тяжести;

4) роликовыми, ленточными, пластинчатыми, тележечными и подвесными конвейерами. Конвейеры могут иметь ширину ленты 200...600 мм и скорость 6...30 м/мин;

5) мостовыми кранами, если на участках изготавливаются тяжелые детали. Грузоподъемность мостовых кранов 5, 10, 15 и 20 т. В целях наиболее целесообразного использования кранов слесарно-сборочные участки следует располагать в том же пролете, что и участки для механической обработки тяжелых заготовок;

6) подвесными и поворотными кран-балками (стрелами) с ручными и электрическими тальями грузоподъемностью 1...3 т. Поворотные краны устанавливаются на колоннах, разделяющих пролеты, или на специально предназначенных для них колоннах; вылет крана должен допускать возможность обслуживания двух соседних станков. Для горизонтального передвижения грузов массой до 1 т применяют малые консольные краны грузоподъемностью до 250...1000 кг, которые перемещаются вдоль стены цеха или вдоль одной линии колонн;

7) промышленными роботами (манипуляторами), приме-

няемыми для установка, съема и передачи заготовки из одной зоны обработки в другую или складирования.

После выбора вида транспортирующих устройств и определения интенсивности грузопотока дипломник должен подсчитать количество и места расположения транспортных средств на плане участка. При массовом производстве и поточной организации производственного процесса необходимо также рассчитать скорость движения конвейера, соответствующую такту выпуска, длину конвейерной линии, общую длину и ширину конвейера.

При обработке малогабаритных заготовок передача их по операциям производится не поштучно, а небольшими, так называемыми транспортными партиями. В этом случае кроме такта выпуска определяют ритм выпуска по формуле (65).

При передаче заготовок транспортными партиями на конвейере предусматриваются определенные места (лотки) для установки тары с обрабатываемыми заготовками. Расстояние между осями лотков называется шагом конвейера.

Скорость движения конвейера (м/мин) равна

$$v_k = l/\tau_b, \quad (73)$$

где l — шаг конвейера, м; τ_b — такт выпуска, мин.

Длина конвейера L определяется как произведение шага конвейера l на количество рабочих мест z_p на всей поточной линии при их одностороннем расположении:

$$L = lz_p. \quad (74)$$

Общая длина конвейера L_0 определяется по формуле

$$L_0 = lz_p + 2l_1, \quad (75)$$

где l_1 — расстояние от крайних осей рабочих мест до наружных габаритов барабанов натяжных станций, м.

Для механического участка, где образуется много стружки, необходимо предусмотреть и кратко описать в дипломном проекте способ удаления ее от станков.

Витая (сливная) стружка для удобства ее транспортирования должна быть предварительно измельчена. Наиболее эффективным способом предотвращения образования сливной стружки является применение на станках инструментов со специальными подточками, стружколомами, экранами и т. п.

Для удаления стружки из рабочей зоны многие современные станки имеют специальные устройства шнекового, скребкового или инерционного типа, которые перемещают стружку в короб (бачок) или в люк, расположенные с тыльной стороны станка.

Дальнейшая транспортировка коробов со стружкой от станков к общецеховым местам сбора производится с помощью электротележек, подвесным транспортом на монорельсах и мостовых кранов. Наиболее целесообразно транспортировать стружку непосредственно от станка к участку ее переработки и брикетирования системой шнековых и скребковых транспортеров или конвейеров, расположенных под полом цеха вдоль линии станков.

При проектировании организации рабочих мест решаются вопросы научной организации труда (НОТ), внешней и внутренней планировки рабочего места, создания необходимых условий для нормального хода производственного процесса и нормальных условий труда.

Внешняя планировка рабочего места — это размещение основного оборудования, организационной оснастки, подъемно-транспортных средств, приспособлений, заготовок и готовых деталей. Внутренняя планировка рабочего места включает размещение в инструментальных шкафах и ящиках инструмента, приспособлений и предметов по уходу за оборудованием и поддержанию чистоты на рабочем месте.

Под рабочим местом понимается ограниченная зона производственной площади, предназначенная для выполнения операции одним рабочим (или бригадой) и оснащенная необходимым материально-техническими средствами труда: технологическим, вспомогательным и подъемно-транспортным оборудованием, технологической оснасткой и инструментом, организационной оснасткой (тумбочками, стеллажами, тарой и т. п.).

Дипломник должен описать проект организации рабочего места для одной из предусмотренных на проектируемом участке профессий (токаря, шлифовщика, заточника и т. д.).

Учитывая характер работы на данном рабочем месте и тип производства, следует разработать следующие вопросы НОТ: планировку и размещение рабочего места, оснащение рабочего места материально-техническими средствами (оборудованием, инструментальным шкафом, стеллажом, тарой для заготовок и готовой продукции и т. д.), расположение материалов и механизмов; комплектование рабочего шкафа; выбор системы обслуживания рабочего места технической документацией, материалами, инструментами; механизацию отдельных приемов работы, применение транспортных устройств; разработку мероприятий и устройств по охране труда, гигиене и технике безопасности.

Планировка рабочего места должна предусматривать правильное размещение органов управления станком, предметов и средств труда как по горизонтали, так и по вертикали. Опти-

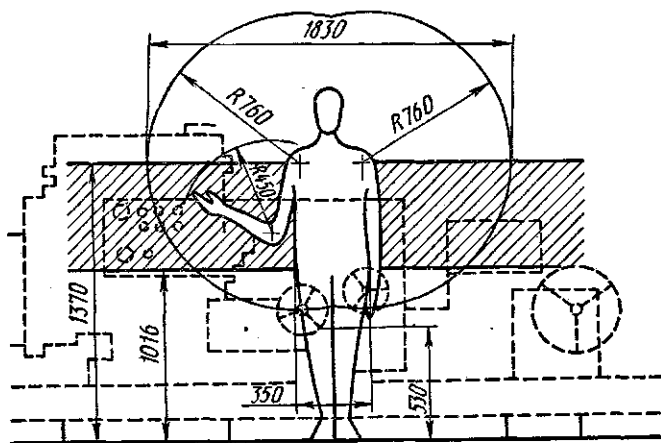


Рис. 20

мальные расстояния до органов управления станком при работе токаря среднего роста приведены на рис. 20.

При планировке рабочего места многостаночника большое значение имеет правильное расположение станков, создание наиболее короткого маршрута рабочего в процессе обслуживания станков и оснащения его приспособлениями и устройствами, ускоряющими и облегчающими работу. Особенно продуманно и тщательно необходимо организовать рабочее место на поточных линиях.

В проекте необходимо описать оснащение и оборудование рабочего места; размещение приспособлений и инструментов в пределах рабочей зоны; размещение заготовок и деталей и транспортировка их между станками (особое внимание необходимо обратить на конструкцию тары, применяемой в механических цехах: счетной тары с гнездами-штырями, призмами и т. п., предохраняющей обработанные поверхности деталей от повреждения при транспортировке); использование местных грузоподъемных средств при обработке тяжелых изделий; обеспечение на рабочем месте безопасности труда, чистоты и порядка; способы удаления стружки из рабочей зоны станка; окраску помещения и оборудования, освещенность рабочего места.

В пояснительной записке дипломник также дает схему планировки разрабатываемого рабочего места и краткое ее описание. На рис. 21 в качестве примера приведены схемы планировки рабочего места токаря-универсала в мелкосерийном про-

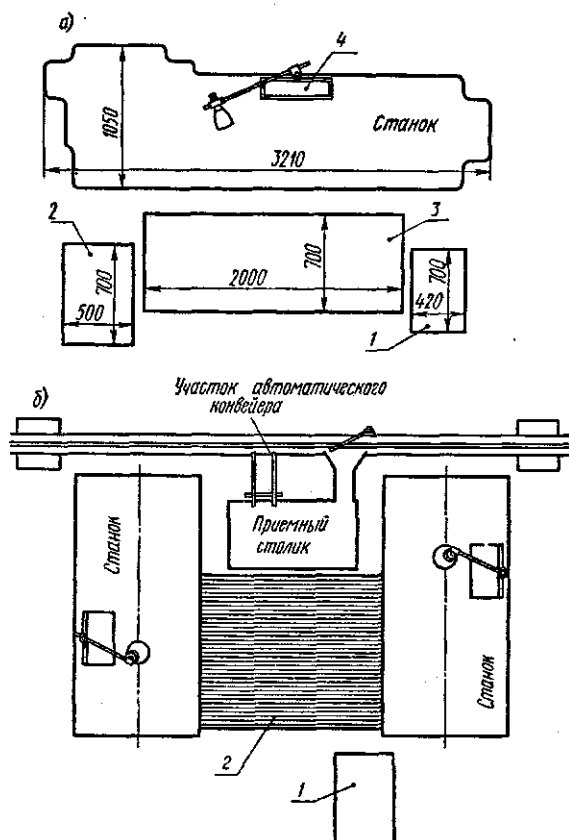


Рис. 21

изводстве и токаря-оператора, работающего на двух многорезцовых токарных полуавтоматах.

Рабочее место токаря-универсала (рис. 21, а) оснащено инструментальным шкафом 1 (тумбочкой станочника), в котором должен храниться инструмент постоянного пользования и средства по уходу за станком; стеллажом 2 (приемным столом) для размещения на нем тары с заготовками и готовыми деталями (нижняя полка стеллажа предназначена для хранения принадлежностей к станку); решеткой 3 под ноги рабочему; полкой 4 для чертежей и измерительного инструмента. Рабочее место токаря-оператора (рис. 21, б) должно быть оснащено тумбочкой для инструмента 1, решеткой под ноги 2 и другой оргоснасткой.

На рабочем месте должен находиться комплект технологической оснастки: режущий инструмент (резцы, центровочные сверла, зенковки и др.); измерительный инструмент (штангенциркуль, микрометр, радиусные и резьбовые шаблоны и др.); вспомогательный инструмент (патроны, переходные втулки, центры, хомутики, молотки, масленки, щетка-сметка, крючок для стружки, защитные очки и др.). Рабочий должен иметь также чертеж обрабатываемой детали, технологическую карту и принятую на данном заводе учетную документацию.

Кроме рациональной планировки рабочего места большое влияние на максимальное уплотнение рабочего времени и создание условий для спокойной работы в течение смены имеет правильно организованное обслуживание рабочего места заготовками, инструментом, приспособлениями, технической документацией; обеспечение текущего ремонта и надзора за оборудованием; уборка рабочего места.

Система обслуживания рабочего места станочника разрабатывается применительно к каждому типу производства (табл. 23), и дипломник должен описать способ обслуживания рабочего места различными службами.

Показателем, характеризующим рациональную организацию рабочего места и хорошее использование производственной площади проектируемого участка, является удельная площадь, т. е. отношение общей площади участка, занятой станками, местами для складывания обрабатываемых деталей и проходами к принятому числу станков на участке. Удельная площадь при правильной планировке должна быть равна (м^2): для мелких станков — 10...12, средних — 15...25, крупных — 30...45.

Очень плотное размещение станков создает неблагоприятные условия для работы. С другой стороны, чрезмерно свободное размещение приводит к нерациональному, неэкономичному использованию производственной площади участка.

Организация инструментального хозяйства на проектируемом участке механического цеха включает в себя расчет потребного количества инструмента и приспособлений; определение порядка выдачи, хранения, заточки и ремонта инструмента и приспособлений.

Так как небольшие производственные участки, как правило, не располагают самостоятельными инструментально-раздаточными кладовыми (ИРК), мастерскими по ремонту и заточке инструмента и другими службами инструментального хозяйства, дипломник должен кратко описать основные задачи и структуру инструментального хозяйства в цехе, рекомендуемую систему обеспечения рабочих мест инструментом и поря-

Таблица 23. Способы обслуживания рабочего места станочника

Ответственный за обслуживание	Функции обслуживания	Тип производства	
		серийное и крупно-серийное производство	единичное и мелкосерийное производство
Производственно-диспетчерский отдел	Обеспечение технической документации, заготовками, транспортом	На основании комплексной технологии и производственно-диспетчерских графиков	На основании сменного задания и графика работ
Мастер	Выдача задания и систематический инструктаж рабочего	На основании производственно-диспетчерских графиков	То же
Инструментально-раздаточная кладовая	Обеспечение чертежами, инструментом, приспособлениями	Доставкой на рабочее место в соответствии с комплексной технологией и графиком принудительной смены инструмента	В соответствии со сменным заданием
Наладчик	Обеспечение наладки оборудования и оснастки	На основании производственно-диспетчерских графиков и графиков принудительной смены инструмента	На основании сменных графиков и по мере необходимости
Ремонтно-энергетическая служба	Обеспечение ремонта и межремонтного обслуживания технологического и энергетического оборудования	На основании годовых, квартальных и месячных графиков планово-предупредительного ремонта (ППР) по заранее разработанным маршрутам межремонтного обслуживания; по вызовам в аварийных случаях	
Отдел технического контроля	Обеспечение контроля качества обработки деталей	По всем изделиям	Выборочно в течение смены по графику ОТК

док заточки и ремонта его. Учитывая, что затраты на инструмент составляют до 25% от общей суммы затрат на изготовление продукции, в данном разделе необходимо произвести расчеты потребности в лезвийном и абразивном режущем инструменте, измерительном инструменте и приспособлениях с учетом заданного годового объема выпуска.

Основными задачами организации инструментального хозяйства являются: полное и своевременное обеспечение рабочих мест нужным и высококачественным инструментом; освобождение основных рабочих от работ по заточке и ремонту инструмента; внедрение рациональной эксплуатации инструмента и прогрессивных режимов резания.

Дипломник должен указать, какую конкретную систему инструментального хозяйства он применил на участке, рассмотрев при этом следующие вопросы: 1) способы доставки инструмента на рабочие места и учета расхода его; 2) комплектование инструмента в инструментально-раздаточных кладовых; 3) организацию заточки и ремонта инструмента (принудительная заточка, централизованная заточка и др.); 4) восстановление отработанного инструмента (переделка на другие размеры, размерное хромирование, использование быстрорежущей стали для других типов инструмента и т. п.); 5) организацию системы технического надзора за правильной эксплуатацией и хранением инструмента; 6) планирование расхода режущего, измерительного и вспомогательного инструмента.

Годовая потребность в режущем (лезвийном) инструменте (шт.) по каждому виду и размеру определяется по формуле

$$I_p = \frac{\Sigma t_m 60N}{T_p(1 - k_c)}, \quad (76)$$

где Σt_m — суммарное машинное время на обработку по всем операциям данным инструментом, ч; N — годовой объем выпуска деталей, шт.; T_p — расчетная стойкость инструмента с учетом переточек, мин; $k_c = 0,05 \dots 0,3$ — коэффициент случайной убыли инструмента из-за поломок и недоиспользования.

Для определения расчетной стойкости инструмента используется формула

$$T_p = T \left(\frac{L}{l} + 1 \right), \quad (77)$$

где T — стойкость инструмента между двумя переточками (выбирается по нормативам режимов резания), мин; L — толщина слоя рабочей части, мм, подвергаемого переточке; l — толщина слоя, мм, снимаемого при каждой переточке.

Годовая потребность в измерительном инструменте (шт.) по каждому виду и размеру определяется по формуле

$$I = \frac{\Sigma \Pi_{\text{пр}} N}{\delta Y K_p}, \quad (78)$$

где $\Sigma \Pi_{\text{пр}}$ — сумма измерений на одну заготовку данным измерительным инструментом на всех технологических операциях; N — годовой объем выпуска деталей, шт; δ — количество измерений, вызывающих износ проходной стороны калибра на 1 мкм (для гладких скоб и пробок $\delta = 600$; для резьбовых скоб $\delta = 500$; для резьбовых пробок $\delta = 300$; для конусных пробок $\delta = 1200$); Y — допустимый износ калибра или поле допуска на износ калибра (выбирается по стандартам на допуски калибров), мкм; $K_p = 2 \dots 3$ — коэффициент, учитывающий восстановление размера и ремонт регулируемых калибров.

Годовая потребность в абразивном инструменте (шлифовальных кругах) I_a (шт.) по каждому виду и размеру определяется по формуле

$$I_a = \frac{\Sigma t_m N}{T_a}, \quad (79)$$

где t_m — суммарное основное (машинное) время, ч, по всем шлифовальным операциям, выполняемым данным инструментом; T_a — стойкость абразивного инструмента до полного износа, ч, который для шлифовальных кругов, работающих периферией, с достаточной точностью можно определить по формуле

$$T_a = \frac{(R_k^2 - r_k^2)(1 - K_c)\sqrt{B}}{\phi}, \quad (80)$$

где R_k — наружный радиус нового шлифовального круга, мм; r_k — наружный радиус изношенного круга, мм; B — ширина шлифовального круга, мм; ϕ и K_c — коэффициенты, значения которых приведены в табл. 24.

Годовая потребность во вспомогательном инструменте, приспособлениях, штампах устанавливается по номенклатуре и количеству согласно разработанному технологическому процессу.

На основе расчетов и действующих прейскурантов определяют общую стоимость расхода по инструментам на проектируемую деталь и на приведенный объем выпуска с догрузкой.

При выполнении экономической части проекта, дипломник по согласованию с консультантом может затраты на инструмент определить укрупненно, отразив в пояснительной записке

Таблица 24. Значение коэффициентов уравнения (80) в зависимости от размеров шлифовального круга

Диаметр шлифовального круга, мм	Коэффициент случайной убыли K_c	Эмпирический коэффициент ϕ
До 150	0,20	635
150...250	0,15	795
Свыше 250	0,10	954

только методику определения расхода инструмента по его стойкости.

Организация технического контроля включает определение структуры и функций аппарата ОТК в цехе и на участке в зависимости от типа производства, применяемых инструментов и приборов и требований к точности и качеству деталей.

При назначении вида контроля и измерительного инструмента следует добиваться следующих целей: создания гарантийных условий выявления дефектных деталей; профилактики брака; экономии затрат труда на контроль качества продукции.

Дипломник должен предложить конкретную систему технического контроля, в которой предусматривается: 1) наличие контроля — непосредственно на рабочих местах; на специальных контрольных пунктах; в контрольных отделениях цеха; 2) вид контроля — летучий; промежуточный; окончательный; 3) объекты контроля — пооперационный контроль; итоговый (после выполнения группы последовательных операций); 4) частота контроля — сплошной контроль; выборочный контроль; 5) штат контролеров (для определения количества контролеров необходимо составить ведомость и операционные карты технического контроля по ГОСТ 3.1502—74 с нормированием выполнения контрольных операций).

Дипломник должен указать, после каких технологических операций проводятся контрольные операции, предусмотреть возможность их механизации и автоматизации, что позволит уменьшить штат контролеров, улучшить качество продукции и уменьшить брак, повысить производительность труда станочника.

Следует учесть, что при поточной организации производства время на контрольные операции, включенные в поточную линию, должно соответствовать такту работы этой линии.

Контрольные пункты в зависимости от вида деталей, изготавливаемых на участке, и сложности измерительных средств (калибры, шаблоны, угломеры или инструментальные микро-

скопы, эвольвентомеры, биениемеры и т. п.) можно располагать между станками в порядке технологических операций, на контрольных пунктах, находящихся на участке или вынесенных за пределы участка.

По усмотрению руководителя проекта вместо расчета и конструирования измерительного инструмента дипломнику может быть предложено разработать технологический процесс контроля, в котором указать: план конкретных операций; поверхности, подвергающиеся контролю; применение измерительного инструмента; вид контроля и количество измерений на одну деталь; место контроля; норму времени на выполнение контрольных операций и квалификацию контролера.

Располагая данными операционных карт контроля, можно определить трудоемкость контрольных операций, количество требуемых контролеров, площади контрольных пунктов, потребное количество измерительного инструмента по видам на объем годового выпуска и сумму затрат на измерительный инструмент.

В случае применения механизированных и автоматизированных контрольных приборов или устройств нужно показать эффективность их применения, что выражается следующими показателями: повышением производительности труда станочников, уменьшением штата контролеров и соответствующим сокращением затрат на их заработную плату.

Дипломнику может быть предложена разработка таких вопросов, как применение на участке активных методов контроля, когда на станок, выполняющий окончательную обработку (чаще на шлифовальный), устанавливается прибор, производящий измерение в процессе обработки и автоматически выключающий станок при достижении заданного размера детали; применение статистических методов контроля при обработке деталей на предварительно настроенном оборудовании, когда контролируется ход процесса и предупреждается появление дефектных деталей.

Основой организации ремонта оборудования на участке является проведение планово-предупредительного ремонта (ППР). Он включает в себя совокупность различного вида работ по техническому уходу и ремонту оборудования, мероприятия межремонтного обслуживания (обозначаемые сокращенно буквой О), как-то: наблюдение за правилами эксплуатации оборудования, своевременное устранение мелких неисправностей и осмотры между плановыми ремонтами выполняют как рабочие, обслуживающие данное оборудование, так и дежурный персонал ремонтной службы цеха (слесари, электрики, смазчики и др.). Межремонтное обслуживание выполняют во время пере-

рывов в работе оборудования, без остановки технологического процесса.

Плановые ремонты оборудования: малый (М), средний (С) и капитальный (К), а также изготовление запасных частей — обычно возлагаются на ремонтно-механический цех завода. Капитальный ремонт может выполняться на специальных ремонтных заводах. Таким образом, производственные участки механических цехов не располагают собственными службами для ремонта оборудования, а привлекают общецеховые и общезаводские службы.

Дипломник по указанию руководителя проекта или консультанта по организационно-экономической части в пояснительной записке дает краткое описание задач и основных принципов организации ремонта оборудования в механическом цехе и на проектируемом участке (для техников-механиков предусматривается более глубокая проработка материала этого раздела проекта).

Используя литературу [61], дипломник должен определить категорию ремонтной сложности каждого станка на участке; рассчитать общую ремонтную сложность оборудования на участке; установить продолжительность ремонтного цикла и межремонтного периода; разработать чередование ремонтных работ и их объем за ремонтный цикл; определить затраты времени по участку на ППР; определить потребное количество слесарей по обслуживанию оборудования на участке; составить план-график ППР.

Разрабатывая данный раздел дипломного проекта, дипломник должен знать, что степень сложности ремонта оборудования оценивается *категорией сложности ремонта R* , которая зависит от конструктивных и технологических особенностей оборудования. Категория сложности ремонта тем выше, чем сложнее оборудование, больше его размеры, выше точность обработки.

