Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ

Методические указания

к проведению практических занятий по дисциплине

«Основы технологии производства автомобилей»

для студентов направления 6.070106

«Автомобильный транспорт»

дневной и заочной форм обучения.

Часть II.

Севастополь
2008

УДК 629.114.083

Методические указания к выполнению практических работы по дисциплине «Основы технологии производства автомобилей» для студентов специальности 6.09.0258 «Автомобили и автомобильное хозяйство» дневной и заочной форм обучения. Часть II. / Сост. П.К. Сопин, Л.А. Кияшко. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2008. – 68 с.

Целью методических указаний является помощь студентам:

- в закреплении теоретических знаний по технологии производства автомобилей;
- в развитии навыков по самостоятельному проектированию рациональных технологических процессов механической обработки деталей и сборки изделий;
- в овладении методиками расчета параметров технологических процессов;
- в привитии навыков оформления технологической документации;
- развитии навыков самостоятельной работы с научно-технической литературой.

Методические указания рассмотрены и утверждены кафедрой «Автомобильного транспорта» (протокол №__ от _____ 2008 г.)

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Братан С.М., доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Технология машиностроения».

СОДЕРЖАНИЕ

Практическая работа №8
Проектирование операций механической обработки детали. Установление рациональной последовательности переходов 4
Практическая работа №9
Расчет припусков. Определение по таблицам припусков на механическую обработку 6
Практическая работа №10
Расчет режимов резания 12
Практическая работа №11
Нормирование технологической операции 19
Практическая работа №12
Оформление технологической документации 23
Практическая работа №13
Анализ технологических процессов обработки типовых деталей автомобиля 38
Библиографический список 40
Приложение А (справочное) 41
Приложение Б (справочное) 46
Приложение В (справочное) 56
Приложение Г (справочное) 65

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ. УСТАНОВЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕХОДОВ

Цель работы: Освоение методики проектирования операций механической обработки детали при разработке технологического процесса.

8.1. Теоретический раздел

Для проектирования операций необходимо знать маршрутную технологию, схемы базирования и закрепления изделия, намеченное ранее содержание операций, для поточной линии такт выпуска изделий. Проектирование операции рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

– уточняется схема базирования и содержание операции, устанавливается последовательность и возможность совмещения переходов во времени;
– окончательно выбираются оборудование, приспособления и инструменты;
– рассчитываются припуски и операционные размеры и размеры заготовки;
– рассчитываются или выбираются режимы работы оборудования;
– рассчитываются или назначаются нормы времени;
– при необходимости проводится технико-экономический анализ вариантов выполнения операции;
– заполняются операционные карты и карты эскизов и схем.

Проектируя любой вариант операции, технолог стремится к снижению нормы времени, что достигается в основном за счет уменьшения основного и вспомогательного времени. Возможность совмещения элементов оперативного времени зависит от схемы построения операции, которая характеризуется: числом заготовок, устанавливаемых для обработки; инструментов, участвующих одновременно в обработке; порядком обработки поверхностей заготовок инструментами. В общем случае различают одно- и многоинструментную, последовательную, параллельную и параллельно-последовательную обработку. В зависимости от условий производства выбирают соответствующую схему построения станочной операции. При этом должны учитываться принципы концентрации и дифференциации обработки на станках.

В массовом производстве находят применение наиболее производительные схемы станочных операций – многоместная многоинструментная параллельная обработка, а в серийном – одноместная одноинструментная последовательная. Однако практически при любом типе производства возможны различные сочетания схем.

Одноместные схемы обработки (обработка на револьверных станках, станках с ЧПУ, гидрокопировальных станках) позволяют совмещать технологические переходы, но возможность совмещения вспомогательного времени практически отсутствует. Основное время определяется как сумма времен выполнения отдельных переходов.