Трудоемкость ремонтных работ, т. е. количество часов станочной, слесарной и прочих работ, необходимое для производства ремонта, выражается числом *условных ремонтных единиц*, принятым в зависимости от ремонтной сложности станка. Для оценки сложности ремонта и установления категории сложности в качестве эталона принята ремонтная сложность токарно-винторезного станка модели 16К20 с расстоянием между центрами 1000 мм. Для этого станка была установлена 11-я категория сложности ремонта.

Для некоторых моделей металлообрабатывающих станков средней группы категории ремонтной сложности можно выбрать, пользуясь Приложением 13.

Для отдельных станков категории сложности ремонта и соответствующее этому станку число ремонтных единиц совпадают. Сумма ремонтных единиц всего оборудования, установленного на участке, используется в расчетах для определения количества слесарей по ремонту, электромонтеров и смазчиков, занятых на обслуживании оборудования.

При определении трудоемкости ремонтных работ на станочные, слесарные и другие работы целесообразно пользоваться нормативами времени в часах на одну ремонтную единицу. Так, для металлообрабатывающего оборудования на одну ремонтную единицу промывка (самостоятельная) оценивается в 0,35 ч, проверка на точность — 0,4 ч, плановый осмотр — 0,85 ч, осмотр перед капитальным ремонтом — 1,1 ч, малый ремонт — 6,1 ч, средний ремонт — 23,5 ч, капитальный ремонт — 35 ч.

Структура межремонтных циклов, количество ремонтов и осмотров оборудования, их чередование зависят от характеристики оборудования и года его выпуска [61]. Например, для фрезерного станка модели 6Н12 (средний, массой до 10 т), выпущенного в 1981 году, работающего в две смены, с коэффициентом загрузки $K_z = 0,65$ предусмотрено следующее чередование ремонтных работ (структура ремонтного цикла): $O_1 - M_1 - O_2 - M_2 - O_3 - C_1 - O_4 - M_3 - O_5 - M_4 - O_6 - K$, откуда количество осмотров $n_o = 6$, малых ремонтов $n_m = 4$, средних ремонтов $n_c = 1$, капитальных ремонтов $n_k = 1$. Категория сложности ремонта 12-я.

Продолжительность межремонтного цикла металлообрабатывающих станков в отработанных станко-часах равна

$$T_{p.ц} = \beta_n \beta_m \beta_y \beta_T A, \quad (81)$$

где β_n — коэффициент, учитывающий тип производства (для серийного производства $\beta_n = 1,3$); β_m — коэффициент, учитывающий род обрабатываемого материала (для высокопрочной стали $\beta_m = 0,7$); β_y — коэффициент, учитывающий условия эксплуатации оборудования (для нормальных условий $\beta_y = 1,1$); β_T — коэффициент, учитывающий массовую категорию станка (для средней категории $\beta_T = 1$); A — длительность номинального цикла (для металлорежущих станков со сроком работы менее 10 лет $A = 24\,000$ ч).

Таким образом, при указанных условиях:

$$T_{p.ц} = 1,3 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 24\,000 = 24\,024 \text{ ч.}$$

Для определения продолжительности межремонтного цикла в годах его значение в станко-часах делят на эффективный фонд производственного времени оборудования F_d (при работе в две смены $F_d = 4015$ ч):

$$T_{p.ц.г} = \frac{T_{p.ц}}{F_d} = \frac{24\,024}{4015} = 6 \text{ лет.}$$

Продолжительность межремонтного периода в станко-часах следующая:

$$T_{м.р} = \frac{T_{p.ц}}{n_c + n_m + 1} = \frac{24\,024}{1 + 4 + 1} = 4004 \text{ ч;}$$

и соответственно в месяцах

$$T_{м.р} = \frac{12T_{р.ц.г}}{n_c + n_m + 1} = \frac{12 \cdot 6}{1 + 4 + 1} = 12 \text{ мес.}$$

Продолжительность межосмотрового периода в станко-часах равна

$$T_{м.о} = \frac{T_{р.ц}}{n_c + n_m + n_o + 1} = \frac{24024}{1 + 4 + 6 + 1} = 2002 \text{ ч;}$$

в месяцах соответственно

$$T_{м.о.м} = \frac{12T_{р.ц.г}}{n_c + n_m + n_o + 1} = \frac{12 \cdot 6}{1 + 4 + 6 + 1} = 6 \text{ мес.}$$

При недостаточно полном использовании оборудования продолжительность ремонтного цикла целесообразно определять с учетом коэффициента сменности и коэффициента загрузки оборудования по формуле

$$T_{р.ц.г} = \frac{T_{р.ц}}{F_d K_c K_z}, \quad (82)$$

где для нашего примера $T_{р.ц} = 24024$ ч; $F_d = 4015$ ч; K_c — коэффициент сменности работы оборудования (примем равным 1,2); K_z — коэффициент загрузки оборудования (примем равным 0,65). Тогда

$$T_{р.ц.г} = \frac{24024}{4015 \cdot 1,2 \cdot 0,65} \approx 8 \text{ лет.}$$

Коэффициент цикличности, т. е. отношение количества n ремонтов данного вида, выполняемых за цикл, к продолжительности ремонтного цикла в годах, вычисляют по формуле

$$K_{ц} = \frac{n}{T_{р.ц.г}}. \quad (83)$$

При длительности ремонтного цикла $T_{р.ц.г} = 8$ лет коэффициент цикличности будет равен:

для капитального ремонта ($n_k = 1$) $K_{ц.к} = 1/8 = 0,125$;

для средних ремонтов ($n_c = 1$) $K_{ц.с} = 1/8 = 0,125$;

для малых ремонтов ($n_m = 4$) $K_{ц.м} = 4/8 = 0,5$;

для осмотров ($n_o = 6$) $K_{ц.о} = 6/8 = 0,75$.

Умножая время, затрачиваемое на выполнение данного вида ремонта единицы оборудования определенной модели в течение всего ремонтного цикла, на коэффициент цикличности для данного типа оборудования, получим годовые затраты времени в часах на данный вид ремонта одного станка:

$$T_r = T_{р.ц} K_{ц} = h R K_{ц}, \quad (84)$$

где h — трудоемкость единицы ремонтной сложности, ч; R — число единиц ремонтной сложности (категория ремонтной сложности) для данной модели ремонтируемого станка; $K_{ц}$ — коэффициент цикличности данного вида ремонта. Значения величин h и R можно найти в литературе [61].

Полученная величина является исходной для планирования работ по техническому уходу и ремонту оборудования на участке и для расчета количества станков и рабочих ремонтно-механического участка (цеха) службы Главного механика.

Таблица 25. Пример заполнения плана-графика ППР по участку на 1986 г. (данные взяты из литературы [61])

Инвентарный порядковый номер	Наименование и модель	Категория сложности	Дата и вид последнего ремонта	Виды ремонтных работ по месяцам											
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Фрезерный 6P12	12	$\frac{M_1}{X-1985}$			O_2						M_2			

Таблица 26. Пример заполнения графика планово-предупредительного ремонта фрезерного станка модели 6P12 (см. табл. 25)

Годы	1986		1987		1988		1989			1990		1991
Месяцы	IV	X	III	IX	II	VIII	I	VIII	XII	VI	XI	V
Виды ремонтных работ	O ₁	M ₁	O ₂	M ₂	O ₃	C ₁	O ₄	M ₃	O ₅	M ₄	O ₆	K

По структуре межремонтного цикла, продолжительности межремонтных и межосмотровых периодов, датам монтажа и сдачи оборудования в эксплуатацию (или датам и виду последнего ремонта) дипломник может составить план-график планово-предупредительного ремонта оборудования по участку на год и на весь ремонтный цикл (табл. 25 и 26).

При разработке мероприятий по охране труда, технике безопасности и противопожарной защите дипломник должен решать эту задачу применительно к разрабатываемому участку механического цеха. Разработку данного раздела надо увязать с планировкой оборудования на участке и организацией рабочего места.

Если на механическом участке расположено много шлифовальных, заточных, строгальных и вертикально-фрезерных станков, то при проектировании следует:

1) разработать указания о порядке содержания проходов и проездов и установить их ширину в зависимости от принятых транспортных средств, занятых перевозкой заготовок и удалением стружки;

2) разработать технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности работы. Особое внимание должно быть обращено на технику безопасности при работе

с шлифовальными кругами (испытание, балансировка, крепление на шпинделе станка, ограждение круга и пр.);

3) разработать мероприятия по устранению факторов профессиональной вредности, например при наличии абразивной пыли, эмульсий и керосина, при визуальном контроле мелких элементов и пр.

При разработке мероприятий по противопожарной защите на участке необходимо указать характеристику огнестойкости здания цеха, его этажность, количество и характеристику пожарных выходов; описать и обосновать принятую систему пожарной сигнализации; описать систему водоснабжения для пожарных целей; определить количество противопожарных средств, описать их местонахождение в цехе и на участке; разработать мероприятия, обеспечивающие противопожарную блокировку электрооборудования на проектируемом участке; разработать маршрут эвакуации работающих при возникновении пожара.

3.6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части дипломного проекта проводятся технико-экономические расчеты размеров затрат на обработку заготовки, себестоимости готовой детали или изделия и дается окончательный анализ эффективности спроектированного технологического процесса и участка механического цеха.

Экономические обоснования могут носить самый разнообразный характер: обоснование частных решений по выбору исходных заготовок или варианта технологического процесса, оценка эффективности реорганизации участка механического цеха на базовом заводе и т. п.

Определение затрат на основные материалы производят по следующим исходным данным: марке материала, виду исходной заготовки (прокат, штамповка, литье и т. п.), массе заготовки и массе реализуемых отходов. Стоимость материалов и отходов принимается по прейскурантам, ценникам или по заводским данным. Стоимость (руб.) материала на одну деталь M_d определяют по формуле

$$M_d = m_3 a - m_{от} b, \quad (85)$$

где m_3 — масса исходной заготовки, кг; $m_{от}$ — масса реализуемых отходов, кг; a — стоимость одного килограмма материала, руб.; b — стоимость одного килограмма отходов, руб.

К цене материала, взятого из прейскуранта, необходимо прибавить расходы, связанные с доставкой материала на завод (стоимость транспортировки и разгрузки), равные примерно 10% цены.

При определении стоимости сварных деталей, например инструментов с режущей частью из быстрорежущей стали, массы заготовок и отходов из быстрорежущей $m_{з.б}$ и $m_{от.б}$ и конструкционной $m_{з.к}$ и $m_{от.к}$ сталей и их цены необходимо брать раздельно:

$$M_d = m_{з.б}a_b + m_{з.к}a_k - m_{от.б}b_b - m_{от.к}b_k. \quad (86)$$

Стоимость материала на весь годовой объем выпуска из N деталей равна

$$M_r = M_d N. \quad (87)$$

Оптовые цены на материалы и отходы приведены в Приложениях 20...23. После расчета стоимости основных материалов на годовой объем выпуска заполняют ведомость потребности и затрат на основные материалы (табл. 27).

Таблица 27. Форма ведомости потребности и затрат основных материалов

Наименование детали	Годовой объем выпуска, шт.	Заготовка		Норма расхода		Стоимость материалов с учетом транспортных расходов		Масса отходов		Стоимость реализованных отходов		Стоимость материалов за вычетом отходов	
		марка материала	вид заготовки	на 1 деталь, кг	на годовой объем выпуска, т	на 1 деталь, руб.	на объем выпуска, руб.	на 1 деталь, кг	на годовой объем выпуска, т	на 1 деталь, руб.	на годовой объем выпуска, руб.	на 1 деталь, руб.	на годовой объем выпуска, руб.
Итого...				—		—		—		—		—	

Фонд заработной платы производственных рабочих складывается из основной и дополнительной заработной платы. Для расчета основной заработной платы вначале следует определить расценки на все операции технологического процесса обработки изделия.

Расценки в рублях определяют для серийного производства по формуле

$$P_{оп} = C_{сд} t_{ш.к} / 60, \quad (88)$$

для массового производства — по формуле

$$P_{оп} = C_{сд} t_{шт} / 60, \quad (89)$$

где $C_{сд}$ — часовая тарифная ставка, соответствующая разряду выполняемой работы, руб.; $t_{ш.к}$, $t_{шт}$ — нормы времени на данную операцию, мин.

Часовые тарифные ставки в зависимости от профессии, разряда, формы, оплаты и условий труда выбирают из тарифной сетки (Приложение 24). Для рабочих, выполняющих несколько операций в пределах такта выпуска, расчет проводят только по одной из операций с наивысшей часовой тарифной ставкой.

Расценки на обработку заготовки (изделия) по всем операциям запроектированного технологического процесса сводятся в сводную ведомость (табл. 28).

Таблица 28. Пример заполнения сводной ведомости норм времени и расценок на операции технологического процесса

Наименование операции	Разряд работы	Тарифная ставка, коп.	Норма времени, мин	Расценка, коп.
Токарная	2-й	54,8	4,5	4,11
Фрезерная	3-й	60,6	15,0	15,15
Сверлильная	1-й	50,3	1,2	1,06
.
Итого за все операции...	—	—	127,4	92,53

Заработную плату по сдельным расценкам на изготовление N деталей годового объема выпуска определяют по формуле

$$Z_0 = \Sigma P_{\text{оп}} N, \quad (90)$$

где $\Sigma P_{\text{оп}}$ — сумма всех расценок на полную обработку одной детали по всем операциям, руб.

Если программа выпуска по заданию включает несколько различных деталей, то подсчитывают заработную плату на обработку каждой детали в отдельности и затем эти величины складывают.

При многостаночном обслуживании расценки на операцию определяются по формуле

$$P_{\text{оп.мс}} = C_{\text{сд}} t_{\text{шт}} K_{\text{мс}} / 60, \quad (91)$$

где $C_{\text{сд}}$ — часовая тарифная ставка, соответствующая наивысшему разряду выполняемой на данных станках работы, руб.; $t_{\text{шт}}$ — суммарная норма времени на данную операцию, выполняемую на данных станках, мин; $K_{\text{мс}}$ — коэффициент, учитывающий количество станков, обслуживаемых одним рабочим.

Фонд премии $З_{пр.ф}$ составляет 40% от фонда заработной платы:

$$З_{пр.ф} = 0,43_0. \quad (92)$$

Фонд доплат, выплачиваемых рабочим в связи с отступлениями от нормальных условий производства (несоответствие оборудования при обработке догружаемых изделий, марок материалов, инструмента и др.) принимается в размере 4% от фонда заработной платы производственных рабочих

$$З_{дп} = 0,043_0. \quad (93)$$

Фонд основной заработной платы производственных рабочих включает оплату по сдельным нормам и фонды доплат и премий:

$$З_{осн} = З_0 + З_{пр.ф} + З_{дп}. \quad (94)$$

Дополнительная заработная плата $З_{доп}$ включает оплату отпусков, выполнения государственных обязанностей, учебных отпусков, доплаты по прогрессивно-сдельной системе, доплаты за работу в ночное время, выплаты премий и принимается в определенной доле от основной сдельной заработной платы:

$$З_{доп} = З_0 K_d / 100\%, \quad (95)$$

где $З_0$ — заработная плата по сдельным нормам за год, руб.; $K_d = 10...15\%$ — принятый процент дополнительной заработной платы.

Общий фонд заработной платы основных рабочих равен

$$З_n = З_{осн} + З_{доп} + С_{ст}. \quad (96)$$

где $С_{ст}$ — начисления в фонд социального страхования. Размер этих начислений составляет 7,5% от суммы основной и дополнительной заработной платы:

$$С_{ст} = 0,075(З_0 + З_{доп}). \quad (97)$$

В массовом производстве основным рабочим, занятым на конвейерах и поточных линиях, за выполнение производственного плана участком, линией, конвейером предусматривается премия к тарифной ставке в размере до 25% при условии повременной оплаты. Эта сумма включается как доплата к основному фонду.

Годовой размер премий из фонда материального стимулирования $\Phi_{пр.м.с}$ условно принимается равным 10-дневному среднему заработку и равен при 253 рабочих днях в году

$$\Phi_{пр.м.с} = \frac{103_n}{253}. \quad (98)$$

Среднемесячная заработная плата производственных рабочих

$$O_{\text{ст.м}} = \frac{Z_{\text{п}} + \Phi_{\text{пр.м.с}}}{12P_{\text{ст}}}, \quad (99)$$

где $P_{\text{ст}}$ — количество производственных рабочих, определяемых по формулам (67) и (70).

При бригадной форме организации труда заработная плата основных рабочих в настоящее время рассчитывается различными методами [66].

Фонд заработной платы вспомогательных рабочих, ИТР, СКП и МОП определяется на основе тарифных ставок, должностных окладов и принятого количества работающих (см., например, табл. 21).

Обслуживание отдельного участка механического цеха производится общецеховым персоналом. В этом случае годовая заработная плата в рублях вспомогательных рабочих, ИТР, СКП и МОП определяется по формуле

$$Z_{\text{в}} = 12P_{\text{в}}O_{\text{в}}, \quad (100)$$

где $P_{\text{в}}$ — расчетное количество персонала; $O_{\text{в}}$ — средняя месячная заработная плата данной категории работников. Можно принять среднюю месячную зарплату вспомогательных рабочих $O_{\text{в}} = 85 \dots 90$ руб.; для инженерно-технических работников $O_{\text{в}} = 140$ руб.; для служащих $O_{\text{в}} = 90$ руб.; для младшего обслуживающего персонала $O_{\text{в}} = 70$ руб.

Премия из фонда материального стимулирования $\Phi_{\text{пр.м.с}}$ складывается из премии по положению, которая рассчитывается в долях годового фонда заработной платы и составляет для вспомогательных рабочих 12%, для ИТР — 30%, для СКП — 15% и для МОП — 10%; премии по итогам работы за год, равной 10-дневному заработку работников по категориям.

Общий месячный фонд заработной платы вспомогательных рабочих в рублях

$$Z_{\text{в}} = O_{\text{в}} + \Phi_{\text{пр.м.с}} + 0,12O_{\text{в}} + C_{\text{ст.}} \quad (101)$$

Расчет месячного и годового фондов заработной платы остальных категорий работающих выполняется аналогичным методом и результаты заносятся в соответствующие формы.

Расчет отдельных статей цеховых расходов сводится к определению затрат на приведенный (с догрузкой) годовой объем выпуска.

Затраты на силовую электроэнергию вычисляют по формуле

$$C_{\text{э}} = C_{\text{н}}W_{\text{э}}, \quad (102)$$

где $\Pi_{\text{э}} = 0,02$ руб. — стоимость 1 кВт·ч электроэнергии; $W_{\text{э}}$ — годовой расход электроэнергии, кВт·ч:

$$W_{\text{э}} = \frac{N_{\text{уст}} F_{\text{д}} K_3 \eta_0}{K_{\text{с}} \eta_{\text{д}}}, \quad (103)$$

где $N_{\text{уст}}$ — установленная мощность всех станков на участке, кВт; $F_{\text{д}}$ — эффективный годовой фонд производственного времени оборудования, ч; K_3 — средний коэффициент загрузки оборудования; $\eta_0 = 0,7 \dots 0,75$ — коэффициент одновременной работы оборудования; $K_{\text{с}} = 0,95$ — коэффициент потерь в электрической сети; $\eta_{\text{д}} = 0,85 \dots 0,9$ — кпд электродвигателей.

Так же рассчитывают стоимость энергии для *транспортного оборудования* (транспортеров, конвейеров, кранов и пр.).

Затраты на сжатый воздух вычисляют по формуле

$$C_{\text{сж}} = \Pi_{\text{сж}} Q_{\text{сж}} \quad (104)$$

где $\Pi_{\text{сж}} = 0,002$ руб. — стоимость 1 м³ сжатого воздуха; $Q_{\text{сж}}$ — годовой расход сжатого воздуха, м³:

$$Q_{\text{сж}} = F_{\text{д}} K_3 (C_{\text{пн}} q + C_{\text{об}} q'), \quad (105)$$

где $F_{\text{д}}$ и K_3 — те же величины, что и в формуле (103); $C_{\text{пн}}$ — количество станков с пневматическими зажимами; $C_{\text{об}}$ — количество станков с применением обдувки; $q = 0,1$ м³/ч — расход сжатого воздуха на один станок с пневматическим зажимом; $q' = 1$ м³/ч — расход сжатого воздуха на один станок с обдувкой.

Затраты на воду для производственных нужд вычисляют по формуле

$$C_{\text{в}} = \Pi_{\text{в}} Q_{\text{в}} K_3 z, \quad (106)$$

где $\Pi_{\text{в}} = 0,04$ руб. — стоимость 1 м³ водопроводной воды; $Q_{\text{в}} = 25$ м³ — годовой расход воды на один станок; z — число смен работы оборудования; K_3 — коэффициент загрузки оборудования; тот же, что и в формуле (103).

Амортизация оборудования, транспортных средств и дорогостоящей оснастки принимается в долях стоимости основных фондов: для производственных зданий (из расчета по 35 руб. за 1 м³ объема зданий) норма составляет 3,2%; для металлорежущих станков, работающих неабразивным инструментом, норма равна 12,2%; для станков, работающих абразивным инструментом, — 12,0%; для агрегатных и специальных станков — 13,4%; для автоматических линий — 12,2%; для сварочного оборудования — 31,2%; для приборов — 20%; для гидравлического и электрического инструмента — 48,0%; для про-

чего инструмента — 15,0%. Общая сумма амортизационных отчислений указывается в смете цеховых расходов.

Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования принимаются в размере 7% от их первоначальной стоимости; транспортных средств соответственно — 3%; оснастки — 35%.

Затраты на износ малоценного инструмента и инвентаря составляют 850 руб. в год на один станок.

Затраты на вспомогательные материалы могут быть определены двумя методами:

а) по нормам годового расхода на один станок: обтирочного материала 30 кг, керосина 10 л, машинного масла 100 кг, солидола 120 кг, эмульсии 130 кг, вазелина технического 5 кг, мела 1,5 кг (дополнительно на каждый резбонарезной, резбофрезерный, зуборезный, протяжной станок и токарный автомат: сульфозфрезола 200 кг; на каждый шлифовальный станок: веретенного масла 100 кг, кальцинированной соды 100 кг). На каждого рабочего в год расходуется: мыла 7 кг (дополнительно на каждого слесаря обтирочного материала 20 кг). Цены на вспомогательные материалы берутся по прейскурантам или по бухгалтерским данным базового завода;

б) ориентировочно по укрупненному нормативу в размере 80 руб. в год на один станок или 5% от фонда основной заработной платы производственных рабочих.

Затраты на основную и дополнительную заработную плату вспомогательных рабочих, ИТР, СКП и МОП с отчислением на социальное страхование вычисляются, как изложено выше.

Затраты на охрану труда и обеспечение техники безопасности составляют примерно 30 руб. в год на одного рабочего, или 2% от фонда основной заработной платы производственных рабочих.

Затраты на премирование рационализаторов и изобретателей принимают примерно по 20 руб. в год на одного работающего.

Расходы на отопление и освещение производственных помещений, воду для санитарно-технических и хозяйственных нужд, канцелярские расходы и другие расходы по обслуживанию участка цеховым персоналом составляют 5...15% от суммы затрат по всем статьям.

Получив общую сумму цеховых расходов, определяют отношение в процентах цеховых расходов к зарплате основных рабочих:

$$K_{\text{пр}} = (Z_{\text{ц}}/Z_{\text{н}}) \cdot 100, \quad (107)$$

где $Z_{\text{ц}}$ — сумма цеховых расходов, руб.; $Z_{\text{н}}$ — общий фонд заработной платы основных рабочих, руб.

Рассчитанные дипломником по указанной выше методике отдельные статьи цеховых расходов сводят в ведомость табл. 29.

Таблица 29. Оформление сметы цеховых расходов

Наименование статьи расходов	Сумма, руб.
<p>Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования</p> <p>Затраты на силовую электроэнергию</p> <p>Затраты на сжатый воздух</p> <p>Затраты на воду для производственных нужд</p> <p>Амортизация оборудования, транспортных средств и дорогостоящей оснастки</p> <p>Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования</p> <p>Затраты на износ и содержание малоценного инструмента и инвентаря</p> <p>Затраты на вспомогательные материалы</p> <p>Общехозяйственные расходы</p> <p>Основная и дополнительная зарплата вспомогательных рабочих, ИТР, СКП и МОП</p> <p>Затраты по охране труда и технике безопасности</p> <p>Затраты на рационализацию и изобретательство</p> <p>Прочие расходы</p>	
<p>Всего по смете...</p> <p>Общий фонд заработной платы основных рабочих $Z_{п} =$</p> <p>Отношение в процентах цеховых расходов к основному фонду заработной платы основных рабочих $K_{ц.р} =$</p>	

Калькуляция единицы продукции (изделия). Под калькуляцией понимают определение себестоимости единицы продукции. Дипломник должен определить цеховую себестоимость детали (изделия), которая складывается из прямых затрат — стоимости материала (за вычетом реализуемых отходов) и заработной платы основных рабочих — и цеховых (косвенных) расходов, приходящихся на одну деталь (табл. 30).

Если оборудование проектируемого участка догружается обработкой других заготовок, при определении себестоимости детали необходимо учесть, что итоговые данные сметы цеховых расходов относят ко всему объему работ участка с уче-

Таблица 30. Оформление калькуляции цеховой себестоимости детали

Статьи калькуляции	По проекту		На заводе	
	сумма	% к итогу	сумма	% к итогу
Прямые затраты				
Основные материалы за вычетом реализуемых отходов, руб.				
Общий фонд заработной платы основных рабочих, руб.				
Начисления в фонд социального страхования основных рабочих, руб.				
Итого...				
Косвенные затраты				
Цеховые расходы, руб.				
Цеховая себестоимость				
Прибыль:				
а) абсолютная, руб.				
б) в отношении к цеховой себестоимости, %				
Планово-учетная цена, руб.				

том догрузки. Поэтому в смете также указывают, какая доля цеховых расходов приходится на основную деталь, заданную для проектирования. Эта величина пропорциональна коэффициенту загрузки оборудования основной деталью к общему коэффициенту загрузки оборудования на участке и может быть определена по формуле

$$P_{o.d} = \frac{K_{з.о.д}}{K_{з.уч}} Z_{ц} \quad (108)$$

где $P_{o.d}$ — цеховые расходы на основную деталь, руб.; $K_{з.о.д}$ — коэффициент загрузки оборудования обработкой основной детали; $K_{з.уч}$ — общий коэффициент загрузки оборудования; $Z_{ц}$ — сумма цеховых расходов по смете, руб.

Доля цеховых расходов представляет собой отношение суммы годовых цеховых расходов на изготовление основных деталей $P_{o.d}$ к годовой сумме заработной платы основных производственных рабочих, занятых обработкой заготовок для этих деталей.

По заданию руководителя проекта дипломник может определить себестоимость реализуемой продукции в планово-учетных ценах и рентабельность производства. Для этого определяется размер плановой прибыли, расходуемой на оплату основных производственных фондов (в размере 6% от стоимости основных фондов) и на образование фонда материального поощрения (ФМП).

Фонд материального поощрения образуется из плановой прибыли и фонда заработной платы. Результаты расчета записываются в табл. 31, после чего выполняют расчеты стоимо-

Таблица 31. Оформление расчета планового фонда материального поощрения

Вид премии	Расчет размера премии	Сумма, руб.
Премии из прибыли		
Премии ИТР	30% от годового фонда заработной платы	
Премии СКП	15% от годового фонда заработной платы	
Премии МОП	10% от годового фонда заработной платы	
Премии основным рабочим	6% от общего фонда заработной платы	
Премии вспомогательным рабочим	6% от общего фонда заработной платы	
Итого ФМП из прибыли...		
Премии из фонда заработной платы		
Премии основным рабочим		
Премии вспомогательным рабочим		
Общий фонд материального поощрения		

сти реализуемой продукции и рентабельности производства (табл. 32).

Технико-экономические показатели участка. Для сравнения уровня производства в однородных цехах или на участках, а также для проверки экономической целесообразности разра-

ботанного проекта необходимо иметь комплекс итоговых данных, характеризующих экономическую сторону работы спроектированного дипломником участка (табл. 33).

Расчетную себестоимость единицы изготавливаемой детали на проектируемом участке необходимо сравнить с заводской

Таблица 32. Оформление расчета рентабельности

Показатели	Расчет
Цеховая себестоимость реализуемой продукции за год Прибыль: на оплату основных производственных фондов на ФМП	6% от стоимости фондов см. табл. 31
Итого стоимость продукции в планово-учетных ценах Стоимость основных фондов: оборудования здания	см. табл. на с. 107 по 35 руб. на каждый кубический метр помещения
Итого Уровень планируемой рентабельности продукции Уровень планируемой рентабельности производства в целом	Отношение цеховой себестоимости к прибыли в процентах Отношение цеховой себестоимости к стоимости основных фондов в процентах

Таблица 33. Комплекс технико-экономических показателей

Наименование	Единица	Числовые значения	
		проект	завод
Годовой объем выпуска заданного изделия	шт.		
То же	руб.		
Годовой объем выпуска с учетом догрузки	шт.		
То же	руб.		
Общее количество работающих	чел.		

Наименование	Единица	Числовые значения	
		проект	завод
В том числе:			
основных рабочих	чел.		
вспомогательных рабочих	чел.		
ИТР	чел.		
СКП	чел.		
МОП	чел.		
Средний тарифный разряд основных рабочих	—		
Выработка на одного работающего	шт.		
То же	руб.		
Выработка на одного рабочего	шт.		
То же	руб.		
Фонд заработной платы по участку	руб.		
Среднегодовая заработная плата одного работающего	руб.		
Среднегодовая заработная плата одного рабочего	руб.		
Количество оборудования	шт.		
Общая стоимость оборудования	руб.		
Суммарная мощность оборудования	кВт		
Средняя единичная мощность оборудования	кВт		
Средняя загрузка оборудования	%		
Средний коэффициент использования оборудования по основному времени	—		
Средний коэффициент использования оборудования по мощности	—		
Производственная площадь участка	м ²		
Производственная площадь на единицу оборудования	м ²		
Себестоимость единицы изготавливаемого изделия	руб.		
Цеховые расходы	%		
Прибыль	руб.		
Уровень рентабельности производства	%		
в целом			
Фонд материального поощрения	руб.		

Примечание. В зависимости от темы дипломного проекта наименования и единицы показателей могут меняться.

себестоимостью аналогичной детали, изготавливаемой на базовом заводе. Результаты сравнения занести в соответствующие графы табл. 33.

3.7. РЕЗУЛЬТИРУЮЩАЯ ЧАСТЬ

Оценка технико-экономической эффективности спроектированного участка. Дипломник должен провести технико-экономический анализ эффективности разработанных мероприятий в сравнении с существующими на базовом заводе по следующим показателям: применению прогрессивных методов обработки; применению высокопроизводительного оборудования, инструмента, приспособлений; сокращению затрат времени на обработку и количества основных рабочих; экономии материала и применению прогрессивных методов получения исходных заготовок.

Важнейшей частью расчетов экономической эффективности является определение себестоимости продукции. Расчет себестоимости по сравниваемым вариантам (проект и заводские данные) ведется по изменяющимся статьям затрат или на единицу продукции или на годовой объем выпуска. При этом для сопоставимости показателей объемы годового выпуска изделий должны быть приняты одинаковыми.

Расчет экономической эффективности от внедрения предлагаемых в дипломном проекте мероприятий рассмотрим на примере производства сверл диаметром 3...6 мм: вместо фрезерования предложена продольно-винтовая прокатка. Расчет произведен для годовой программы выпуска 55,3 тыс. шт. В качестве типового представителя взято сверло диаметром 5 мм.

Расчет производится по операции «Образование винтовой канавки сверл». Затраты на остальные операции в технологическом процессе приняты неизменными.

Годовой экономический эффект в рублях определяется по формуле

$$\mathcal{E} = [(C_3 + EK_3) - (C_n + EK_n)] A_n \quad (109)$$

где C_3 и C_n — соответственно себестоимости единицы продукции по заводским данным и по проекту, руб.; E — нормативный коэффициент экономической эффективности, т. е. величина, обратная нормативному сроку окупаемости (для инструментальной промышленности $E = 0,2$); K_3 и K_n — удельные капитальные затраты по заводским данным и по проекту, руб.; A_n — объем производства сверл, шт.

Подставляя значения $C_3 = 103,3$; $K_3 = 40,5$; $C_n = 40,2$; $K_n = 3,88$ и $A_n = 55\,300$ в формулу (109), определяем годовую экономическую эффективность от внедрения на операции «Образование винтовой канавки сверл» метода продольно-винтовой прокатки:

$$\mathcal{E} = [(103,3 + 0,2 \cdot 40,5) - (40,2 + 0,2 \cdot 3,88)] \cdot 55\,300 = 3\,894\,226 \text{ руб.}$$

Результаты расчета себестоимости сверл сводят в таблицу, подобную табл. 34.

Таблица 34. Пример расчета себестоимости годового объема производства сверл при изменении технологического процесса

Наименование статей затрат	Технологический процесс		Результаты: уменьшение (—), превышение (+)
	фрезерование	продольно-винтовая прокатка	
Материалы	2 288 400	1 579 100	— 709 300
Зарплата основных рабочих	2 770 530	530 327	— 2 240 203
Дополнительная зарплата и отчисления на социальное страхование	422 200	80 817	— 341 383
Износ инструмента и оснастки	26 485	5180	— 21 305
Электроэнергия и технологическое топливо	2796	6766	+ 3970
Текущий ремонт оборудования	17 954	1375	— 16 579
Амортизация основных средств	188 328	18 000	— 170 328
Содержание оборудования	5950	457	— 5493
Итоговая себестоимость по изменяющимся статьям затрат	5 722 643	2 222 022	— 3 500 621
Себестоимость 1000 сверл по изменяющимся статьям*	103,3	40,2	— 63,1
Капитальные затраты (стоимость оборудования)	2 242 000	2 144 000	— 98 000
Удельные капитальные затраты на 1000 сверл**	40,5	3,88	— 36,84

* Находят путем деления себестоимости по изменяющимся статьям затрат на годовой объем выпуска.

** Находят путем деления капитальных затрат (стоимости оборудования) на годовой объем выпуска.

Расчеты по отдельным статьям затрат берутся для предлагаемого варианта технологического процесса из соответствующих разделов экономической части проекта, а для действующего варианта — по заводским данным.

В заключение дипломник кратко указывает, что нового внесено в проект и какие мероприятия по изменению технологического процесса, применению высокопроизводительного оборудования, приспособлений и инструментов реально могут быть применены на заводе или в промышленности.

В перечне использованной литературы дипломник приводит список литературы, использованной при разработке дипломного проекта — учебники и учебные пособия, стандарты, ведомственные нормалы, журналы и другие периодические издания. Для всех литературных источников в соответствии с ГОСТ 7.1 — 76* указываются: фамилия и инициалы автора, заглавие,

выходные данные — место издания, название издательства, год издания (ГОСТы и нормы кроме номера должны иметь название).

4. ЗАЩИТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

4.1. ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Учебным планом на выполнение дипломного проекта (включая рецензирование и защиту) предусматривается восемь недель. Дипломник должен распределить всю работу на 50...55 календарных дней, т. е. ежедневно выполнять примерно 2% объема работы.

Работа над дипломным проектом включает много взаимосвязанных этапов, выполняемых в определенной логической последовательности. Для облегчения планирования и распределения бюджета времени на выполнение разнообразных работ — расчетов, графики, оформления записки, работа с технической и справочной литературой — дипломнику можно рекомендовать использовать модель сетевого графика (рис. 22 и табл. 35).

Таблица 35. Перечень этапов работы и событий по выполнению дипломного проекта

Этап работы	Событие	Обозначение этапа работы (рис. 22)	Объем работы, %
Получение задания на дипломное проектирование	Задание получено	A — 1	—
Описание конструкции заданного изделия (детали)	Описание и чертеж выполнены начерно	1 — 2	1
Выбор типа производства и предварительного варианта технологического процесса	Тип производства и вариант технологического процесса выбраны	1 — 3	4
Согласование с руководителем проекта этапа 1—3	Согласовано	3 — 4	—
Выбор заготовки и метода ее получения; расчет промежуточных припусков и размеров	Расчеты выполнены	4 — 5	7

Этап работы	Событие	Обозначение этапа работы (рис. 22)	Объем работы, %
Разработка технологического процесса с операционными эскизами, выбор оборудования и технологической оснастки	Технологический процесс составлен, оборудование и оснастка выбраны	4-6	7
Согласование с руководителем проекта этапов 1-2, 4-5 и 4-6	Согласовано	2-7, 5-7, 6-7	—
Определение режимов резания и норм времени на все операции технологического процесса	Расчеты выполнены	7-8	8
Согласование с руководителем проекта этапа 7-8	Согласовано	8-9	—
Окончательное оформление технологического процесса на технологических картах и листах	Технологический процесс оформлен	9-10	5
Окончательное оформление вводной части пояснительной записки: введение, описание детали, технические условия, анализ технологичности	Часть записки написана окончательно	7-11	3
Окончательное оформление технологической части пояснительной записки: описание технологического процесса, расчет режимов резания	Часть записки написана окончательно	9-11	4
Разработка эскизов технологических наладок	Эскизы разработаны	9-12	2
Вычерчивание детали начисто	Чертеж выполнен	7-13	1
Вычерчивание заготовки начисто	То же	7-14	1
Предъявление руководителю проекта выполненных работ (этапы 7-11, 7-13, 7-14, 9-10, 9-11 и 9-12)	Работы приняты	10-15, 11-15, 12-15, 13-15, 14-15, 15-16	—
Расчет потребного количества оборудования	Расчет выполнен	15-16	3

Этап работы	Событие	Обозначение этапа работы (рис. 22)	Объем работы, %
Выполнение графиков использования оборудования	Графики выполнены	16-17	1
Расчет количества работающих и определение штата	Расчет выполнен	16-18	3
Расчеты и описание организационных мероприятий на участке	Расчеты и описания выполнены	16-19	5
Вычерчивание планировки участка начерно	Чертеж выполнен начерно	17-20	3
Предъявление руководителю проекта выполненных работ (этапы 15-16, 16-17, 16-18, 16-19, и 17-20)	Работы приняты	18-21, 19-21, 20-21	-
Окончательное оформление организационной части пояснительной записки: планировка оборудования, организация рабочих мест, мероприятия НОТ, заполнение форм ведомостей	Часть записки написана окончательно	21-22	3
Вычерчивание плана участка начисто	Чертеж выполнен	21-23	2
Предъявление руководителю проекта выполненных работ (этапы 21-22 и 21-23)	Работы приняты	22-24, 23-24	-
Определение потребности и стоимости основных материалов	Расчет выполнен	24-25	1
Определение заработной платы работающих на участке	То же	24-26	3
Определение цеховых расходов по элементам	Расчет выполнен	24-27	4
Калькуляция себестоимости детали	То же	27-28	3
Расчет технико-экономических показателей участка	»	28-29	3
Предъявление руководителю проекта выполненных работ (этапы 24-25, 24-26, 24-27 и 24-28)	Работы приняты	25-30, 26-30, 29-30	-

Этап работы	Событие	Обозначение этапа работы (рис. 22)	Объем работы, %
Окончательное оформление экономического и результирующего разделов пояснительной записки, заполнение форм ведомостей	Часть записки написана окончательно	30-31	3
Предъявление руководителю проекта выполненной работы (этап 30-31)	Работа принята	31-32	-
Конструирование и расчет приспособления	Работа выполнена начерно	15-33	3
Конструирование и расчет режущего инструмента	То же	15-34	3
Конструирование и расчет измерительного инструмента	»	15-35	3
Предъявление руководителю эскизных проектов и расчетов по этапам 15-33, 15-34 и 15-35	Работы приняты для окончательного оформления	33-36, 34-36, 35-36	-
Вычерчивание приспособления, режущего и измерительного инструмента на чистом	Чертежи выполнены	36-37	5
Окончательное оформление части пояснительной записки: расчеты и описания спроектированной технологической оснастки	Часть записки написана окончательно	36-38	3
Предъявление руководителю проекта выполненных работ (этапы 36-37 и 36-38)	Работы приняты	37-39, 38-39	-
Окончательное оформление чертежей и пояснительной записки	Чертежи и пояснительная записка оформлены окончательно	32-40, 39-40	2
Сдача дипломного проекта руководителю и получение отзыва	Отзыв получен	40-41	-
Сдача дипломного проекта на рецензирование	Рецензия получена	41-42	-
Подготовка доклада по защите дипломного проекта	Тезисы доклада готовы	40-42	1
Защита дипломного проекта в ГСК	Проект защищен	42-Б	-

Обычно у дипломников остается мало времени на выполнение экономической части проекта и качественное оформление пояснительной записки, так как основное время в начале работы над проектом они уделяют графической части. Поэтому в сетевом графике предусматривается выполнение ряда чертежей после разработки экономической части, что способствует улучшению работы дипломников над организационным и экономическим разделами.

Сетевой график предусматривает работы по окончательному оформлению отдельных частей пояснительной записки после окончания работы над данным разделом проекта, что позволяет к концу работы над проектом лишь скомпоновать и сброшюровать записку.

События 7, 15, 24, 30 и 39 могут быть использованы для контроля за ходом выполнения дипломного проекта. Например, на работы между событиями 1 и 7 затрачивается 17% времени выполнения проекта, соответственно между событиями 7 и 15 — 26%, между 15 и 24 — 20%, между 15 и 39 — 17% и т. д.

Эти события могут быть использованы для проведения нормоконтроля дипломного проекта, т. е. контроля за соблюдением дипломником требований стандартов Единой системы допусков и посадок (ЕСДП), Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД), Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП), Международной системы единиц СИ, общепринятых обозначений физических величин, допускаемых сокращений слов и т. п.

4.2. ПОДГОТОВКА К ЗАЩИТЕ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Законченный проект сдается для просмотра его заместителем директора техникума по учебной работе, заведующим отделением по специальности или председателем предметной комиссии специальных дисциплин, после чего проект направляется на рецензирование и защиту перед Государственной квалификационной комиссией (ГКК).

Рецензент просматривает чертежи и пояснительную записку дипломного проекта, отмечает недостатки, в присутствии дипломника (в назначенное для встречи время) разбирает все замечания и при необходимости требует от него пояснений. По результатам просмотра и беседы рецензент дает письменный объективный анализ содержания и качества дипломного проекта — рецензию.

Рецензия должна обязательно включать: оценку степени ответственности выполненного дипломного проекта дипломному заданию (с учетом индивидуальных заданий, предусмотренных руководителем проекта при разработке отдельных разделов проекта); характеристику выполнения каждого раздела проекта, степени использования дипломником последних достижений

науки, техники и передовых методов работы; оценку качества выполнения графической части проекта и содержания пояснительной записки и соответствия их требованиям ЕСКД, ЕСТД, ЕСТП, Международной системе единиц физических величин; перечень достоинств дипломного проекта и его основных недостатков; отзыв о проекте в целом и его оценку (по пятибалльной системе).

Дипломник должен быть ознакомлен с содержанием рецензии не позднее, чем за день до защиты проекта. Внесение исправлений и дополнений в дипломный проект после получения рецензии не допускается (все объяснения по замечаниям рецензента даются устно на заседании ГKK при защите проекта).

4.3. ПРОВЕДЕНИЕ ЗАЩИТЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Защита дипломных проектов начинается в сроки, предусмотренные учебными планами для данной специальности. На каждом заседании ГKK проводится не более 10 защит. Желательно, чтобы в течение одного заседания ГKK происходила защита трех или четырех проектов, рецензируемых одним специалистом. Это даст возможность привлечения рецензентов к работе ГKK. Комплексные дипломные проекты, выполняемые несколькими дипломниками, защищаются всеми ее участниками обязательно в течение одного заседания ГKK. Защиту проектов, выполненных по заданию базового завода, целесообразно проводить непосредственно на предприятии с участием инженерно-технических работников и передовых рабочих этого завода.

На защите Государственной квалификационной комиссии представляются: выполненные проекты с письменными отзывами руководителя и рецензиями; зачетная книжка и личная карточка учащегося с оценками успеваемости по всем предметам учебного плана, а также всем видам практики.

На доклад дипломнику отводится 20...25 мин; в течение отведенного времени он должен кратко осветить содержание выполненной им работы с обоснованием принятых решений. В докладе дипломнику не следует перечислять все операции технологического процесса, а надо остановиться лишь на более прогрессивных и важных, представляющих интерес для производства или отличающих предложенный вариант от существующего на базовом заводе: выбор исходной заготовки, оборудования, инструмента, приспособлений, режимов резания, формы научной организации труда, организации рабочего места и плана участка, а также экономической эффективности от

их внедрения. В процессе доклада дипломник может пользоваться заранее написанным планом доклада и краткими тезисами.