Технологические операции на автоматических линиях строят по параллельным и параллельно-последовательным схемам. При параллельной схеме

обработки основное время выполнения операции определяется только одним лимитирующим (наиболее продолжительным) переходом. Параллельно-последовательные схемы создаются при обработке нескольких поверхностей заготовки одновременно и в нескольких позициях последовательно. При этом заготовка либо переходит на новые позиции станка, либо не меняет позиций, а обработка выполняется режущими инструментами, подводимыми в зону обработки с помощью поворотной головки, барабана или подвижного стола. Во всех случаях основное время операции включает сумму последовательно выполняемых в позициях переходов.

Число и последовательность технологических переходов зависят от вида заготовки и точностных требований к готовой детали. Совмещение переходов определяется конструкцией детали, возможностями расположения режущих инструментов на станке и жесткостью заготовки. Переходы, при которых соблюдаются жесткие требования к точности и шероховатости поверхности, иногда целесообразно выделить в отдельную операцию, применяя одноместную одноинструментную последовательную обработку. На каждый переход механической обработки рекомендуется составить операционный эскиз, а при многоинструментной и многоместной обработке – схему наладки с указанием настроечных размеров.

8.2. Порядок выполнения работы

1) Проанализировать составленный ранее маршрутный технологического процесса изготовления детали.
2) Выявить наиболее сложные операции.
3) Обосновать возможные схемы построения операций [1, 2]. Рекомендуется рассмотреть следующие схемы выполнения операции: одноместная, многоместная обработка; последовательная, параллельная обработка поверхностей; параллельно-последовательная обработка поверхностей. Например, при обработке наружных поверхностей вариантами таких схем могут быть: обработка детали на универсальном станке, станке с ЧПУ (последовательные схемы); гидрокопировальном станке; многорезцовом станке (параллельные схемы).
4) Выполнить эскизы технологических наладок схем операций.
5) Произвести анализ преимуществ и недостатков каждой из предложенных схем.
6) Сделать окончательный выбор схемы и оборудования.

8.3. Набор типовых задач для решения на занятии

При выполнении работы проектируется одна, две наиболее сложных операции разработанного в практической работе №7 маршрутного технологического процесса изготовления детали.

8.4. Содержание отчета

1) Наименование работы.
2) Цель работы.
3) Анализ маршрутного технологического процесса, выявление наиболее сложных операций.

4) Обоснование возможных схем построения операций.
5) Эскизы технологических наладок схем операций.
6) Анализ преимуществ и недостатков каждой из предложенных схем.
7) Выводы по работе.

8.5. Контрольные вопросы

1) Назовите основные этапы проектирования операций.
2) Какие схемы построения операций вам известны?
3) Как выбрать наиболее рациональную схему выполнения операции?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9
РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ТАБЛИЦАМ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ

Цель работы: освоить методы определения припусков поверхности детали при механической обработке.

9.1. Теоретический раздел

Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки с целью достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности. Припуск на обработку поверхности может быть назначен по таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода.

Исходные данные при определении припусков: материал и вид заготовки, масса и размеры детали, технологический маршрут обработки элементарных поверхностей, схемы базирования по переходам.

9.1.1. Расчет припусков расчётно-аналитическим методом

Расчётно-аналитический метод определения припусков на обработку, разработанный проф. В.М. Кованом, базируется на анализе факторов, влияющих на припуски предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса.

Порядок расчета припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам приведен в табл. 9.1, а формулы для определения припуска на обработку — в табл. 9.2.

Перед началом расчета припусков необходимо выполнить эскиз заготовки с указанием схемы ее установки на станке или в приспособлении и выделением поверхностей, для которых рассчитываются или назначаются по таблицам припуски на обработку. Базирование заготовки при данной установке обозначается в соответствии с ГОСТ 3.1107—81 (см. приложение А). Выделенные для расчета и назначения припусков поверхности следует пронумеровать. В конце расчета выполняется эскиз заготовки с назначенными припусками и допусками, а также строится схема расположения припусков и допусков. Результаты расчета и назначения припусков по таблицам заносятся в сводную таблицу.

Параметры шероховатости поверхностей заготовок и поверхностей, полученных различными методами обработки, а также толщина их дефектного поверхностного слоя h приведены в табл. Б.1, Б.2, Б.3 приложения Б.