После доклада и оглашения отзыва руководителя проекта и рецензии дипломник отвечает на замечания рецензента. Затем члены ГKK, а также присутствующие на защите преподаватели и представители базового завода и других организаций предлагают дипломнику вопросы, относящиеся к теме данного проекта и имеющие достаточно важное значение. Общая продолжительность защиты, как правило, составляет 45 мин. Решение об оценке принимается на закрытом заседании ГKK простым большинством голосов (в случае равного разделения голосов членов ГKK решающим является голос председателя).

При оценке защиты дипломного проекта учитываются: качество выполненного проекта; степень самостоятельности работы дипломника и проявленная им инициатива; оформление проекта, качество расчетно-графических работ, связность изложения и грамотность пояснительной записки и чертежей; содержание доклада и ответов на вопросы, умение излагать мысли, владение научно-технической терминологией по специальности; теоретическая и практическая подготовка по всем предметам, предусмотренным учебным планом; отзывы рецензента и руководителя проекта.

После закрытого совещания вновь открывается публичное заседание, на котором председатель ГKK оглашает результаты защиты, объявляет о присвоении квалификации и степени диплома.

Учащиеся, выполнившие учебный план по всем предметам (в том числе и по всем видам практики) с отметками «5» (не менее чем по 75% предметов) и «4», а также защитившие дипломные проекты с отметкой «5», получают диплом с отличием.

Учащиеся, получившие при защите неудовлетворительную оценку или не выполнившие дипломного проекта в срок, получают вместо диплома справку об окончании теоретического курса и прохождении соответствующей практики без присуждения квалификации техника. Эта справка в течение двух лет может быть обменена на диплом после успешной повторной защиты дипломного проекта в том же или другом техникуме, осуществляющем подготовку по этой же специальности.

В этом случае ГKK выносит решение, можно ли допустить дипломника к повторной защите в следующем учебном году того же проекта или ему должно быть дано новое задание на дипломное проектирование и назначен другой руководитель дипломного проекта.

4.4. ОШИБКИ И НЕДОСТАТКИ В ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ

В процессе работы над дипломным проектом дипломник может допустить ошибки, некоторые из которых ведут к переделке или повторному выполнению целых разделов проекта. Перечень наиболее распространенных ошибок и недостатков приводится ниже.

Пояснительная записка выполняется без соблюдения требований ГОСТ 2.105 — 79* «Общие требования к текстовым документам» и ГОСТ 2.106 — 68* «Текстовые документы».

Расчеты режимов резания и потребной мощности, прочностные расчеты деталей приспособлений и машин и другие выполняются без указаний единиц.

В чертежах, особенно заимствованных с заводов и из технической литературы прежних лет издания, не соблюдены стандарты ЕСКД и ЕСДП.

Технологические процессы содержат неправильное чередование технологических операций и применение лишних операций; в них недостаточно использованы современные высокопроизводительные методы обработки и оборудование (поточные и автоматические линии, агрегатные и многоинструментные станки, револьверные головки и т. п.), многоместные приспособления с применением пневматических, гидравлических и других быстродействующих зажимных устройств; неправильно выбраны технологические базы для механической обработки и отсутствует их условное изображение на эскизах обработки; нерационально и необоснованно выбраны оборудование (недостаточное использование мощности станка, кинематических возможностей, несоответствие технических параметров станка габаритным размерам заготовки).

Не соблюдены стандарты ЕСТПП и ЕСТД, технологические процессы описаны на нестандартных операционных картах.

Операции термических, электрофизических и химических процессов не содержат сведений о режимах обработки, применении оборудования и достигаемых структурных и качественных изменениях в металле заготовки.

Отсутствуют анализ и критические замечания по заводскому (действующему) варианту технологического процесса и нет указаний на причины, побудившие дипломника применить новый вариант технологического процесса.

Для проектируемого специального измерительного инструмента нет соответствующих расчетов, схем расположения полей допусков, исполнительных размеров, маркировки и др.

При проектировании приспособлений не соблюдается пра-

вило шести опорных точек (ГОСТ 21495 – 76*), а также недостаточно используются нормализованные детали, сборочные единицы и конструкции.

Отсутствуют проверочные расчеты инструментов и основных деталей приспособлений, а также недостаточно обоснован выбор материалов для их изготовления.

На чертежах деталей, изделий, инструментов и приспособлений отсутствуют или имеются в недостаточном количестве необходимые виды, разрезы, сечения, основные габаритные, справочные и посадочные размеры, которые должны выполняться в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и ЕСПД.

При назначении скорости резания по нормативным таблицам не учитываются поправочные коэффициенты на измененные условия резания, что ведет к ошибкам при определении норм выработки, потребного количества оборудования и производственных рабочих, площадей проектируемого участка и многих других показателей.

При планировке оборудования на участке не учитываются действующие нормы определения расстояний между станками, элементами зданий и рядами станков (проездов); допускаются встречные потоки движения заготовок на участке.

Многостаночное обслуживание применяется без необходимых расчетов времени и построения соответствующих циклограмм.

В организационной части проекта вместо конкретных предложений по организации на участке инструментального хозяйства, транспортных средств, научной организации труда, мероприятий по охране труда и технике безопасности дипломники формально переписывают из учебной и технической литературы общие правила и положения по этим вопросам.

Отсутствуют соответствующие данные и сравнения себестоимости детали и других технико-экономических показателей, полученных в дипломном проекте, с показателями базового завода.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Бланк задания на дипломный проект

(Наименование министерства, ведомства)

(Наименование техникума)

Дата выдачи задания	Утверждаю
« » _____ 198 г.	Заместитель директора
Срок сдачи проекта	техникума по учебной работе
« » _____ 198 г.	« » _____ 198 г.

Дипломное задание

Дипломнику тов. _____
(фамилия, имя, отчество)

Группа (шифр) _____ Отделение _____

Специальность _____

Тема проекта: Проект участка (пролета) цеха для изготовления (сборки) _____

Исходные данные к проекту:

1. Годовой объем выпуска заданных деталей _____
2. Технологический представитель _____
3. Режим работы участка (пролета) _____
4. Прочие данные _____

Руководитель проекта _____
(фамилия, и., о.)

Консультант по организационно-экономической части _____
(фамилия, и., о.)

Задание принял к исполнению _____
(подпись дипломника)

« » _____ 198 г.

Приложение 2. Титульный лист к пояснительной записке дипломного проекта

(наименование министерства, ведомства)

(наименование техникума)

Специальность _____
(наименование и номер специальности)

Пояснительная записка к дипломному проекту

Тема проекта _____

Дипломник _____
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель проекта _____
(фамилия, и., о.)

Консультант по организационно-экономической части _____

(фамилия, и., о.)

Приложение 3. Параметры шероховатости поверхности и соответствующие им классы чистоты

Классы чистоты поверхности	Параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73*		Обозначение параметров шероховатости по ГОСТ 2.309-73*	
	R_a , мкм	R_z , мкм	R_a	R_z
1	От 80 до 50	От 320 до 200	$80 \sqrt{\text{A}}$ / $63 \sqrt{\text{A}}$ / $50 \sqrt{\text{A}}$	$R_z 120 \sqrt{\text{A}}$ / $R_z 250 \sqrt{\text{A}}$ / $R_z 200 \sqrt{\text{A}}$
2	» 40 » 25	» 160 » 100	$40 \sqrt{\text{A}}$ / $32 \sqrt{\text{A}}$ / $25 \sqrt{\text{A}}$	$R_z 160 \sqrt{\text{A}}$ / $R_z 125 \sqrt{\text{A}}$ / $R_z 100 \sqrt{\text{A}}$
3	» 20 » 12,5	» 80 » 50	$20 \sqrt{\text{A}}$ / $16 \sqrt{\text{A}}$ / $12,5 \sqrt{\text{A}}$	$R_z 80 \sqrt{\text{A}}$ / $R_z 63 \sqrt{\text{A}}$ / $R_z 50 \sqrt{\text{A}}$
4	» 10 » 6,3	» 40 » 25	$10 \sqrt{\text{A}}$ / $8 \sqrt{\text{A}}$ / $6,3 \sqrt{\text{A}}$	$R_z 40 \sqrt{\text{A}}$ / $R_z 32 \sqrt{\text{A}}$ / $R_z 25 \sqrt{\text{A}}$
5	» 5 » 3,2	» 20 » 12,5	$5 \sqrt{\text{A}}$ / $4 \sqrt{\text{A}}$ / $3,2 \sqrt{\text{A}}$	$R_z 20 \sqrt{\text{A}}$ / $R_z 16 \sqrt{\text{A}}$ / $R_z 12,5 \sqrt{\text{A}}$
6	» 2,5 » 1,6	» 10 » 8,0	$2,5 \sqrt{\text{A}}$ / $2,0 \sqrt{\text{A}}$ / $1,6 \sqrt{\text{A}}$	$R_z 10 \sqrt{\text{A}}$ / $R_z 8 \sqrt{\text{A}}$

7	» 1,25 » 0,8	» 6,3 » 4,0	$\frac{1,25}{\Delta} \quad \frac{1,0}{\Delta} \quad \frac{0,8}{\Delta}$	$\frac{R_2 6,3}{\Delta} \quad \frac{R_2 5,0}{\Delta} \quad \frac{R_2 4,0}{\Delta}$
8	» 0,63 » 0,40	» 3,2 » 2,0	$\frac{0,63}{\Delta} \quad \frac{0,50}{\Delta} \quad \frac{0,40}{\Delta}$	$\frac{R_2 3,2}{\Delta} \quad \frac{R_2 2,5}{\Delta} \quad \frac{R_2 2,0}{\Delta}$
9	» 0,32 » 0,20	» 1,6 » 1,0	$\frac{0,32}{\Delta} \quad \frac{0,25}{\Delta} \quad \frac{0,20}{\Delta}$	$\frac{R_2 1,6}{\Delta} \quad \frac{R_2 1,25}{\Delta} \quad \frac{R_2 1,0}{\Delta}$
10	» 0,16 » 0,10	» 0,8 » 0,5	$\frac{0,16}{\Delta} \quad \frac{0,125}{\Delta} \quad \frac{0,10}{\Delta}$	$\frac{R_2 0,8}{\Delta} \quad \frac{R_2 0,63}{\Delta} \quad \frac{R_2 0,5}{\Delta}$
11	» 0,08 » 0,05	» 0,4 » 0,25	$\frac{0,08}{\Delta} \quad \frac{0,063}{\Delta} \quad \frac{0,05}{\Delta}$	$\frac{R_2 0,4}{\Delta} \quad \frac{R_2 0,32}{\Delta} \quad \frac{R_2 0,25}{\Delta}$
12	» 0,040 » 0,025	» 0,2 » 0,125	$\frac{0,04}{\Delta} \quad \frac{0,032}{\Delta} \quad \frac{0,025}{\Delta}$	$\frac{R_2 0,2}{\Delta} \quad \frac{R_2 0,16}{\Delta} \quad \frac{R_2 0,125}{\Delta}$
13	» 0,020 » 0,0125	» 0,10 » 0,063	$\frac{0,02}{\Delta} \quad \frac{0,016}{\Delta} \quad \frac{0,012}{\Delta}$	$\frac{R_2 0,10}{\Delta} \quad \frac{R_2 0,08}{\Delta} \quad \frac{R_2 0,063}{\Delta}$
14	» 0,010 » 0,008	» 0,05 » 0,025	$\frac{0,010}{\Delta} \quad \frac{0,008}{\Delta}$	$\frac{R_2 0,05}{\Delta} \quad \frac{R_2 0,04}{\Delta} \quad \frac{R_2 0,025}{\Delta}$

**Приложение 4. Поля допусков по системе ОСТ и
и соответствующие поля допусков по ЕСДП
для номинальных размеров 1...500 мм**

Поля допусков отверстий			Поля допусков валов		
класс точности по системе ОСТ	поле допуска по системе ОСТ	поле допуска по ЕСДП	класс точности по системе ОСТ	поле допуска по системе ОСТ	поле допуска по ЕСДП
1	H_1 P_1 $C_1 = A_1$ D_1	$K6$ J_s6 $H6$ $G6$	1	T_1 H_1 P_1 $C_1 = B_1$ D_1	$m5$ $k5$ j_s5 $h5$ $g5$
2	G H P $C = A$ D X	$N7$ $K7$ J_s7 $H7$ $G7$ $F8$	2	P_p P_n G T H P $C = B$ D X L	$r6$ $s6$ $p6$ $r6$ $n6$ $m6$ $k6$ j_s6 $h6$ $g6$ $p7$ $e8$
2a	$C_{2a} = A_{2a}$	$H8$			
3	$C_3 = A_3$ X_3	$H8$ $H9$ $E9$ $F9$			
4	$C_4 = A_4$ X_4	$H11$ $D11$	2a	$Pr1_{2a}$ $C_{2a} = B_{2a}$	$s7$ $h7$
5	$C_5 = A_5$ X_5	$H12$ $B12$	3	$Pr1_3$ $C_3 = B_3$ $Ш_3$	$u8$ $h9$ $a9$ $d10$
7	A_7 CM_7	$H14$ J_s14	4	$C_4 = B_4$ X_4	$h11$ $d11$
8	A_8 CM_8	$H15$ J_s15	5	$C_5 = B_5$ X_5	$h12$ $b12$
9	A_9 CM_9	$H16$ J_s16	7	CM_7 B_7	j_s14 $h14$
10	A_{10} CM_{10}	$H17$ J_s17	8	CM_8 B_8	j_s15 $h15$
			9	B_9	$h16$
			10	B_{10}	$h17$

Приложение 5. Рекомендуемые замены посадок по системе ОСТ посадками по ЕСДП для номинальных размеров 1...500 мм

Посадка по системе ОСТ	Рекомендуемая для замены посадка		Посадка по системе ОСТ	Рекомендуемая для замены посадка
Система отверстия				
$\frac{A_1}{T_1}$	$\frac{H6}{m5}$		$\frac{A_{2a}}{C_{2a}}$	$\frac{H8}{h7}$
$\frac{A_1}{P_1}$	$\frac{H6}{js5}$		$\frac{A_{2a}}{Pr2_{2a}}$	$\frac{H8}{u8}$
$\frac{A_1}{C_1}$	$\frac{H6}{h5}$		$\frac{A_3}{C_3}$	$\frac{H8}{h8} \frac{H9}{h8} \frac{H8}{h9} \frac{H9}{h9}$
$\frac{A_1}{D_1}$	$\frac{H6}{g5}$		$\frac{A_3}{X_3}$	$\frac{H8}{f9} \frac{H9}{e8}$
$\frac{A}{P_p}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{A_4}{C_4}$	$\frac{H11}{h11}$
$\frac{A}{Pl}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{A_4}{X_4}$	$\frac{H11}{d11}$
$\frac{A}{Г}$	$\frac{H7}{n6}$		$\frac{A_5}{C_5}$	$\frac{H12}{h12}$
$\frac{A}{Т}$	$\frac{H7}{m6}$		$\frac{A_5}{X_5}$	$\frac{H12}{b12}$
$\frac{A}{Н}$	$\frac{H7}{k6}$		Система вала	
$\frac{A}{П}$	$\frac{H7}{js6}$		$\frac{H_1}{B_1}$	$\frac{K6}{h5}$
$\frac{A}{С}$	$\frac{H7}{h6}$		$\frac{P_1}{B_1}$	$\frac{J6}{h5}$
$\frac{A}{Д}$	$\frac{H7}{g6}$		$\frac{C_1}{B_1}$	$\frac{H6}{h5}$
$\frac{A}{Х}$	$\frac{H7}{f7}$		$\frac{D_1}{B_1}$	$\frac{G6}{h6}$
$\frac{A}{Л}$	$\frac{H7}{e8}$		$\frac{\Gamma_p}{B}$	$\frac{T7}{h6}$
$\frac{A}{Ш}$	$\frac{H7}{d8}$		$\frac{P_p}{B}$	$\frac{S7}{h6} \frac{R7}{h6}$




Посадка по системе ОСТ	Рекомендуемая для замены посадка	Посадка по системе ОСТ	Рекомендуемая для замены посадка			
$\frac{Г}{В}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{X_3}{B_3}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{E9}{h8}$	$\frac{F8}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$
$\frac{Н}{В}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{Ш_1}{B_3}$		$\frac{D9}{h8}$		
$\frac{П}{В}$	$\frac{J_7}{h6}$	$\frac{C_4}{B_4}$		$\frac{H11}{h11}$		
$\frac{С}{В}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{X_4}{B_4}$		$\frac{D11}{h11}$		
$\frac{Д}{В}$	$\frac{G7}{h6}$					
		$\frac{C_5}{B_5}$		$\frac{H12}{h12}$		
$\frac{C_{2a}}{B_{2a}}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{X_5}{B_5}$		$\frac{B12}{h12}$		
$\frac{C_3}{B_3}$	$\frac{H8}{h8} \frac{H9}{h8} \frac{H8}{h9} \frac{H9}{h9}$					

Примечания: 1. Для системы отверстия посадки с зазором создаются при сочетании поля допуска отверстия H с полями допусков вала b, d, e, f, g, h ; переходные посадки — при сочетании поля допуска отверстия H с полями допуска вала j_s, k, m, n ; посадки с натягом — при сочетании поля допусков отверстия H с полями допуска вала p, r, s, u .

2. Для системы вала посадки с зазором создаются при сочетании полей допусков: вала h и отверстий B, D, E, F, G, H ; переходные посадки при сочетании полей допусков вала h и отверстий I, K, N, T ; посадки с натягом — при сочетании полей допусков вала h и отверстий P, R, S, T .

**Приложение 6. Условные обозначения допусков формы
и расположения поверхностей**

Знаки условных обозначений на чертежах по ГОСТ 2.308 — 79

Группа допусков	Вид допуска	Обозначение
Допуски формы	Допуск на прямолинейность	—
	Допуск на плоскостность	
	Допуск на круглость	○
	Допуск на цилиндричность	
	Допуск на профиль продольного сечения	=
Допуски расположения	Допуск на параллельность	//
	Допуск на перпендикулярность	⊥
	Допуск на наклон	∠
	Допуск на соосность	◎
	Допуск на симметричность	≡
	Позиционный допуск	⊕
	Допуск на пересечение осей	×
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск на радиальное биение Допуск на торцовое биение Допуск на биение в заданном направлении	

Группа допусков	Вид допуска	Обозначение
	Допуск на полное радиальное биение Допуск на полное торцовое биение	
	Допуск на форму заданного профиля	
	Допуск на форму заданной поверхности	

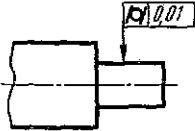
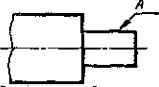
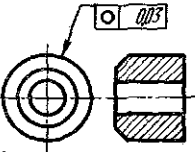
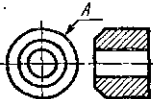
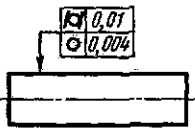
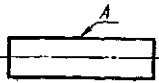

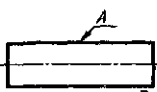
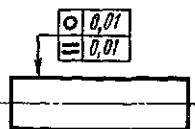
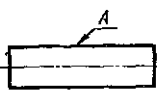
Примеры указаний на чертежах отклонений формы и расположения поверхностей по ГОСТ 246 42—81

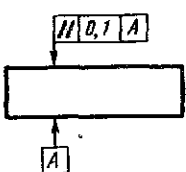
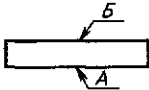
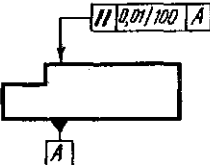

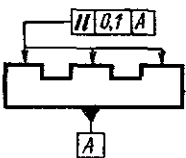
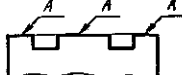
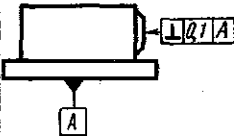

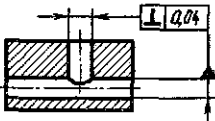
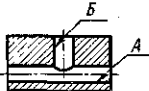
Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от плоскостности		 <i>Неплоскостность поверхн. А не более 0,06 мм</i>
		 <i>Непараллельность поверхн. Б, В, Г относительно поверхн. А не более 0,1 мм</i>
Отклонение от прямолинейности		 <i>Непрямолинейность поверхн. А не более 0,25 мм по всей длине и не более 0,1 мм на длине 300 мм</i>
		 <i>Непрямолинейность поверхн. А в поперечном направлении не более 0,04 мм, в продольном направлении не более 0,1 мм</i>

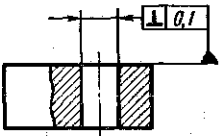
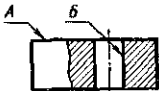
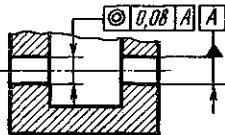

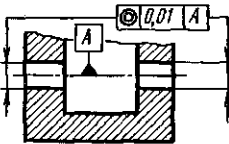
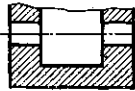
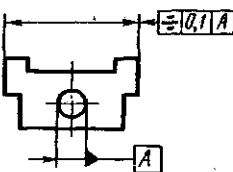
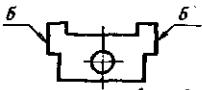
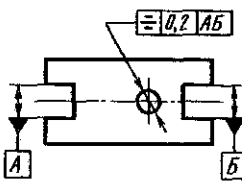

Группа допусков	Вид допуска	Обозначение
	Допуск на полное радиальное биеение Допуск на полное торцовое биеение	
	Допуск на форму заданного профиля	
	Допуск на форму заданной поверхности	

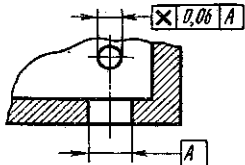
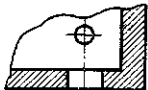
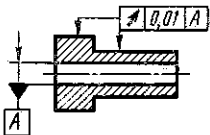
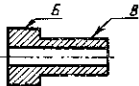
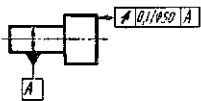
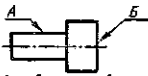
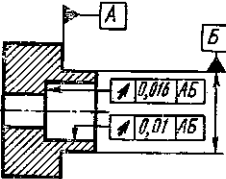
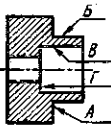
Примеры указаний на чертежах отклонений формы и расположения поверхностей по ГОСТ 246 42—81