Таблица 9.1 – Порядок расчета припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам

Для наружных поверхностей	Для внутренних поверхностей
1	2
1) Пользуясь рабочим чертежом детали и картой технологического процесса механической обработки, записать в расчетную карту обрабатываемые элементарные поверхности заготовки и технологические переходы обработки в порядке последовательности их выполнения по каждой элементарной поверхности от черновой заготовки до окончательно обработанной детали. 2) Записать значения высоты неровностей профиля R_z; толщины дефектного поверхностного слоя h; суммарных отклонений расположения поверхности ρ (см. Приложение Б); погрешности установки заготовки ε; допуска δ [3]. 3) Определить расчетные минимальные припуски на обработку по всем технологическим переходам.	
4) Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наименьший предельный размер детали по чертежу.	4) Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наибольший предельный размер детали по чертежу.
5) Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер прибавлением к наименьшему предельному размеру по чертежу расчетного припуска z_{min}	5) Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер вычитанием из наибольшего предельного размера по чертежу расчетного припуска z_{min}.
6) Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода прибавлением к расчетному размеру расчетного припуска z_{min} следующего за ним смежного перехода.	6) Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода вычитанием из расчетного размера расчетного припуска z_{min} следующего за ним смежного перехода.
7) Записать наименьшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их в сторону увеличения расчетных размеров; округление производить до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода.	7) Записать наибольшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их в сторону уменьшения расчетных размеров; округление производить до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода.
8) Определить наибольшие предельные размеры прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру.	8) Определить наименьшие предельные размеры путем вычитания допуска из округленного наибольшего предельного размера.
9) Записать предельные значения припусков z_{max} как разность наибольших предельных размеров и z_{min} как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.	9) Записать предельные значения припусков z_{max} как разность наименьших предельных размеров и z_{min} как разность наибольших предельных размеров выполняемого л предшествующего переходов.
10) Определить общие припуски z_{0max} и z_{0min}, суммируя промежуточные припуски на обработку.	
11) Проверить правильность произведенных расчетов по формулам:	
$z_{o_{\max}} - z_{o_{\min}} = \delta_З - \delta_Д$; $2z_{o_{\max}} - 2z_{o_{\min}} = \delta_{D_З} - \delta_{D_Д}$;	$z_{i_{\max}} - z_{i_{\min}} = \delta_{i-1} - \delta_i$; $2z_{i_{\max}} - 2z_{i_{\min}} = \delta_{D_{i-1}} - \delta_{D_i}$;
где $\delta_{i-1}, \delta_i, \delta_{D_{i-1}}, \delta_{D_i}, \delta_З, \delta_Д, \delta_{D_З}, \delta_{D_Д}$ - соответственно допуски на предшествующем и выполняемом переходах на поверхности с односторонним припуском; то же с симметричным; допуски на заготовку и деталь при одностороннем припуске; то же при симметричном.	

Продолжение таблицы 9.1.

1	2
12) Определить общий номинальный припуск по формулам: $z_{0ном} = z_{0min} + H_З - H_Д$; $2z_{0ном} = 2z_{0min} + H_{D_З} - H_{D_Д}$ где Н — нижнее предельное отклонение размера	12) Определить общий номинальный припуск по формулам: $z_{0ном} = z_{0min} + B_З - B_Д$; $2z_{0ном} = 2z_{0min} + B_{D_З} - B_{D_Д}$, где В — верхнее предельное отклонение размера
Примечания: 1. В связи с разнохарактерностью действий при расчете размеров для наружных и внутренних поверхностей рекомендуется во избежание ошибок группировать в расчетной карте наружные и внутренние поверхности, а не записывать их вперемежку. 2. При обработке взаимосвязанных плоских поверхностей от переменных баз рекомендуется строить размерные цепи, определяющие взаимосвязь обрабатываемой поверхности с измерительной базой. 3. В ряде случаев целесообразно, исходя из режимных условий обработки припуск, рассчитанный на черновую обработку, распределять между черновой и получистовой обработкой; при этом 60…70% расчетного припуска рекомендуется снимать при черновой обработке и 30...40 % — при получистовой. 4. Номинальный припуск определяется лишь в целях сопоставления с табличными или производственными данными.	