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от плоскостности		 <i>Неплоскостность поверхн. А не более 0,06 мм</i>
		 <i>Непараллельность поверхн. Б, В, Г относительно поверхн. А не более 0,1 мм</i>
Отклонение от прямолинейности		 <i>Непрямолинейность поверхн. А не более 0,25 мм по всей длине и не более 0,1 мм на длине 300 мм</i>
		 <i>Непрямолинейность поверхн. А в поперечном направлении не более 0,04 мм, в продольном направлении не более 0,1 мм</i>

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от цилиндричности		 <i>Нецилиндричность поверхн. А не более 0,01 мм</i>
Отклонение от круглости		 <i>Искруглость поверхн. А не более 0,03 мм</i>
Отклонение от цилиндричности		 <i>Искруглость и отклонение профиля продольного сечения поверхн. А не более 0,1 мм</i>
Отклонение профиля продольного сечения		 <i>Отклонение профиля продольного сечения поверхн. А не более 0,01 мм</i>
		 <i>Нецилиндричность поверхн. А не более 0,01 мм, искруглость не более 0,004 мм</i>

Наименование допуска	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от параллельности		 <i>Непараллельность поверхностей А и Б не более 0,1 мм</i>
		 <i>Непараллельность поверхности Б относительно поверхности А не более 0,01 мм на длине 100 мм</i>
		 <i>Отклонение поверхностей А от общей прилегающей плоскости не более 0,1 мм</i>
Отклонение от перпендикулярности		 <i>Неперпендикулярность поверхности Б относительно основания не более 0,1 мм</i>
		 <i>Неперпендикулярность оси от Б относительно оси от А не более 0,04 мм</i>

Наименование допуска	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от соосности		 Перпендикулярность оси отв. Б относительно поверхн. А не более 0,1 мм
		 Несовосность отв. Б относительно отв. А не более 0,08 мм
		 Несовосность отверстий относительно общей оси не более 0,01 мм
		 Несимметричность поверхн. Б относительно оси отв. не более 0,1 мм
Отклонение от симметричности		 Несимметричность отв. относительно общей плоскости симметрии пазов не более 0,2 мм

Наименование допуска	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от пересечения осей		 <i>Непересечение осей отв. не более 0,06 мм</i>
Радиальное и торцовое биение		 <i>Радиальное биение поверхн. Б и В относительно оси отв. не более 0,01 мм</i>
		 <i>Торцовое биение поверхн. Б относительно оси поверхности А не более 0,1 мм на диаметре 50 мм</i>
		 <i>Радиальное биение отв. В относительно оси поверхн. Б при отпре на поверхн. А не более 0,01 мм. Торцовое биение поверхн. Г относительно той же оси не более 0,016 мм</i>

Приложение 7. Коды характеристики технологических документов

Характеристика технологического процесса	Код
1. Вид технологического документа	
Комплект технологических документов	01
Маршрутная карта	10
Карта эскизов	20
Технологическая инструкция	25
Комплектовочная карта	30
Ведомость документов	40
Ведомость оснастки	42
Карта технологического процесса	50
Операционная карта	60
2. Вид технологического процесса по методу его организации	
Без указания	0
Единичный процесс (операция)	1
Типовой процесс (операция)	2
Групповой метод обработки	3
3. Вид технологического процесса по методу его выполнения	
Без указания вида процесса	00
Технологический процесс изготовления	01
Ремонт	02
Технический контроль	03
Перемещение	04
Складирование	05
Отрезка заготовок	06
Литье	10
Ковка	20
Механическая обработка	40
Обработка на многошпиндельных автоматах	41
Обработка на одношпиндельных автоматах	43
Групповая наладка на автоматах	45
Обработка на станках с ЧПУ	46
Термическая обработка	50
Термическая обработка с нагревом ТВЧ	51
Нанесение защитного покрытия	70
Электрохимическая обработка	72
Электрофизическая обработка	75
Слесарные, слесарно-сборочные работы	88
Сварка	90
Стыковая контактная сварка	94
Сварка трением	96

**Приложение 8. Указатель кодов на режущий инструмент,
измерительные средства и технологическую оснастку (выборочно)**

Наименование оснастки	Код
Сверла спиральные общего назначения с цилиндрическим хвостовиком быстрорежущие	391210
Сверла спиральные общего назначения с коническим хвостовиком быстрорежущие	391267
Сверла твердосплавные	391303
Сверла для станков с ЧПУ и автоматических линий	391290
Метчики из углеродистой стали ручные	391310
Метчики быстрорежущие машинно-ручные	391330
Метчики твердосплавные	391350
Метчики для станков с ЧПУ	391391
Плашки резбонарезные круглые	391510
Зенкеры быстрорежущие	391610
Зенкеры твердосплавные	391620
Зенковки конические	391630
Зенкеры и зенковки для станков с ЧПУ	391690
Развертки ручные	391710
Развертки машинные быстрорежущие	391720
Развертки машинные твердосплавные	391740
Развертки для станков с ЧПУ	391790
Фрезы твердосплавные	391801
Фрезы быстрорежущие	391802
Фрезы зуборезные и резьбовые	391810
Фрезы концевые	391820
Фрезы насадные	391830
Фрезы для станков с ЧПУ	391890
Резцы твердосплавные	392101
Резцы с механическим креплением пластин	392104
Резцы быстрорежущие	392110
Резцы для станков с ЧПУ	392190
Пилы круглые сегментные	392210
Протяжки	392302
Долбяки зуборезные	392410
Шеверы дисковые	392430
Головки зуборезные для конических колес	392460
Гребенки зуборезные	392480
Головки, плашки и ролики резбонакатные	392500
Головки резбонарезные	392514
Полотна ножовочные ручные и машинные	392540
Напильники и борфрезы	392900
Калибры гладкие и скобы	393120
Калибры для конусов Морзе	393131
Калибры для метрической резьбы (пробки, кольца)	393140
Меры длины концевые плоскопараллельные	393200
Штангенциркули	393311

Наименование оснастки	Код
Штангенрейсмасы	393320
Микрометры гладкие	393410
Микрометры резьбовые	393420
Глубиномеры микрометрические	393440
Нутромеры микрометрические	393450
Линейки лекальные	393510
Плиты поверочные и разметочные	393550
Индикаторы рычажно-пружинные	394130
Приборы измерительные универсальные	394300
Приборы активного контроля	394630
Приборы для размерной настройки вне станка режущих инструментов для станков с ЧПУ	394650
Приборы для измерения режущего инструмента	394920
Инструмент алмазный шлифовальный на органической связке	397110
Инструмент алмазный шлифовальный на металлической связке	397120
Инструмент алмазный шлифовальный на керамической связке	397130
Инструмент абразивный из электрокорунда	398110
Инструмент абразивный из карбида кремния	398150
Патроны токарные	396110
Тиски машинные	396131
Головки делительные универсальные	396141
Стол поворотные	396151
Плиты магнитные	396161
Приспособления универсальные сборные переналаживаемые	396181
Ключи гаечные, торцовые, трубные, специальные	392650
Инструмент вспомогательный для станков с ЧПУ	392801
Центры вращающиеся	392841
Тиски слесарные верстачные	392871

**Приложение 9. Указатель кодов основных видов заготовок
в машиностроении (выборочно)**

Вид заготовки	Код
Сталь крупносортная низкоуглеродистая	09312X
Сталь среднесортная низколегированная	09322X
Сталь мелкосортная низколегированная	09332X
Сталь сортная конструкционная	09501X
Сталь сортная углеродистая	09503X
Сталь сортная легированная	09504X

Вид заготовки	Код
Сталь сортовая инструментальная	0966XX
Сталь сортовая быстрорежущая	0962XX
Трубы бесшовные углеродистые	134XXX
Отливки из ковкого чугуна	41111X
Отливки из серого чугуна	41112X
Отливки из легированных чугунов	41114X
Отливки из углеродистой стали	41121X
Отливки из легированной стали	41123X
Штамповки из черных металлов	41211X
Поковки из проката черных металлов	41212X
Поковки из проката цветных сплавов	41222X
Металлоконструкции сварные корпусные	41333X
Металлоконструкции сварные цилиндрические	41336X

Приложение 10. Указатель кодов операций и соответствующих им кодов технологического оборудования (выборочно)

Наименование операции	Код	Код оборудования	Примечание
Агрегатная	4101	381881	Горизонтальные одно-
		381884	сторонние
		381885	Горизонтальные мно-
		381887	госторонние
Алмазно-расточная	4224	38126X	Вертикальные одно-
		38167X	стоечные
		381314	Вертикальные мно-
			госторонние
Барабанно-фрезерная	4265	38167X	
Бесцентрово-шлифоваль-	4134	381314	
ная			
Вертикально-протяжная	4182	381753	Для внутреннего про-
		381754	тягивания
Вертикально-расточная	4222	381262	Для наружного протя-
Вертикально-сверлильная	4121	381213	гивания
Вертикально-фрезерная	4261	381611	Консольные
		381612	С крестовым столом
		381861	Специальные

Наименование операции	Код	Код обозначения	Примечание
Внутришлифовальная	4132	381312	
Горизонтально-протяжная	4181	381751	
Горизонтально-расточная	4221	381261	
Горизонтально-сверлильная	4122	381829	
Горизонтально-фрезерная	4268	381621 381631 381632	Консольные Универсальные Широкоуниверсальные
Гравировально-фрезерная	4268	381641	
Долбежная	4175	381718	
Заточная	4141	381361 381363 381367 381368	Универсальные Для сверл Для фрез Для протяжек
Зубодолбежная	4152	381571	
Зубострогальная	4154	381520	
Зубофрезерная	4153	381572	
Зубошвинговальная	4157	381574	
Зубошлифовальная	4151	381561 381562 381563	Абразивным червяком Коническими кру- гами Тарельчатыми кру- гами
Координатно-расточная	4223	381263	
Круглошлифовальная	4131	381311	
Маркировочная	0180	XXXXXX	
Ножовочно-отрезная	4281	381762	
Отрезная	4280	38176X	
Плоскошлифовальная	4133	381313	
Полировальная	4191	381337	
Продольно-строгальная	4172	381713	
Продольно-фрезерная	4263	381661 381667	Одностоечные Двухстоечные
Радиально-сверлильная	4123	381217	
Расточная	4220	38126X	
Резьбонарезная	7272	381743	
Резьбофрезерная	4271	381623	
Резьбошлифовальная	4135	381316	
Сверлильная	4120	38121X	
Слесарная	0190	—	
Строгальная	4170	381701	
Токарная	4110	381101	

Наименование операции	Код	Код оборудования	Примечание
Токарная автоматная	4112	381111	Одношпиндельные
		381114	Многошпиндельные
Токарно-затыловочная	4116	381143	
Токарно-револьверная	4111	381131	С вертикальной осью
		381133	С горизонтальной осью
Фрезерная	4260	3816XX	
Шлифовальная	4130	38131X	

**Приложение 11. Указатель кода профессий
в машиностроении (выборочно)**

Наименование профессии	Код
Долбежник	11868
Заточник	12260
Зуборезчик	12287
Зубошлифовщик	12290
Оператор автоматических линий	14972
Оператор станков с ЧПУ	15292
Полировщик	15887
Прессовщик	16014
Протяжчик	16458
Разметчик	16641
Резчик на пилах, ножовках и станках	16937
Резьбофрезеровщик	17001
Резьбошлифовщик	17003
Сверловщик	17335
Слесарь-инструментальщик	17461
Слесарь механосборочных работ	17474
Станочник на специальных станках по обработке металла	17845
Строгальщик	17960
Токарь	18217
Токарь-карусельщик	18219
Токарь-полуавтоматчик	18225
Токарь-расточник	18235
Токарь-револьверщик	18236
Фрезеровщик	18632
Шлифовщик	18873

Приложение 12. Наименование технологических операций и переходов

Операция обработки резанием (ГОСТ 3.1702—79*)

Номер операции	Наименование операции	Номер операции	Наименование операции
01	Автоматно-линейная	43	Алмазно-расточная
02	Агрегатная	44	Вертикально-расточная
03	Долбежная	45	Горизонтально-расточная
04	Зубодолбежная	46	Координатно-расточная
05	Зубозакругляющая	47	Болтонарезная
06	Зубонакатная	48	Гайконарезная
07	Зубообкатывающая	49	Резьбонакатная
08	Зубоприрабатывающая	50	Вертикально-сверлильная
09	Зубопритирочная	51	Горизонтально-сверлильная
10	Зубопротяжная	52	Координатно-сверлильная
11	Зубострогальная	53	Радиально-сверлильная
12	Зуботокарная	54	Сверлильно-центровальная
13	Зубофрезерная	55	Поперечно-строгальная
14	Зубохонинговальная	56	Продольно-строгальная
15	Зубошвинговальная	57	Автоматная токарная
16	Зубошлифовальная	58	Вальцетокарная
17	Специальная зубообработывающая	59	Лоботокарная
18	Шлиценакатная	60	Резьботокарная
19	Шлицестрогальная	61	Специальная токарная
20	Шлицефрезерная	62	Токарно-бесцентровая
21	Комбинированная	63	Токарно-винторезная
22	Виброабразивная	64	Токарно-затыловочная
23	Галтовка	65	Токарно-карусельная
24	Доводочная	66	Токарно-копировальная
25	Опиловочная	67	Токарно-револьверная
26	Полировальная	68	Торцеподрезная центровальная
27	Притирочная	69	Барабанно-фрезерная
28	Суперфинишная	70	Вертикально-фрезерная
29	Хонинговальная	71	Горизонтально-фрезерная
30	Абразивно-отрезная	72	Гравировально-фрезерная
31	Ленточно-отрезная	73	Карусельно-фрезерная
32	Ножовочно-отрезная	74	Копировально-фрезерная
33	Пилоотрезная	75	Продольно-фрезерная
34	Токарно-отрезная	76	Резьбофрезерная
35	Фрезерно-отрезная	77	Специальная фрезерная
36	Расточная с ЧПУ		
37	Сверлильная с ЧПУ		
38	Токарная с ЧПУ		
39	Фрезерная с ЧПУ		
40	Шлифовальная с ЧПУ		
41	Вертикально-протяжная		
42	Горизонтально-протяжная		

Номер операции	Наименование операции	Номер операции	Наименование операции
78	Универсально-фрезерная	87	Круглошлифовальная
79	Фрезерно-центровальная	88	Ленточно-шлифовальная
80	Шпоночно-фрезерная	89	Обдирочно-шлифовальная
81	Бесцентрово-шлифовальная	90	Плоскошлифовальная
82	Вальцешлифовальная	91	Резбошлифовальная
83	Внутришлифовальная	92	Торцешлифовальная
84	Заточная	93	Центрошлифовальная
85	Карусельно-шлифовальная	94	Шлифовальная специальная
86	Координатно-шлифовальная	95	Шлифовально-затыловочная
		96	Шлицешлифовальная

Слесарные и слесарно-сборочные операции (ГОСТ 3.1703 – 79*)

Номер операции	Наименование слесарных операций	Номер операции	Наименование слесарно-сборочных операций
01	Слесарная	01	Сборка
02	Гибка	02	Базирование
03	Гравировка	03	Балансировка
04	Доводочная	04	Застегивание
05	Зачистка	05	Закрепление
06	Зенковка	06	Запрессовывание
07	Завивка	07	Клепка
08	Калибровка	08	Контровка
09	Керновка	09	Маркирование
10	Нарезка	10	Пломбирование
11	Навивка	11	Склеивание
12	Отрубка	12	Стопорение
13	Отрезка	13	Свинчивание
14	Опиловочная	14	Установка
15	Очистка	15	Центровка
16	Полирование	16	Штифтование
17	Правка	17	Шплинтование
18	Разметка	18	Разборка
19	Разрезка	19	Распрессовывание
20	Развертывание	20	Расшплинтовывание
21	Развальцовка	21	Расштифтовывание
22	Сверлильная	22	Распломбирование
23	Смазывание	23	Развинчивание
24	Шабровка		

Номер операции	Наименование операции	Номер операции	Наименование операции
78	Универсально-фрезерная	87	Круглошлифовальная
79	Фрезерно-центровальная	88	Ленточно-шлифовальная
80	Шпоночно-фрезерная	89	Обдирочно-шлифовальная
81	Бесцентрово-шлифовальная	90	Плоскошлифовальная
82	Вальцешлифовальная	91	Резьбошлифовальная
83	Внутришлифовальная	92	Торцешлифовальная
84	Заточная	93	Центрошлифовальная
85	Карусельно-шлифовальная	94	Шлифовальная специальная
86	Координатно-шлифовальная	95	Шлифовально-затыловочная
		96	Шлицешлифовальная

Слесарные и слесарно-сборочные операции (ГОСТ 3.1703 – 79*)

Номер операции	Наименование слесарных операций	Номер операции	Наименование слесарно-сборочных операций
01	Слесарная	01	Сборка
02	Гибка	02	Базирование
03	Гравировка	03	Балансировка
04	Доводочная	04	Застегивание
05	Зачистка	05	Закрепление
06	Зенковка	06	Запрессовывание
07	Завивка	07	Клепка
08	Калибровка	08	Контровка
09	Керновка	09	Маркирование
10	Нарезка	10	Пломбирование
11	Навивка	11	Склеивание
12	Отрубка	12	Стопорение
13	Отрезка	13	Свинчивание
14	Опиловочная	14	Установка
15	Очистка	15	Центровка
16	Полирование	16	Штифтование
17	Правка	17	Шплинтование
18	Разметка	18	Разборка
19	Разрезка	19	Распрессовывание
20	Развертывание	20	Расшплинтовывание
21	Развальцовка	21	Расштифтовывание
22	Сверлильная	22	Распломбирование
23	Смазывание	23	Развинчивание
24	Шабровка		

**Ключевые слова технологических переходов и их условные коды
(ГОСТ 3.1702 – 79* и ГОСТ 3.1703 – 79*)**

Услов- ный код	Ключевое слово при обработке резанием	Услов- ный код	Ключевое слово при обработке резанием
01	Вальцевать	28	Строгать
02	Врезаться	29	Суперфинишировать
03	Галтовать	30	Точить
04	Гравировать	31	Хонинговать
05	Довести	32	Шевинговать
06	Долбить	33	Шлифовать
07	Закруглить	34	Цековать
08	Заточить	35	Центровать
09	Затыловать	36	Фрезеровать
10	Зенкеровать, зенковать	80	Выверить
11	Навить (на станке)	81	Закрепить
12	Накатать	82	Настроить
13	Нарезать	83	Переустановить
14	Обкатать	84	Переустановить и за- крепить
15	Опилить	85	Переустановить, выве- рить и закрепить
16	Отрезать	86	Переместить
17	Подрезать	87	Поджать
18	Полировать	88	Проверить
19	Притереть	89	Смазать
20	Приработать	90	Снять
21	Протянуть	91	Установить
22	Развернуть	92	Установить и выверить
23	Развальцевать	93	Установить и закрепить
24	Раскатать	94	Установить, выверить и закрепить
25	Рассверлить		
26	Расточить		
27	Сверлить		

Услов- ный код	Ключевое слово при слесарных работах	Услов- ный код	Ключевое слово при слесарных работах
01	Балансировать	12	Застопорить
02	Базировать	13	Нарезать
03	Завить	14	Кернить
04	Гравировать	15	Опилить
05	Гнуть	16	Отрезать
06	Застегнуть	17	Править
07	Зачистить	18	Клепать
08	Запрессовать	19	Полировать
09	Калибровать	20	Притереть
10	Зенковать	21	Разрезать
11	Навить	22	Контрить

Услов- ный код	Ключевое слово при слесарных работах	Услов- ный код	Ключевое слово при слесарных работах
23	Маркировать	37	Расштифовать
24	Развернуть	38	Центровать
25	Развальцевать	39	Свинтить
26	Нанести	40	Склеить
27	Отрубить	41	Собрать
28	Очистить	42	Шабрить
29	Сверлить	43	Шплинтовать
30	Пломбировать	44	Штифовать
31	Разметить	45	Довести
32	Развинтить	81	Закрепить
33	Распрессовать	89	Смазать
34	Расшплинтовать	90	Снять
35	Разобрать	91	Установить
36	Распломбировать		

Приложение 13. Краткая характеристика металлообрабатывающих станков средней группы, применяемых в механических цехах машиностроительных, приборостроительных и инструментальных заводов

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонтной сложности	
						механическая часть	электро-техническая часть
Станки токарной группы							
Токарный повышенной точности	16T02П	695 × 520	0,25	570	Токарная обработка мелких деталей (диаметр прутка до 8 мм)	5	4
Токарно-винторезный высокой точности	16T04A	1370 × 790	0,75	2500	Разнообразные токарные и резьбонарезные работы (максимальный диаметр заготовки 200 мм, диаметр прутка до 18 мм)	6,5	7
Токарно-винторезный повышенной точности	1M61П	2090 × 1095	4,0	2230	То же (максимальный диаметр заготовки 145 мм, диаметр прутка до 25 мм)	8	4,5
То же	16B16П	2165 × 1060	3,8	6000	То же (максимальный диаметр прутка до 34 мм)	12	6
Токарно-винторезный автоматизированный	16M16	3400 × 1600	6,3	3500	Токарные и резьбонарезные работы (максимальный диаметр заготовки 180 мм, прутка до 32 мм)	9	6
Токарно-винторезный	16K20	2505 × 1198 2795 × 1198 3195 × 1198	10,0 10,0 10,0	4000 4050 4350	То же (максимальный диаметр заготовки 220 мм, диаметр прутка до 45 мм)	11	8,5