Таблица 9.2 — Расчетные формулы для определения припуска на обработку

Вид обработки	Расчетная формула
Последовательная обработка противоположных или отдельно расположенных поверхностей	$z_{i\,min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$
Параллельная обработка противоположных плоскостей	$2z_{i\,min} = 2\left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i\right)$
Обработка наружных или внутренних поверхностей вращения	$2z_{i\,min} = 2\left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho^2{}_{i-1} + \varepsilon^2{}_i}\right)$
Обтачивание цилиндрической поверхности заготовки, установленной в центрах; бесцентровое шлифование	$2z_{i\,min} = 2\left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}\right)$
Развертывание плавающей разверткой, протягивание отверстий	$2z_{i\,min} = 2\left(Rz_{i-1} + h_{i-1}\right)$
Суперфинишная обработка, полирование и раскатка (обкатка)	$2z_{i\,min} = 2Rz_{i-1}$
Обработка лезвийным или абразивным инструментом без выдерживания размера черновой поверхности	$z_i = Rz_{i-1} + h_{i-1} + 0{,}25\delta_{i-1}$
Шлифование после термообработки: а) при наличии ε_i б) при отсутствии ε_i	 $z_{i\,min} = Rz_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$; $2z_{i\,min} = 2(Rz_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$ $z_{i\,min} = Rz_{i-1} + \rho_{i-1}$; $2z_{i\,min} = 2(Rz_{i-1} + \rho_{i-1})$
Примечание. Rz_{i-1} — высота неровностей профиля на предшествующем переходе; h_{i-1} — толщина дефектного поверхностного слоя (обезуглероженного или отбеленного) на предшествующем переходе; ρ_{i-1} — суммарные отклонения расположения поверхности; ε_i — погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.	

В таблице Б.4 даны расчетные формулы для определения суммарного пространственного отклонения формы поверхностей и их относительного расположения для различных видов заготовок при обработке на первой операции или на первом переходе с учетом методов базирования заготовок.

В таблице Б.5 содержатся сведения об удельной кривизне заготовок. Погрешности (смещение) штампованных заготовок даны в таблице Б.6, а погрешности по несоосности (эксцентриситету) и изогнутости (короблению) — в таблице Б.7. Удельный увод и смещение оси отверстий при сверлении приведены в таблице Б.8.

Погрешности – заготовки вследствие копирования их при обработке частично сохраняются на деталях. Они уменьшаются от перехода к переходу пропорционально коэффициенту уменьшения погрешности k_y. Значения коэффициент уменьшения погрешности для различных методов обработки принимают следующими: однократное и черновое точение штампованных заготовок, заготовок из горячекатаного проката, предварительное шлифование проката 10...11 квалитетов – 0,06; получистовая обработка заготовок из проката, штампованных заготовок, рассверливание отверстий, смещение оси отверстия после черновой обработки – 0,05; чистовое точение заготовок из сортового проката обыкновенного качества, штампованных заготовок, после первого технологического перехода обработки литых заготовок, после чистового шлифования проката 10...11-го квалитетов – 0,04; двукратное обтачивание калиброванного проката или двукратное шлифование заготовок после токарной обработки – 0,02; получистовая обработка (зенкерование и черновое развертывание отверстий) – 0,005; чистовая обработка – развертывание отверстий – 0,002.

Остаточные пространственные отклонения обработанных поверхностей определяются по формуле:

$$\rho_{ост_i} = \rho_{заг} k_{y_i}$$

где i – количество переходов механической обработки; $\rho_{заг}$ – исходные отклонения заготовки.