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощ- ность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонт- ной сложности	
						механи- ческая часть	электро- техничес- кая часть
Токарно-револьвер- ный с вертикальной осью револьверной головки, прутковый	1Е316	2750 × 920	1,6; 2,5	9000	наибольшая длина обраба- тываемого изделия в зави- симости от исполнения 710, 1000 и 1400 мм) Точение, растачивание, сверление, зенкерование, развертывание, нарезка резьбы, прорезка канавок, отрезка изделий из калиб- рованного прутка диамет- ром до 18 мм	11	7
То же	1325	2400 × 1080	4,7	4330	То же, и обработка штуч- ных заготовок диаметром до 160 мм	17,5	11
Токарно-револьвер- ный с вертикальной осью револьверной головки, прутковый	1Е365	5000 × 1565	15,0	6000	Точение, сверление, рас- тачивание, зенкерование, развертывание и нарезание резьбы (максимальный диа- метр 320 мм, диаметр прутка до 65 мм)	23	7
Токарно-револьвер- ный с горизонталь- ной осью револьвер-	1Д325	2580 × 1300	3,7	5000	Точение, растачивание, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание	17,5	11

ной головки, прут- ковый					резьбы на изделиях из ка- либрованного прутка и шпунных заготовок (макси- мальный диаметр загото- вки 320 мм, диаметр прут- ка до 25 мм) То же	15	11
	1Г340П	3100 × 1360	4,2	6220	То же, сверление, раз- вертывание, отрезка, про- резание канавок, нарезание резьбы метчиками, плаш- ками и по копиру (макси- мальный диаметр заготовки 220 мм, диаметр прутка до 40 мм)	11,5	7
Токарно-затыло- вочный	1Е811	2750 × 1575	4,0	23 490	Затылование червячно- модульных, дисковых, фа- сонных фрез и другого ин- струмента с прямыми, ко- сыми и торцовыми зубьями То же	28	23
Токарно-карусель- ный одностоечный	1512	2750 × 2975	30,0	21 660	То же цилиндрических и конических заготовок, растачивание, проточка плоскостей, подрезка кана- вок, сверление, зенкерова- ние и развертывание (мак- симальный диаметр заго- товки 1250 мм, высота до 1000 мм)		

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонтной сложности	
						механическая часть	электро-техническая часть
Токарно-карусельный универсальный	1525	5065 × 5340	40,0	36 180	То же (максимальный диаметр заготовок 2500 мм, высота до 1600 мм)	45	23
Токарный много-резцовый горизонтальный полуавтомат	1Н713	2450 × 1290	18,5	6450	Токарная многорезцовая обработка цилиндрических и торцовых поверхностей изделий в центрах или патроне (максимальный диаметр заготовок 200 мм)	18	17,5
Токарный много-резцовый копировальный горизонтальный полуавтомат	1Е713	4195 × 1815	17,0	18 500	Токарная обработка ступенчатых валов с цилиндрическими, коническими и фасонными поверхностями (максимальный диаметр заготовок 200 мм; длина до 500 мм)	16	21
Токарный много-резцовый полуавтомат с гидросуппортом	1Е713ГС	2450 × 2750	20,4	11 000	То же (максимальный диаметр заготовок 250 мм, длина до 710 мм)	25	16

Токарно-револьверный одношпиндельный автомат	1E125	2130 × 1050	4,0	6090	Точение, сверление, развертывание, нарезание резьбы и отрезка изделий из калиброванного прутка диаметром до 25 мм	16	11
Токарно-револьверный одношпиндельный автомат прутковый	1E140П	2160 × 1060	5,5	14100	То же (диаметр прутка до 40 мм, имеет ускоренный ход распределительного вала)	18,5	14
Токарный одношпиндельный автомат продольного точения высокой точности	1E10B	1250 × 810	1,5	1900	Точение, центровка, сверление, подрезание, протачивание канавок, нарезание резьбы, фрезерование шлица (диаметр прутка до 6 мм)	8	6
Токарный одношпиндельный автомат продольного точения высокой точности	1M10DB	1450 × 840	3,0	4550	Обработка длинных деталей ($l = 60$ мм) сложного профиля из калиброванного прутка диаметром до 6 мм	15	18
Токарный одношпиндельный автомат продольного точения высокой точности	1T16B	1900 × 945	3,0	5300	Обработка деталей из калиброванного прутка диаметром до 16 мм методом фасонно-продольного точения	15	20

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонтной сложности	
						механическая часть	электротехническая часть
Токарный шпиндельный горизонтальный прутковый автомат	1Б225-6К	5765 × 1200	15,0	30 800	Точение, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание наружных и внутренних резьб и отрезка прутков диаметром до 25 мм, длина подачи прутка до 150 мм)	21	4
Токарный шпиндельный автомат горизонтальный прутковый	1Б290-6К	7045 × 2475	30,0	52 460	То же (диаметр прутка до 100 мм, длина подачи прутка до 260 мм)	53	14,5

Ставки сверлильно-расточной группы

Настольно-сверлильный с ручной подачей повышенной точности	2Н106П	560 × 405	0,4	250	Сверление, развертывание отверстий диаметром до 6 мм в деталях малых размеров	3,5	1,5
--	--------	-----------	-----	-----	---	-----	-----

Настольно - свер- лильный одношпин- дельный с ручной по- дачей	2М112	770 × 370	0,6	290	Сверление отверстий диаметром до 12 мм в де- талях малых размеров	5	2
Вертикально-свер- лильный одношпин- дельный	2Н125	1130 × 805	2,2	1420	Сверление, зенкерование, развертывание отверстий диаметром до 25 мм; на- резание резьбы метчиками	6,5	2
То же	2Н135	1085 × 920	4,0	1610	То же (диаметр отверс- тия до 35)	8	5,5
Радиально-свер- лильный	2Л53У	1850 × 800	2,2	2900	Сверление, зенкерование, развертывание, растачива- ние отверстий, нарезание резьбы метчиками, подрез- ка плоскостей торцовым инструментом (вылет шпинделя до 1000 мм, наи- больший диаметр отверс- тия 35 мм)	13,5	17,5
Радиально - свер- лильный	2М57	350 × 1630	7,5	7900	Сверление, зенкерование, развертывание, растачива- ние отверстий, нарезание резьбы метчиками, под- резка плоскостей (вылет шпинделя до 2000 мм, наибольший диаметр от- верстий 75 мм)	15	11,5

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощ- ность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонт- ной сложности	
						механи- ческая часть	электро- техниче- ская часть
Горизонтально-рас- точный с неподвиж- ной передней стойкой	2М614	4330 × 2715	4,5	17 690	Растачивание, сверление, зенкерование отверстий диаметром до 80 мм в корпусных деталях	13	11,5
Горизонтально-рас- точный с радиаль- ным суппортом	2А620-1	6100 × 3050	11,0	52 800	Сверление, зенкерование и растачивание отверстий, фрезерование пазов, наре- зание резьбы в корпусных деталях	22	9,5
Координатно-рас- точный особо высо- кой точности	2Д450	3305 × 2705	2,0	25 870	Обработка отверстий в кондукторах, приспособле- ниях; может быть исполь- зован как измерительная машина (наибольший диа- метр отверстий при свер- лении 30 мм, при растачи- вании 250 мм, перемещение стола 710 мм)	35	21
Станки шлифовальной группы							
Круглошлифоваль- ный повышенной точ- ности универсальный	3У10В	1200 × 1660	1,1	10 150	Шлифование наружных и внутренних цилиндриче- ских и конических поверх-	5,5	8,5

Круглошлифовальный высокой точности универсальный	ЗА110В	1880 × 2025	3,4 (суммарная)	9870	6,5	7	ностей (максимальный внешний диаметр 100 мм, диаметр отверстия от 3 до 15 мм, длина до 160 мм) То же (максимальный внешний диаметр 140 мм, диаметр отверстия от 3 до 30 мм, длина до 200 мм)
Круглошлифовальный универсальный повышенной точности	ЗК12	2600 × 1900	6,5 (суммарная)	7500	8	18,5	То же (максимальный внешний диаметр 200 мм, диаметр отверстия от 25 до 50 мм, длина до 500 мм)
То же	ЗУ133	6310 × 2585	7,5 (суммарная)	16 000	13	22,5	То же (внешний диаметр до 280 мм, диаметр отверстия от 30 до 100 мм, длина до 1400 мм)
Круглошлифовальный полуавтомат повышенной точности	ЗМ161Е	4345 × 3480	18,5 (суммарная)	10 290	18,5	25	Наружное шлифование цилиндрических и конических поверхностей (максимальный диаметр заготовки 280 мм, длина до 700 мм)
Внутришлифовальный высокой точности универсальный	ЗК225В	1225 × 1775	3,5 (суммарная)	9830	6,5	16	Шлифование цилиндрических и конических отверстий диаметром от 6 до 25 мм в изделях диаметром до 160 мм

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощ- ность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонт- ной сложности	
						механи- ческая часть	электро- техниче- ская часть
То же	3К227В	2815 × 1900	7,65	11 430	Шлифование цилинд- рических и конических от- верстий диаметром от 20 до 100 мм в изделиях диаметром до 400 мм и длинной до 125 мм	8,5	16
Бесцентрово-шли- фовальный особо вы- сокой точности	3М182	2230 × 1455	7,5	8480	Наружное бесцентровое шлифование цилиндриче- ских, конических и фасон- ных поверхностей. Можно работать методом на про- ход или врезанием (диаметр шлифуемых заготовок от 0,8 до 20 мм)	8,5	15
Бесцентрово-шли- фовальный полуавто- мат высокой точно- сти	3М184	2945 × 1885	13,0	11 480	То же (диаметр шли- фуемых заготовок от 3,0 до 80 мм)	12,5	19
Плоскошлифоваль- ный с прямоугольным столом особо высо- кой точности	3Е710А	2770 × 1450	4,11 (суммар- ная)	13 000	Шлифование плоскостей периферий круга (размер стола 125 × 400 мм)	8,5	8

Плоскошлифовальный повышенной точности	ЗП722И	4200 × 2215	15,9 (суммарная)	16 000	Шлифование плоскостей торцом круга (размер стола 320 × 1250 мм)	16	21,5
Плоскошлифовальный полуавтомат повышенной точности	ЗД732	4090 × 2200	19,68 (суммарная)	14 960	Шлифование плоскостей различных изделий торцом круга (размер стола 320 × 800 мм)	19,5	18,5
Плоскошлифовальный полуавтомат высокой точности	ЗП740В	2160 × 1970	9,77 (суммарная)	18 900	Шлифование периферий круга плоских и конусных поверхностей деталей, закрепленных на круглом электромагнитном столе (размер шлифуемых деталей 400 × 160 мм)	8	11,5
Хонинговальный вертикальный	ЗГ833	1205 × 1180	3,0	1970	Хонингование цилиндрических отверстий диаметром от 30 до 125 мм	12	5
Резьбошлифовальный универсальный высокой точности	5К822В	2200 × 2038	3,0	24 530	Шлифование наружной и внутренней резьбы с заточиванием профиля на метчиках и резьбовых фрезах, конической резьбы на червяках и других изделиях (максимальный диаметр заготовки 200 мм, длина до 500 мм)	15	18,5
Точно-шлифовальный повышенной точности	ЗБ634	665 × 1000	2,8	500	Ручная заточка режущего инструмента и выполнение слесарных работ (по	3	3,5

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощ- ность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонт- ной сложности /	
						механи- ческая часть	электро- техниче- ская часть
Полировальный двусторонний	3Б852	780 × 680	1,0	760	особому заказу к станку поставляются приспособо- вания для ленточного шли- фования, заточки сверл и полировальных работ)	2	4
					Полирование и отделка поверхностей деталей раз- личной формы с помощью гибких абразивных лент шириной 50 мм и полиро- вальных кругов То же (ширина ленты 100 мм)	8	2
Полировальный двусторонний повы- шенной точности	3Б854	1830 × 1020	5,0	1640	Заточка и доводка ос- новных видов режущего инструмента абразивными и алмазными кругами. Пе- ремещение стола ручное, имеет приспособление для цилиндрического и плоско- го шлифования	6	3,5
Заточный повыше- ной точности универ- сальный	3М642	1800 × 1470	1,1	4450			

Заточный полуавтомат для сверл и зенкеров	ЗБ659	1300 × 1535	5,5	5900	Заточка сверл и трех- и четырехперых зенкеров диаметром от 12 до 80 мм	8,5	9,5
Полуавтомат заточный для дисковых пил	ЗД692	1570 × 1435	2,2	9570	Заточка дисковых пил диаметром до 1430 по кон- туру зуба	6	6,5
Полуавтомат заточный для прорез- ных и отрезных фрез	З691	1570 × 1435	1,1	7430	Заточка отрезных и про- резных фрез диаметром от 18 до 315 мм	6	5,5
Полуавтомат заточ- ный для зуборезных- резцовых головок по- вышенной точности	ЗА666	2300 × 1320	3,83 (суммар- ная)	10410	Заточка резцовых голо- вок диаметром до 500 мм	7	10,5
Заточный для про- тяжек повышенной точности	З601	4840 × 1775	2,3 (суммар- ная)	16000	Заточка круглых и плос- ких протяжек длиной до 1600 мм	9	5,5
Заточный полуав- томат для мелко- модульных червячных фрез высокой точно- сти	ЗА660А	1210 × 680	1,0 (суммар- ная)	1100	Заточка мелко модуль- ных червячных фрез диа- метром до 65 мм	6	2
Заточный полуав- томат для фрезерных головок повышенной точности	ЗБ667	2450 × 1930	3,3 (суммар- ная)	4950	Заточка и доводка фре- зерных головок диаметром от 80 до 630 мм	9	6
Заточный для рез- цов	ЗЕ624	1110 × 1250	2,2 (суммар- ная)	4610	Заточка и доводка рез- цов сечением до 50 × 50 мм	6	8,5
Заточный полуав- томат для сверл	ЗЕ651	1900 × 1300	1,1 (суммар- ная)	4830	Заточка сверл диамет- ром от 0,4 до 3 мм	5	2,5

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонтной сложности	
						механическая часть	электро-техническая часть
То же	ЗД653	1300 × 1200	2,7	7000	То же, для сверл диаметром от 3 до 32 мм	9	6,5
Станки зубообрабатывающей группы							
Полуавтомат зубо-фрезерный	53А10	1300 × 980	3,4	8000	Нарезание цилиндрических колес (наибольший модуль 2,5 мм)	6	4,5
Полуавтомат зубо-фрезерный универсальный	53А80	2897 × 1810	12,5	22 290	Нарезание цилиндрических колес (наибольший модуль 10 мм)	15	9
Полуавтомат зубо-фрезерный горизонтальный	5В370	7600 × 2890	19,0	99 460	Нарезание зубьев цилиндрических валов-шестерен, червячных колес и шлицевых валов длиной до 2800 мм	25	14
Полуавтомат зубодолбежный	5140	1900 × 1450	4,7	9700	Нарезание цилиндрических прямозубых и косозубых колес с внутренним и наружным зацеплением (наибольший модуль 8 мм)	11	7
Полуавтомат зубодолбежный	5М150	4385 × 1860	7,5	16 760	То же (наибольший модуль 12 мм)	13	4

Полуавтомат зубо- шевинговальный го- ризонтальный высо- кой точности	5702В	1920 × 1500	3,2	9500	Шевингование зубчатых колес (наибольший модуль 6 мм)	10	13
Полуавтомат зубо- шевинговальный с вертикальной осью изделия высокой точ- ности	56703	2260 × 1265	3,2	15000	То же (наибольший мо- дуль 10 мм)	10	13
Полуавтомат зубо- шлифовальный высо- кой точности	5В830	1950 × 2000	3,0 (суммар- ная)	20660	Шлифование зубьев ци- линдрических колес абра- зивным червяком (на- ибольший диаметр 125 мм, модуль до 15 мм)	10	11,5
Полуавтомат зубо- шлифовальный осо- бо высокой точности	5851	3170 × 1820	5,4 (суммар- ная)	47600	Шлифование эвольвент- ного профиля методом обкатки тарельчатыми кру- гами	17	10
Зуборезный полу- автомат повышенной точности	5С23П	2040 × 1235	1,5	19500	Нарезание конических колес с круговыми зубья- ми (модуль до 2 мм)	9	8
Зубострогальный по- луавтомат повы- шенной точности	5236П	1620 × 1050	1,1	14300	Нарезание конических колес с прямыми зубья- ми (модуль до 2,5 мм)	9,5	10
Станки фрезерной группы							
Вертикально-фре- зерный с крестовым столом	6А56	3900 × 5300	22,0	31800	Фрезерование плоскос- тей ковочных, гибочных, вырубных штампов, пресс-	26	20,5

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонтной сложности	
						механическая часть	электротехническая часть
Вертикально-фрезерный с копировальным устройством	6P12K-1	2355 × 2160	7,5	8000	форм и других деталей сложной формы Фрезерование криволинейных контуров, кулачков, штампов и прессформ копированием по плоским и объемным шаблонам (размер стола 320 × 1250 мм)	10,5	12
Горизонтальный копировально-фрезерный	6Б4431	3500 × 3040	5,5	46 260	Фрезерование методом копирования криволинейных наружных и внутренних контуров штампов, конкилей, пресс-форм	25	11,5
Горизонтальный копировально-фрезерный с пантографом	6Г463	1040 × 1000	0,25	905	Гравировальные и контурные копировально-фрезерные работы (в двух измерениях)	5	2,5
Широкоуниверсальный фрезерный с поворотной фрезерной головкой повышенной точности	6P83	2560 × 2340	11,0	3340	Фрезерование заготовок штампов, пресс-форм, металллических моделей (размер стола 400 × 1600 мм)	18	15

Широкоуниверсальный фрезерный инструментальный повышенной точности	675П-1	1010 × 1170	1,5	2350	То же (размер стола 200 × 500)	12	5
Универсальный горизонтально-фрезерный	6Р80	1525 × 1875	3,0	3160	Фрезерование цилиндрическими, дисковыми, угловыми и торцовыми фрезами (размер стола 200 × 800 мм)	6,5	5
Горизонтально-фрезерный универсальный с поворотным шпинделем	6Р83Ш	2680 × 2140	11,0	4600	Фрезерование цилиндрическими, дисковыми, угловыми, торцовыми (размер стола 400 × 1600)	14,5	12

Станки строгальной и долбежной группы

Продольно-строгальный одностосечный	7110	7950 × 3700	75,0	20 380	Строгание плоских поверхностей (размер стола 1000 × 300 мм)	27	66
Поперечно-строгальный с механическим приводом	7А311	1380 × 800	1,5	2185	Строгание плоских деталей (размер стола 200 × 200 мм)	3	3
Поперечно-строгальный с механическим приводом копировальный	749	1350 × 870	1,3	4220	Строгание деталей сложного профиля — дисковых кулачков, шаблонов, пуансонов и др. (диаметр стола 250 мм)	7	3
Поперечно-строгальный с гидравлическим приводом	7307Д	2850 × 1680	7,5	5720	Строгание плоскостей (размер стола 450 × 710 мм)	10	6

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонтной сложности	
						механическая часть	электротехническая часть
Долбежный с механическим приводом	7A420M	2300 × 1270	3,0	3500	Долбление плоских и фасонных поверхностей — пазов, канавок, фасонных отверстий и др. (ход резца от 20 до 200 мм)	6	6,5
Ставки протяжной группы							
Полуавтомат горизонтально-протяжной	7Б56	7200 × 2135	30,0	13 650	Протягивание внутренних поверхностей различной формы (длина хода салазок 1600 мм)	15,5	13,5
Полуавтомат вертикально-протяжной	7Б75	3600 × 1260	22,0	10 880	Протягивание наружных поверхностей различной формы (длина хода салазок 1250 мм)	8	6,5
Ставки отрезные и опилочные							
Абразивно-отрезной с невращающейся заготовкой	8A240	1370 × 1160	10,0	1120	Резка абразивным кругом проката сечением до 60 мм различных профилей без охлаждения	9	6
Отрезной с ножовочной пилой	8Б72	1560 × 885	1,5	950	Резка (максимальный размер поперечного сечения 250 мм)	5,5	5

Ленточно-пилльный вертикальный	8Б531	1190 × 1050	1,1	2400	Растриловка металла, вы- пиливание наружных и внутренних контуров, а также опиловка цепями напильников изделий раз- личной конфигурации	1
Отрезной круглор- пильный полуавто- мат	8Г662	2530 × 6140	7,5	8500	Резка сегментными пила- ми (максимальный раз- мер поперечного сечения 280 мм)	3

Станки для электрофизической обработки

Электроэрозийно- ный копировально- прошивочный коор- динатный высокой точности	4Г721М	760 × 865	4,0	6520	Обработка фасонных по- верхностей на токопро- водящих материалах — сталих, твердых спла- вах и т. д. (размер сто- ла 200 × 360 мм)	11
Электроимпульс- ный копировально- прошивочный	4Е723	1580 × 1260	21,4 (суммар- ная)	16 200	Предварительная и окон- чательная обработка фа- сонных полостей и отвер- стий в деталях из труд- нообрабатываемых токо- проводящих материалов (размер стола 400 × 630 мм)	11
Ультразвуковой ко- пировально - проши- вочный с абразивно-	4Д772Э	1310 × 995	1,6	10 550	Обработка деталей твер- досплавных матриц, ко- лочных, высадочных и чека-	9

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонтной сложности	
						механическая часть	электротехническая часть
несущим электролитом Электронскровой с непрофилированным электродом (проволокой)	4531	750 × 630	0,8	2540	ночных штампов (глубина обработки до 10 мм) Вырезание рабочих элементов вырубных штампов, копиров, шаблонов, фасонных резцов и т. д.: обработка производится по копиру (габариты заготовки 160 × 120 × 45 мм)	12	6
Электронскровой с непрофилированным электродом с числовым программным управлением	4532Ф3	1200 × 830	2,9	14 500	То же. Обработка производится с помощью программного управления (габариты заготовки 250 × 160 × 80 мм)	15	9

Станки с программным управлением

Токарно-револьверный прутково-патронный с числовым программным управлением	1Б340Ф30	2700 × 1450	4,2	44 400	Обработка деталей из калиброванного прутка и штучных заготовок (диаметр прутка до 40 мм)	—	—
--	----------	-------------	-----	--------	--	---	---

Токарно-винторезный с цифровой индикацией	16Б05Ф1	1510 × 750	1,5	13 500	Токарная обработка в патроне, цанге, патроне диаметром до 250 мм	-	-
Токарно-винторезный с числовым программным управлением	16Б16Ф3	3065 × 2395	6,3	34 640	Токарная обработка с нарезанием метрических, дюймовых и пигчевых резьб	-	-
Токарно-винторезный с цифровой индикацией	16Е20Ф1-02	2400 × 1300	5,5	9582	То же	-	-
Токарный патронный полуавтомат с числовым программным управлением	1П717Ф3	2250 × 1145	8,5	39 000	Токарная обработка в патроне и центрах деталей сложной конфигурации диаметром до 160 мм	-	-
То же	1725МФ3	3460 × 2050	30,0	63 000	То же (диаметр до 250 мм)	-	-
Вертикально-сверлильный с револьверной головкой с числовым программным управлением	2Р135Ф2-1	3500 × 2450	4,0	41 000	Обработка отверстий диаметром до 35 мм	-	-
Вертикально-сверлильный с инструмен- тальным магазином с числовым программ- ным управлением	2135МФ3	2855 × 2165	6,0	54 900	То же	-	-
Радиально-свер- лильный с цифровой индикацией	2576Ф1	4050 × 1280	7,5	16 500	Обработка отверстий диаметром до 80 мм свер- лами, зенкерами, разверт-	-	-

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощ- ность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонт- ной сложности	
						механи- ческая часть	электро- техниче- ская часть
Координатно-свер- лильный с числовым программным управ- лением	2554Ф2	4200 × 3500	5,5	65 400	ками, расточными резна- ми, нарезание резьбы мет- чиками Обработка отверстий диаметром до 50 мм (перемещение стола 2000 × × 1000 мм)	—	—
Горизонтально- расточный с число- вым программным управлением	2A620Ф2—I	6100 × 3950	11,0	72 950	Растачивание, нарезание резьбы, фрезерование от- верстий диаметром до 90 мм	—	—
То же	2A622Ф2—I	6100 × 3950	11,0	95 000	То же (диаметр отвер- стия до 110 мм)	—	—
Горизонтально- сверлильно-фрезерно- расточный с число- вым программным управлением и ин- струментальным ма- газином	6904ВМФ2	2790 × 2060	4,5	85 120	Комплексная обработка корпусных заготовок с четырёх сторон без пере- установки (размер стола 500 × 400 мм)	—	—

Вертикальный свер- льно-фрезерно- расточный с число- вым программным управлением и ин- струментальным ма- газином	2254ВМФ4	3320 × 2475	8,0	140 000	Комплексная обработка плоских заготовок (шири- на стола 400 мм)	-
Круглошлифоваль- ный полуавтомат с числовым программ- ным управлением	3М151Ф2	4950 × 2400	15,2	42 100	Наружное шлифование ступенчатых валов (максимальный диаметр заготовки 200 мм)	-
Внутришлифоваль- ный универсальный с числовым программ- ным управлением	3К227ВФ2	2565 × 1155	4,0	35 000	Шлифование цилиндри- ческих и конических от- верстий диаметром до 100 мм	-
Плоскошлифоваль- ный с прямоуголь- ным столом с цифро- вой индикацией	3Е711ВФ1	2820 × 1915	5,5	17 500	Шлифование плоскостей периферий круга (размер стола 200 × 630)	-
Профилешлифо- вальный полуавто- мат с числовым про- граммным управле- нием	3Г95Ф3	1100 × 1350	0,75	33 000	Шлифование изделий различного профиля	-

Наименование	Модель	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Мощность, кВт	Цена, руб.	Краткая техническая характеристика	Категория ремонтной сложности	
						механическая часть	электротехническая часть
Вертикально-фрезерный полуавтомат с числовым программным управлением и инструментальным магазином	6Р11МФ3-1	1720 × 2560	7,8	50 000	Обработка заготовок сложной пространственной формы	—	—
Фрезерный широкоуниверсальный с цифровой индикацией	6Б75ВФ1	1520 × 1250	1,5	11 150	Фрезерование, сверление, растачивание заготовок в различных плоскостях и под различными углами	—	—
Фрезерный широкоуниверсальный с числовым программным управлением	6Б76ПФ2	1940 × 1550	2,2	37 200	То же	—	—
Горизонтально-фрезерный с числовым программным управлением	6Б443ГФ3	3500 × 3040	5,5	75 640	Обработка изделий, имеющих сложную пространственную конфигурацию	—	—

Приложение 14. Стоимость работы приспособления

Группа сложности приспособления	Приспособления	Стоимость работы, коп.	
		за минуту	за час
I	Малые накладные кондукторы, шлицевые оправки универсально-сборочные приспособления	0,015	0,9
II	Большие накладные кондукторы; скальчатые кондукторы; разжимные оправки, планшайбы; шаровые буксы для протяжных станков	0,023	1,4
III	Универсальные кондукторы; приспособления с фиксацией по отверстиям, фрезерные многоместные; двух- и четырехкулачковые патроны, специальные люнеты; расточные борштанги	0,046	2,8
IV	Поворотные, многосторонние кондукторы; кондукторы под многошпиндельное сверление; расточные двух- и трехсторонние кондукторы, столы делительные и круглые, магнитные столы; патроны цанговые, электромагнитные	0,112	6,7
V	Кондукторы и приспособления поворотные, сложные; расточные кондукторы с вращающимися втулками; многошпиндельные головки; пневматические, гидравлические приспособления	0,322	19,3
VI	Транспортные устройства	0,234	14,0

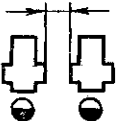
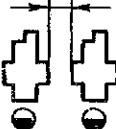
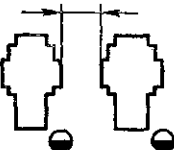
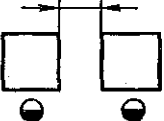
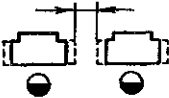
Приложение 15. Стоимость работы режущего инструмента

Наименование инструмента	Стоимость работы, коп.		Коэффициент удорожания специального инструмента
	за минуту	за час	
Резцы:			
быстрорежущие	0,055	3,3	1,2
твердосплавные	0,113	6,8	1,5
Сверла спиральные	0,128	7,7	1,5
Зенкеры	0,162	9,7	2,0
Развертки	0,180	10,8	3,0
Метчики	0,155	9,3	2,0

Наименование инструмента	Стоимость работы, коп.		Коэффициент удорожания специального инструмента
	за минуту	за час	
Фрезы:			
цилиндрические	0,162	9,7	2,5
торцовые	0,140	8,4	2,0
дисковые	0,142	8,5	2,0
шпоночные	0,056	3,4	1,5
червячные	0,165	9,9	3,0
резьбовые	0,242	14,5	3,0
Резцы зубострогальные	0,078	4,7	2,5
Протяжки:			
шпоночные	0,225	13,5	1,5
круглые	0,476	28,6	2,0
шлицевые	0,905	54,3	2,5
Шлифовальные круги:			
для наружного шлифования	0,114	6,8	—
для внутреннего шлифования	0,065	3,9	—
для плоского шлифования	0,070	4,2	—
для бесцентрового шлифования	0,34	20,4	—

Приложение 16. Нормы расстояний между оборудованием и элементами зданий



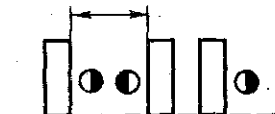
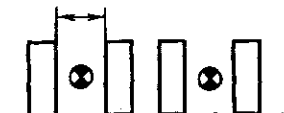
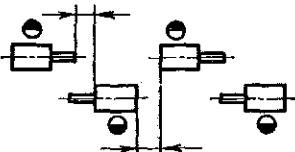

Группы станков	Эскиз	Минимальное расстояние между станками по фронту, мм		
		мел- кие станки	сред- ние станки	круп- ные станки
Токарные, ре- вольверные (пат- ронные)		700	900	1800
Вертикальные многошпиндель- ные, карусельные, вертикально-про- тяжные		—	1000	1800

Группы станков	Эскиз	Минимальное расстояние между станками по фронту, мм		
		мелкие станки	средние станки	крупные станки
Вертикально-сверлильные; фрезерные		700	900	1500
Поперечно-строгальные		700	900	—
Продольно-фрезерные, продольно-строгальные		—	1000	1800
Зуборезные		700	900	1500
Шлифовальные		700	900	1500

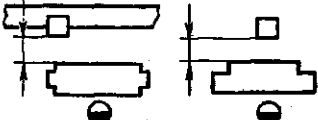
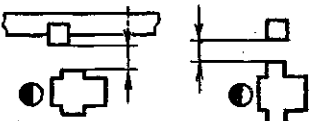
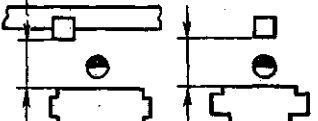
Примечания: 1. При разных размерах стоящих рядом станков расстояние между ними принимается по большему из этих станков.

2. При установке станков на индивидуальные фундаменты расстояние между станками принимается с учетом конфигурации фундаментов станков.

3. Нормы расстояний не учитывают площадок (стеллажей) для хранения крупных заготовок, тары для транспортировки, местных подъемных устройств, конвейеров и оргоснастки, размеры которых следует учитывать в каждом конкретном случае дополнительно.

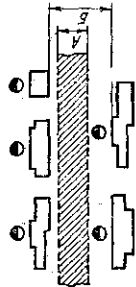
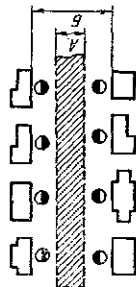
Схемы расположения станков	Эскиз	Минимальное расстояние между станками в глубину, мм		
		мел- кие станки	сред- ние станки	круп- ные станки
В «затылок»		1300	1500	2000
Тыльными сто- ронами		700	800	1300
Станок об- служивается од- ним рабочим		2000	2500	2800
Два станка об- служиваются од- ним рабочим		1300	1500	—
Шахматное расположение		700	800	1200
Под углом 15– 20°		1300	1500	1800

Примечание. Расстояния указаны от наружных габаритов станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверей и постоянных ограждений.

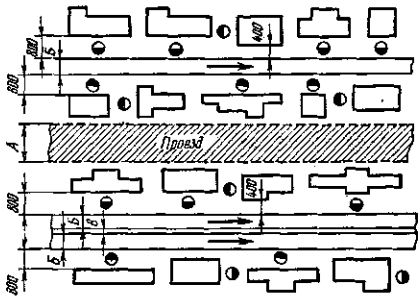
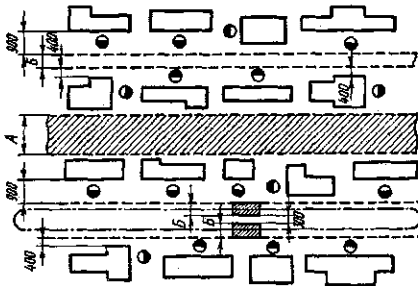
Схемы расположения станков	Эскиз	Минимальное расстояние до стен и колонн здания, мм		
		мел- кие станки	сред- ние станки	круп- ные станки
Тыльной сторо- ной		700	800	1000
Боковой сторо- ной		700	800	1000
Фронтом		1300	1500	1800

Примечания: 1. При обслуживании станков мостовыми кранами расстояния от стен и колонн принимаются с учетом возможности обслуживания станков при крайнем положении крюка крана.

2. Расстояния указаны от наружных габаритов станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверок и постоянных ограждений.

Местоако- ждение проезда и характер движения	Эскиз	Склады, лотки, скаты, тали на монорельсе	Краны мостовые и кран-балки		Электротележки (электрокары), автопогрузчики									
			габаритные размеры заготовок или талы с заготовками, мм											
			< 800	< 1500	< 800	< 800	< 1500	< 1500	< 3000	< 3000	< 800	< 800	< 1500	< 1800
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Односторон- нее между ря- дом станков, расположен- ных тыльной стороной, и ря- дом станков, расположенных к проезду фрон- том		1200 2500 2000 3300 2000 3300 2500 3800 3500 4800 2000 3300 2500 3800 3000 4300												
Односторон- нее между стан- ками, располо- женными по фронту		1200 3200 2000 4000 2000 4000 2500 4500 3500 5500 2000 4000 2500 4500 3000 5000												

Приложение 18. Нормы расстояний между поточными линиями станков (рабочих мест) с механизированным межоперационным транспортом

Виды транспортных средств	Схемы поточных линий
<p>Напольный конвейер (пластинчатый, ленточный, роликовый и др.)</p>	
<p>Подвесной конвейер или таль на монорельсе</p>	

Примечание. *А* — ширина проезда (принимается по нормам, указанным в приложении 17); *Б* — ширина конвейера или наибольшая ширина заготовки (подвески), перемещаемой подвесным конвейером или талью на монорельсе (принимается в соответствии с габаритами обрабатываемых заготовок); *В* — расстояние между транспортными устройствами (принимается в зависимости от конструкции этих устройств, но не менее 100 мм).

Приложение 19. Нормы расстояний между сборочными конвейерами и стационарными рабочими местами

Виды транспортных средств	Схемы конвейерных линий
Конвейер шагающий возвратно-поступательного движения	
Конвейер вертикально-замкнутый	
Конвейер горизонтально-замкнутый	

Примечание. *A* — ширина проезда (принимается по нормам, указанным в приложении 17); *B* — ширина конвейера; *B* — ширина собираемых изделий (или лотков для изделий).

Приложение 20. Оптовые цены на качественную сталь

Группа стали	Марка	Оптовая цена (руб.) за тонну стального проката с толщиной сечения, мм								
		5	10	15	25	41	72	105	150	250
Углеродистая качественная	15	209	169	160	152	141	139	141	145	146
	30	210	170	161	158	142	140	142	146	147
	45	213	173	164	152	144	143	145	149	150
	55	214	174	165	153	146	145	146	151	152

Группа стали	Марка	Оптовая цена (руб.) за тонну стального проката с толщиной сечения, мм								
		5	10	15	25	41	72	105	150	250
Углеродистая инструментальная	У8А	—	—	194	184	176	175	177	182	183
	У12А	—	—	199	190	182	180	182	187	188
	У8	219	182	173	161	154	153	155	156	157
	У12	226	285	177	175	159	158	158	161	162
Автоматная	А12...А30	197	157	148	135	128	127	128	130	131
	АЦ20	—	—	151	142	135	134	135	137	—
	АЦ45	—	—	155	145	139	138	140	141	—
	АЦ40Г	—	—	156	147	140	139	140	142	—
	АЦ50Х	—	—	161	152	149	145	144	144	—
Хромистая	20Х	217	177	168	156	148	147	149	151	152
	40Х	218	178	170	158	150	149	151	153	154
Хромистоникелевая	12ХН3А	479	415	401	379	366	365	370	375	377
Марганцовистая	15Г	197	160	152	140	133	132	134	136	136
	30Г	198	161	152	150	134	133	135	136	137
	45Г	201	163	155	152	137	136	137	139	140
	60Г	204	167	159	147	140	139	141	143	144
Легированная инструментальная	Х	232	188	178	165	157	156	157	159	160
	9ХС	270	209	198	193	184	183	185	186	187
Быстрорежущая	Р6М5	3470	3210	3150	3040	2970	2970	3020	3070	3080
	Р9	3310	3020	2950	2830	2750	2750	2800	2840	2850
	Р9К5	5090	4770	4690	4540	4440	4440	4530	4610	4610
	Р12	4180	3830	3740	3600	3500	3490	3500	3620	3630
	Р18	5520	5050	4940	4750	4630	4610	4620	4790	4800
	Р18К5Ф2	7240	6840	6740	6540	6410	6410	6540	6660	6670

**Приложение 21. Оптовые цены на отливки, поковки
и горячие штамповки в рублях за тонну**

Материал	Масса одной заготовки, кг	Группа сложности заготовок				
		1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Чугунные и стальные отливки, изготавливаемые в песчаных формах						
Чугун серый (СЧ 10, СЧ 15, СЧ 18)	До 0,063	368	425	494	564	640
	0,063...0,1	349	405	473	542	618
	0,1...0,16	331	386	454	522	596
	0,16...0,25	314	368	435	502	575
	0,25...0,4	298	351	417	483	555
	0,4...0,63	283	335	400	464	536
	0,63...1	269	320	384	446	518
	1...1,6	256	306	353	428	500
	1,6...2,5	244	293	338	413	483
	2,5...4	233	282	325	398	468
	4...6,3	222	270	312	384	453
	6,3...10	212	259	300	370	438
Чугун серый (СЧ 20, СЧ 25, СЧ 30)	До 0,063	383	445	519	589	665
	0,063...0,1	364	425	498	567	643
	0,1...0,16	346	406	479	547	621
	0,16...0,25	329	388	460	527	600
	0,25...0,4	312	370	442	508	580
	0,4...0,63	297	353	424	489	561
	0,63...1	282	337	407	471	543
	1...1,6	269	322	391	453	525
	1,6...2,5	256	309	375	436	507
	2,5...4	244	297	359	419	489
	4...6,3	233	285	343	402	472
	6,3...10	223	273	328	386	456
Чугун серый (СЧ 35, СЧ 40, СЧ 45)	До 0,063	393	455	529	599	677
	0,063...0,1	374	435	508	577	654
	0,1...0,16	356	416	489	557	632
	0,16...0,25	339	398	470	537	611
	0,25...0,4	322	380	452	518	590
	0,4...0,63	307	363	434	499	571
Чугун серый (СЧ 35, СЧ 40, СЧ 45)	0,63...1	292	347	417	481	553
	1...1,6	279	332	401	463	535
	1,6...2,5	266	319	385	446	517
	2,5...4	254	307	369	429	499
	4...6,3	243	295	353	412	482
	6,3...10	233	283	338	396	466
	До 0,063	462	518	585	660	743
Сталь угле- родистая обыкновенного ка- чества и низко- легированная	0,063...0,1	440	501	566	640	722
	0,1...0,16	421	482	548	624	705
	0,16...0,25	403	465	531	608	688
	0,25...0,4	387	450	515	592	672

Материал	Масса одной заготовки, кг	Группа сложности заготовок				
		1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Сталь углеродистая обыкновенного качества и низколегированная	0,4...0,63	372	435	499	576	656
	0,63...1	357	420	483	562	640
	1...1,6	347	406	469	548	625
	1,6...2,5	332	394	455	534	610
	2,5...4	320	382	442	520	595
	4...6,3	310	370	430	507	583
	6,3...10	300	360	418	495	571
	До 0,063	857	991	1094	1263	1399
Сталь легированная	0,063...0,1	817	941	1054	1223	1359
	0,1...0,16	776	897	1009	1178	1314
	0,16...0,25	741	862	974	1133	1279
	0,25...0,4	707	828	940	1094	1240
	0,4...0,63	676	790	901	1055	1209
	0,63...1	647	760	868	1021	1165
	1...1,6	619	730	834	986	1151
	1,6...2,5	594	702	806	956	1111
	2,5...4	571	675	777	924	1079
	4...6,3	550	651	753	899	1054
	6,3...10	528	625	724	869	1024

Отливки из цветных металлов

Алюминиевый сплав	До 0,063	2013	2186	2324	2525	2744
	0,63...0,1	1949	2132	2272	2475	2705
	0,1...0,16	1887	2071	2220	2436	2656
	0,16...0,25	1833	2017	2181	2396	2607
	0,25...0,4	1781	1969	2137	2356	2577
	0,4 ...0,63	1734	1919	2093	2316	2538
	0,63...1	1689	1875	2048	2281	2502
	1...1,6	1646	1830	2014	2245	2469
	1,6...2,5	1608	1792	1979	2209	2430
	2,5...4	1571	1753	1945	2175	2397
	4...6,3	1540	1721	1914	2147	2368
	6,3...10	1506	1684	1879	2112	2332
Бронза оловянная	До 0,25	2780	2855	2935	3015	3100
	0,25...0,4	2765	2840	2920	3000	3085
	0,4...0,63	2750	2825	2905	2985	3070
	0,63...1	2735	2810	2890	2970	3055
	1...1,6	2725	2800	2880	2960	3045
	1,6...2,5	2710	2785	2865	2945	3030
	2,5...4	2695	2770	2850	2930	3015

Материал	Масса одной заготовки, кг	Группа сложности заготовок				
		1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Бронза оловянная	4...6,3	2685	2760	2840	2920	3005
	6,3...10	2670	2745	2825	2905	2990
	До 0,25	1775	1905	2015	2095	2165
	0,25...0,4	1730	1855	1952	2025	2095
	0,4...0,63	1695	1785	1875	1950	1985
	0,63...1	1650	1750	1810	1865	1915
	1...1,6	1640	1720	1780	1835	1875
	1,6...2,5	1605	1670	1725	1775	1810
	2,5...4	1595	1650	1710	1755	1780
	4...6,3	1575	1620	1665	1695	1760
	6,3...10	1565	1615	1650	1670	1720

Поковки из проката

Сталь углеродистая обыкновенного качества (БСт1кп... БСт1кп)	До 1,6	293	333	385	449	—
	1,6...2,5	282	319	368	427	—
	2,5...4	272	306	352	407	—
	4...6,3	263	295	338	390	—
	6,3...10	253	283	323	371	—
Сталь углеродистая качественная (08...60)	До 1,6	326	368	426	490	—
	1,6...2,5	315	355	408	467	—
	2,5...4	306	342	391	446	—
	4...6,3	295	331	376	428	—
	6,3...10	284	319	360	408	—
Сталь легированная хромистая (15X...50X)	До 1,6	384	435	503	588	—
	1,6...2,5	368	416	480	559	—
	2,5...4	355	400	459	533	—
	4...6,3	343	385	441	510	—
	6,3...10	330	369	421	485	—
Сталь инструментальная углеродистая (У7...У13)	До 1,6	393	445	516	604	—
	1,6...2,5	376	424	490	571	—
	2,5...4	361	405	466	542	—
	4...6,3	347	388	445	515	—
	6,3...10	332	370	423	487	—
Сталь инструментальная легированная (ХВГ)	До 1,6	809	889	998	1134	—
	1,6...2,5	779	853	953	1078	—
	2,5...4	752	819	911	1025	—
То же	4...6,3	729	791	876	981	—
	6,3...10	705	762	839	935	—

Материал	Масса одной заготовки, кг	Группа сложности заготовок				
		1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Сталь инструментальная быстрорежущая (P9)	До 1,6	3364	3551	3819	4133	—
	1,6...2,5	3295	3466	3713	4000	—
	2,5...4	3230	3387	3613	3876	—
	4...6,3	3176	3320	3530	3772	—
	6,3...10	3120	3251	3443	3664	—

Горячие штамповки

Сталь углеродистая обыкновенного качества (Ст1сп...Ст6сп)	До 0,25	614	684	761	847	—
	0,25...0,4	531	596	658	723	—
	0,4...0,63	463	526	580	647	—
	0,63...1	398	456	508	568	—
	1...1,6	358	408	453	511	—
	1,6...2,5	298	342	386	441	—
	2,5...4	271	309	351	404	—
	4...6,3	243	279	317	368	—
Сталь углеродистая качественная (08...60)	6,3...10	234	269	306	355	—
	До 0,25	638	718	788	871	—
	0,25...0,4	553	623	682	752	—
	0,4...0,63	487	550	604	667	—
	0,63...1	419	480	531	590	—
	1...1,6	376	430	476	531	—
	1,6...2,5	320	364	408	460	—
	2,5...4	293	331	373	423	—
Сталь легированная хромистая (15X...50X)	4...6,3	261	299	339	387	—
	6,3...10	255	290	328	374	—
	До 0,25	750	842	923	1008	—
	0,25...0,4	637	722	794	872	—
	0,4...0,63	557	635	702	778	—
	0,63...1	486	555	618	680	—
	1...1,6	433	495	552	619	—
	1,6...2,5	373	427	477	537	—
Сталь инструментальная углеродистая (У7...У13)	2,5...4	337	387	434	489	—
	4...6,3	308	350	392	440	—
	6,3...10	296	335	378	424	—
	До 0,25	1056	1155	1267	1394	—
	0,25...0,4	894	983	1085	1198	—
	0,4...0,63	766	851	949	1059	—
	0,63...1	647	728	822	928	—
	1...1,6	558	635	725	848	—
	1,6...2,5	479	552	639	739	—
	2,5...4	409	478	562	659	—
	4...6,3	357	422	503	597	—
	6,3...10	346	407	485	576	—

Материал	Масса одной заготовки, кг	Группа сложности заготовок				
		1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Сталь инструментальная легированная (ХВГ)	До 0,25	1363	1478	1612	1772	—
	0,25...0,4	1179	1281	1411	1555	—
	0,4...0,63	1096	1186	1296	1428	—
	0,63...1	993	1071	1171	1291	—
	1...1,6	928	1000	1091	1205	—
	1,6...2,5	847	914	1001	1107	—
	2,5...4	775	838	921	1022	—
	4...6,3	723	783	862	959	—
	6,3...10	710	768	845	939	—
Сталь инструментальная быстрорежущая (Р9)	До 0,25	4960	5284	5645	6096	—
	0,25...0,4	4406	4701	5040	5443	—
	0,4...0,63	4216	4496	4823	5213	—
	0,63...1	3994	4228	4514	4833	—
	1...1,6	3870	4088	4367	4673	—
	1,6...2,5	3553	3730	3962	4228	—
	2,5...4	3485	3648	3864	4114	—
	4...6,3	3327	3480	3686	3925	—
	6,3...10	3301	3452	3655	3891	—

Примечания: 1. Цены на отливки, поковки и штамповки указаны без учета транспортных расходов, которые составляют 10—15% стоимости заказа.

2. К 1-й группе сложности относятся плоскостные отливки малоответственного назначения без внутренних полостей с гладкими наружными поверхностями, прямолинейные, с наличием невысоких усиливающих ребер, буртов, бобышек, отверстий и т. п. (крышки, рукоятки, вилки, рычаги, маховики без спиц); ко 2-й группе — отливки открытой коробчатой или цилиндрической формы с наружными поверхностями прямолинейной и криволинейной формы с наличием усиливающих ребер, буртов, бобышек, фланцев с отверстиями и углублениями простой конфигурации, с простыми внутренними полостями с гладкими и ровными поверхностями без выступов и углублений (плиты разметочные, кронштейны простой конструкции: рамные уровни, маховики со спицами, шкивы, корпуса патронов, револьверные головки, сложные вилки); к 3-й группе — отливки открытой коробчатой или цилиндрической формы ответственного назначения; с криволинейными и прямолинейными с наличием нависающих частей наружными поверхностями, с внутренними полостями средней сложности, с гладкой прямолинейной и одной-двумя криволинейными поверхностями с незначительными выступами и углублениями на одной из гладких поверхностей, невысокими ребрами, перемычками, бобышками (блоки, шпиндели, матрицы, ребристые цилиндры, шестерни

с литыми зубьями, задние бабки, люнеты, планшайбы, суппорты металлорежущих станков, корпуса редукторов); к 4-й группе — отливки закрытой и частично открытой коробчатой или цилиндрической формы ответственного назначения, с криволинейными и прямолинейными с незначительным количеством пересечений поверхностями, имеющими выступающие части и углубления сложной конфигурации; с внутренними полостями сложной конфигурации, имеющими большое количество выступающих и углубленных мест (столы и основания металлорежущих станков, станины ковочных машин, траверсы, корпуса гидравлических головок, лопасти гидротурбин, каретки, фартуки, консоли, шестерни двухдисковые, корпуса редукторов); к 5-й группе — отливки закрытой коробчатой и цилиндрической формы весьма ответственного назначения; состоящие из двух-трех и более разветвлений с криволинейными наружными поверхностями с пересекающимися под различными углами ребрами; кронштейнами и фланцами, с высокими выступающими и углубленными местами; с внутренними полостями с криволинейными поверхностями, пересекающимися под различными углами (станины и передние бабки металлорежущих и деревообрабатывающих станков, фасонные стальные цилиндры, блоки и головки цилиндров дизелей, литые коленчатые валы, планшайбы и стойки уникальных станков).

3. К 1-й группе сложности относятся поковки с постоянным сечением без отверстий (глухие фланцы, плиты, гладкие валы диаметром до 75 мм и длиной до 1 м, прямоугольные поковки с меньшей стороной прямоугольника до 75 мм); ко 2-й группе — поковки с незначительно меняющимся сечением и поковки постоянного сечения с отверстием (фланцы с отверстиями, шестерни с бобышкой, гладкие и одноступенчатые валы диаметром до 200 мм и длиной до 8 м, прямоугольные бруски с меньшей стороной до 200 мм, штамповые кубики); к 3-й группе — поковки с небольшим количеством переменных сечений (гладкие валы диаметром свыше 200 мм и длиной свыше 8 м, двух- и трехступенчатые валы, гладкие валы с фланцем, шестерни с бобышкой и отверстием, хомуты, траверсы, направляющие, рычаги, втулки, цилиндры); к 4-й группе — поковки сложной конфигурации с большим количеством переменных сечений (эксцентрикные валы, гладкие и ступенчатые валы длиной свыше 8 м; гладкие двухступенчатые валы с фланцем, шатуны, сложные рычаги, рамы, пустотелые поковки с заковом).

4. К 1-й группе сложности относятся простые штамповки (тела вращения в плоскости разреза без отверстий, призматические горячие штамповки без резких переходов, ребер и валин, валики); ко 2-й группе — несложные горячие штамповки (тела вращения в плоскости разреза штампов с отверстиями, призматические горячие штамповки с ребрами и прошитыми отверстиями и выступами, горячие штамповки, получаемые на горизонтально-ковочных машинах в три перехода и менее, коленчатые валы с изгибом в одной плоскости); к 3-й группе — сложные горячие штамповки (тела вращения с выступами, шестерни, призматические штамповки, коленчатые валы с про-

тивовсами, распределительные валы и оси); к 4-й группе — особо сложные штамповки (тела вращения с несколькими ребрами, коленчатые валы с коленами в различных плоскостях, лопатки турбин, горячие штамповки, полученные на горизонтально-ковочных машинах в пять и более переходов).

Приложение 22. Оптовые цены на твердые сплавы и изделия из них

I. Пластины для инструментов, применяемых при обработке резанием

Марка сплава	Основная цена, руб/кг	
	I группа сложности	II группа сложности
ВК3	22,90	24,60
ВК3-М	30,20	34,70
ВК4	22,60	25,90
ВК6	23,10	26,50
ВК6-М	27,00	31,00
ВК6-ОМ	42,10	48,40
ВК8	23,10	26,50
ВК10	24,20	27,80
ВК10-М	40,30	46,30
ВК10-ОМ	36,10	41,40
ВК15	23,40	26,90
ВК20	25,20	28,70
Т30К4	20,30	23,40
Т15К6	20,80	23,90
Т14К8	21,00	27,20
Т5К10	23,00	26,30
Т17К12	46,90	53,90
ТТ8К6	66,50	76,40
ТТ10К8-Б	80,70	92,70
ТТ20К9	93,20	108,00

Примечание. За изготовление одной пластины устанавливается доплата в размере 1 коп. для изделий I группы сложности и 1,2 коп. для изделий II группы сложности. При определении стоимости одной пластины (изделия) необходимо определить стоимость материала, идущего на изготовление одной пластины, и приплюсовать доплату за сложность изготовления.

II. Твердосплавные многогранные пластины

Марка сплава	Основная цена, руб/кг	Доплата, коп.
<i>Пластины без задних углов и стружечных канавок</i>		
ВК3-М	69,80	6
ВК4	38,80	6
ВК6	38,80	6
ВК8	33,50	6
Т30К4	59,90	6
Т15К6	28,80	6
Т5К10	38,50	6
Т17К12	69,70	6

Пластины без задних углов со стружечными канавками

ВК3-М	94,60	9
ВК4	54,00	9
ВК6	54,00	9
ВК8	46,90	9
Т30К4	87,80	9
Т15К6	41,40	9
Т5К10	53,80	9
ТТ7К12	90,10	9

Пластины с задними углами и стружечными канавками

ВК3-М	140,00	13
ВК4	82,20	13
ВК6	82,20	13
ВК8	71,10	13
Т30К4	135,00	13
Т15К6	63,50	13
Т5К10	81,70	13
ТТ7К12	131,00	13

Опорные пластины, шлифованные без заднего угла

ВК15	74,60	13
------	-------	----

Опорные пластины, шлифованные с задним углом

ВК15	131,00	23
------	--------	----

Стружколомы сменные многогранные

ВК8	78,40	32
-----	-------	----

III. Заготовки для многолезвийного монолитного режущего инструмента из твердого сплава

Марка сплава	Основная цена, руб/кг	Доплата, коп.
<i>Концевой инструмент без торцового зуба и без хвостовика (сверла, развертки, концевые фрезы)</i>		
BK8	33,50	20
BK10	29,50	20
<i>Концевой инструмент с торцовым зубом твердосплавным хвостовиком или переходной частью (развертки, метчики, зенковки, концевые фрезы)</i>		
BK8	48,10	31
<i>Стержни цилиндрические нешлифованные</i>		
BK8	34,00	10

Приложение 23. Заготовительные цены на лом и отходы черных металлов, руб/т

Материал	Лом	Стружко-брикет	Стружка витая
Сталь углеродистая	53,20	33,90	16,10
Чугун	55,10	37,30	24,80
Сталь конструкционная низколегированная	54,50	50,30	22,10
Сталь инструментальная хромистая, хромованадиевая	118,00	115,00	44,00
Сталь инструментальная хромовольфрамванадиевая	335,00	314,00	198,00
Сталь быстрорежущая хромовольфрамванадиевая	1380,0	1300,0	809,00
Стали легированные, которые обязательно сдаются по-марочно:			
P6M3	1410,0	1390,0	960,00
P9Ф5	1660,0	1590,0	1020,00
P6M5	1670,0	1650,0	1130,00
P18K5Ф2	3640,0	3460,0	2560,00

Приложение 24. Часовые тарифные ставки, руб.

Условия труда	Разряды					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
Тарифные коэффициенты	1,0	1,09	1,21	1,33	1,5	1,71

Для рабочих предприятий машиностроения (кроме станочников)

Нормальные:						
для сдельщиков	0,447	0,487	0,539	0,670	0,767	—
для повременщиков	0,418	0,455	0,503	0,557	0,627	0,71
Тяжелые и вредные:						
для сдельщиков	0,503	0,548	0,606	0,670	0,754	0,863
для повременщиков	0,471	0,512	0,566	0,627	0,705	0,807
Особо тяжелые и вредные:						
для сдельщиков	0,557	0,606	0,670	0,742	0,835	0,955
для повременщиков	0,521	0,566	0,627	0,693	0,780	0,893

Для рабочих, занятых на обработке на металлообрабатывающих станках

Нормальные:						
для сдельщиков	0,503	0,548	0,606	0,670	0,75	0,863
для повременщиков	0,471	0,512	0,566	0,627	0,705	0,807
Вредные:						
для сдельщиков	0,530	0,586	0,637	0,705	0,794	0,908
для повременщиков	0,495	0,539	0,596	0,659	0,742	0,849

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

I. Технология машиностроения

1. Бабушкин А. З., Новиков В. Ю., Схиртладзе А. Г. Технология изготовления металлообрабатывающих станков и автоматических линий. М., 1982.
2. Балакишин Б. С. Основы технологии машиностроения. М., 1969.
3. Воробьева Л. Н. Технология машиностроения и ремонт машин. М., 1981.
4. Данилевский В. В. Технология машиностроения. М., 1984.
5. Егоров М. Е., Деменьтьев В. И., Дмитриев В. Л. Технология машиностроения. М., 1976.
6. Зазерский Е. М., Жолнерчик С. И. Технология обработки деталей на станках с программным управлением. Л., 1975.
7. Картавов С. А. Технология машиностроения. Киев, 1974.
8. Кован В. М., Корсаков В. С., Косилова А. Г. и др. Основы технологии машиностроения/Под ред. В. С. Корсакова. М., 1977.
9. Мельников Н. Ф., Бристоль Б. Н., Деменьтьев В. И. Технология машиностроения. М., 1977.
10. Митрофанов С. П. Научная организация машиностроительного производства. М., 1976.
11. Мовчин В. Н., Михайлов Г. М. Технология производства измерительных инструментов и приборов. М., 1980.
12. Палей М. М. Технология производства металлорежущих инструментов. М., 1982.
13. Попов С. А. Заточка и доводка режущего инструмента. М., 1981.
14. Справочник металлиста/Под ред. А. Н. Малова. Т. 3. М., 1977.
15. Справочник металлиста/Под ред. М. П. Новикова и П. М. Орлова. Т. 4. М., 1977.
16. Справочник технолога-машиностроителя/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мецеракова. Т. 1. М., 1972.
17. Справочник технолога-машиностроителя/Под ред. А. Н. Малова. Т. 2. М., 1972.

II. Металлорежущие станки

18. Кучер А. М. Немые кинематические схемы металлорежущих станков. Л., 1977.
19. Кучер А. М., Киватитский М. М. Металлорежущие станки. Л., 1972.
20. Локтев Д. А. Сборник задач по настройке металлорежущих станков. М., 1972.
21. Локтева С. Е. Станки с программным управлением. М., 1979.
22. Металлорежущие станки с числовым программным управлением. М., 1982.
23. Наладка и эксплуатация агрегатных станков и автоматических линий. М., 1974.
24. Ничков А. Г. Резьбонарезные станки. М., 1979.
25. Номенклатурный каталог. Универсальные металлорежущие станки. М., 1982.
26. Чернов Н. Н. Металлорежущие станки. М., 1978.

III. Режимы резания и техническое нормирование

27. Аршинов В. А., Алексеев Г. А. Резание металлов и режущий инструмент. М., 1976.
28. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. Вып. 1. М., 1972.
29. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. Вып. 2. М., 1972.
30. Нефедов Н. А., Осипов К. А. Сборник примеров и задач по резанию металлов и режущему инструменту. М., 1984.
31. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ. М., 1972 — 1978.
32. Справочник металлиста/Под ред. А. Н. Малова. Т. 3. М., 1977.
33. Режимы резания металлов/Под ред. Ю. В. Барановского. М., 1972.
34. Мовчин В. Н., Мовчин С. В. Сборник задач по техническому нормированию в механических цехах. М., 1983.

IV. Приспособления и автоматизация производства

35. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Л., 1975.
36. Белоусов А. П. Автоматизация процессов в машиностроении. М., 1973.
37. Белоусов А. П. Проектирование станочных приспособлений. М., 1980.
38. Белоусов А. П., Дашенко А. И. Основы автоматизации производства в машиностроении. М., 1982.
39. Болошин Х. Л., Костромин Ф. П. Станочные приспособления. М., 1973.
40. Гольдин М. М., Зуев В. Д., Иванов Л. Д. и др. Наладка и эксплуатация агрегатных станков и автоматических линий. М., 1974.
41. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. М., 1979.
42. Кузнецов В. С., Пономарев В. А. Универсально-сборные приспособления в машиностроении. М., 1971.
43. Серебренникий П. П. Пособие для станочников. Л., 1978.
44. Шатин В. П., Шатин Ю. В. Шпиндельная оснастка/Под ред. И. М. Рыбкина. М., 1981.

V. Режущий инструмент

45. Алексеев Г. А., Аршинов В. А., Кричевская Р. М. Конструирование инструмента. М., 1979.
46. Грановский Г. И., Панченко К. П. Фасонные резцы. М., 1976.
47. Нефедов Н. А., Осипов К. А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. М., 1984.
48. Семенченко И. И., Матюшин В. М., Сахаров Г. Н. Проектирование металлорежущих инструментов. М., 1963.
49. Справочник заточника. М., 1982.

VI. Допуски и измерительный инструмент

50. Допуски и посадки/В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов и др. В 2-х частях. Л., 1983.
51. Зябрева Н. Н., Перельман Е. И., Шегал М. Я. Пособие к решению задач по курсу «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения». М., 1977.

52. Козловский Н. С., Виноградов А. Н. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. М., 1979.

53. Кутай А. К., Романов А. Б., Рубинов А. Д. Справочник контрольного мастера. Л., 1980.

54. Якушев А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. М., 1979.

VII. Экономика, организация и планирование производства

55. Барташев Л. В. Справочник конструктора и технолога по технико-экономическим расчетам. М., 1979.

56. Бялковская В. С., Грекова П. Д., Кибанов А. Я. и др. Сборник задач по экономике машиностроительной промышленности. М., 1979.

57. Великанов К. М., Власов В. Ф., Карандашова К. С. Экономика и организация производства в дипломных проектах. Л., 1977.

58. Власов В. Ф., Демиденко Д. С., Моисеева Н. Г. и др. Практические занятия по курсу «Экономика машиностроения»/Под ред. К. М. Великанова. М., 1980.

59. Глаголева Л. А. Практикум по курсу «Организация, планирование и управление предприятием машиностроительной промышленности». М., 1981.

60. Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. М., 1969.

61. Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий. М., 1967.

62. Климов А. П., Оленев И. Д., Соколицин С. А. Организация и планирование производства на машиностроительном заводе/Под ред. С. А. Соколицина. Л., 1979.

63. Летенко В. А., Туровец О. Г. Организация машиностроительного производства. М., 1982.

64. Мамаев В. С., Осипов Е. Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. М., 1974.

65. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием/Под ред. В. А. Летенко и Б. Н. Родионова. М., 1979.

66. Экономика, организация и планирование машиностроительного производства/Под ред. К. М. Коростелевой. М., 1984.

VIII. Графическая часть

67. Бабулин Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей. М., 1978.

68. Боголюбов С. К., Воинов А. В. Черчение. М., 1982.

69. Дружинин Н. С., Цыбков П. П. Выполнение чертежей по ЕСКД. М., 1975.

IX. Технологические и конструкторские классификаторы

70. Классификатор технологических операций в машиностроении и приборостроении. Часть 1. М., 1975.

71. Классификатор технологических операций в машиностроении и приборостроении. Часть 2. М., 1978.

72. Общесоюзный классификатор. Система обозначений единиц величин и счета, используемых в автоматизированных системах управления народным хозяйством для обработки технико-экономической информации. М., 1975.

73. Общесоюзный классификатор. Промышленная и сельскохозяйственная продукция. Высшие классификационные группировки. М., 1977.

74. Общесоюзный классификатор. Промышленная и сельскохозяйственная продукция. Класс 38. Оборудование металлообрабатывающее и деревообрабатывающее. М., 1978.

75. Общесоюзный классификатор. Промышленная и сельскохозяйственная продукция. Класс 39. Инструмент, технологическая оснастка, абразивные материалы. Т. 1, 2, 3, 4. М., 1977...1978.

76. Общесоюзный классификатор. Профессии рабочих, должности служащих и тарифные разряды. М., 1977.

77. Общесоюзный классификатор. Промышленная и сельскохозяйственная продукция. Классы 40 и 50. Руководящий технический материал. М., 1977.

78. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. Часть 1. М., 1974.

79. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. Часть 2. М., 1975.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Требования, предъявляемые к дипломному проекту	4
1.1. Тематика дипломных проектов	4
1.2. Содержание и объем дипломного проекта	6
1.3. Общие требования к оформлению дипломного проекта	9
2. Преддипломная производственная практика	18
2.1. Основные задачи преддипломной практики	18
2.2. Содержание преддипломной практики	20
2.3. Дневник-отчет о преддипломной практике	23
3. Методические указания по отдельным разделам дипломного проекта	23
3.1. Введение	23
3.2. Описание конструкции детали	24
3.3. Технологическая часть	25
3.4. Производственные расчеты	97
3.5. Организационная часть	114
3.6. Экономическая часть	144
3.7. Резюмирующая часть	156
4. Защита дипломного проекта	158
4.1. График выполнения дипломного проекта	158
4.2. Подготовка к защите дипломных проектов	163
4.3. Проведение защиты дипломных проектов	164
4.4. Ошибки и недостатки в дипломных проектах	166
Приложения	168
Список рекомендуемой литературы	235

**Долгопрудненский авиационный техникум
Электронная библиотека**



Козловский Александр Юрьевич



141702 Россия Московская обл.
г. Долгопрудный, пл. Собина, 1

Phone: 8(495)4084593 8(495)4083109
Email: dat_te@mail.ru
Site: gosda.ru

Николай Александрович Нефедов

**Дипломное проектирование
в машиностроительных техникумах**

Зав. редакцией К. И. Аношина. Редактор А. В. Дубровский. Мл. редактор Н. М. Иванова. Художественный редактор Т. А. Дурасова. Технический редактор З. В. Нуждина. Макетирование технического редактора Э. М. Чижевского. Корректор Г. А. Четчикина

ИБ № 5391

Изд. № ОТ-506. Слано в набор 19.08.85. Подписано в печать 02.01.86. Формат 84 × 108¹/₃₂. Бум. тип. № 2. Гарнитура таймс. Печать высокая. Объем 12,6 усл. печ. л. 12,81 усл. кр.-отт. 12,01 уч.-изд. л. Тираж 100 000 экз. Заказ № 45. Цена 40 коп.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14. Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр., 15.