Погрешность установки заготовки на выполняемой операции или переходе определяется по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{пр}^2},$$

где $\varepsilon_б$, $\varepsilon_з$, $\varepsilon_{пр}$, – погрешность соответственно базирования, закрепления, положения заготовки, мкм.

Погрешность $\varepsilon_{пр}$ является следствием неточности изготовления станочного приспособления и изнашивания его установочных элементов, а также погрешности установки самого приспособления на станке. Сюда относится также погрешность индексации — поворота зажимных устройств при обработке заготовок на многопозиционных станках, которая в большинстве случаев принимается равной 0,05 мм. За исключением последней составляющей остальные слагаемые погрешности $\varepsilon_{пр}$ как самостоятельные значения выявить трудно.

Для однопозиционной обработки приведенная выше формула примет вид:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2}.$$

При обработке плоскости, параллельной установочной базе,

$$\varepsilon = \varepsilon_б + \varepsilon_з .$$

Погрешность базирования представляет собой отклонение фактически достигнутого положения заготовки или изделия при базировании от требуемого (ГОСТ 21495—76). Она появляется, когда при базировании не совмещаются технологическая и измерительная базы. При совмещении технологической и измерительной баз $\varepsilon_б$=0.

Значение $\varepsilon_б$ зависит от принятой схемы базирования, точности размеров установочных элементов приспособлений, точности размеров, формы и относительного расположения базовых поверхностей заготовки.

При обработке партии заготовок, имеющих погрешности формы, отдельные заготовки и их измерительные базы при базировании в приспособлении могут занимать различные положения в пространстве. Поэтому для получения более точных результатов в общем случае погрешность базирования следует рассчитывать с учетом пространственной схемы расположения заготовки. Однако это приводит к значительному усложнению расчета. Поэтому при расчете $\varepsilon_б$ наиболее часто принимают упрощенную схему, рассматривая смещение заготовки только в одной плоскости (плоская схема).

При расчете погрешности базирования для деталей, обрабатываемых на настроенных станках (что имеет место в серийном и массовом производствах), можно уменьшить значение $\varepsilon_б$. Это объясняется тем, что при определении погрешности базирования по формулам обычно принимается полное поле допуска и расчет ведется по наибольшему и наименьшему предельным размерам детали. Вероятность появления деталей с такими размерами при обработке их на настроенных станках незначительна. Учитывая, что закон распределения размеров обрабатываемых деталей близок к нормальному, погрешность базирования можно принимать с поправочным коэффициентом $k = 0{,}8...0{,}85$. Тогда

$$\varepsilon'_б = k \cdot \varepsilon_б .$$

Значение $\varepsilon_б$ может быть определено из геометрических соотношений, исходя из схем базирования или путем анализа размерных цепей. Для ряда схем установки деталей при обработке погрешность базирования может быть определена по таблице Б.9. При расчете $\varepsilon_б$ по таблице. Б.9 допуски на различные виды заготовок находят по соответствующим ГОСТам.

Погрешность $\varepsilon_з$ вызывается тем, что под действием сил зажима заготовка может изменить свое первоначальное положение, которое она занимала в приспособлении при базировании. При этом измерительные базы заготовки смещаются. Приближенно $\varepsilon_з$ может быть определена по таблицам Б.10...Б.13.

При обработке заготовки с помощью нескольких установок для каждой из них необходимо произвести самостоятельный расчет припусков. Назначение припусков опытно-статистическим методом следует вести по таблицам соответствующих стандартов.

9.1.2. Опытно-статистический (табличный) метод

Опытно-статистический (табличный) метод широко распространен в машиностроении, так как позволяет достаточно быстро выбрать минимальный размер припуска.

Табличные значения на межоперационные припуски при обработке деталей регламентируются ГОСТами и приводятся в [5, с. 581 – 608].

9.2. Порядок выполнения задания

При выполнении индивидуального задания рекомендуется придерживаться следующего порядка.

9.2.1. Расчетно-аналитический метод

Порядок расчета и расчетные формулы приведены в табл. 9.1, 9.2. Расчеты производить в табличной форме (см. табл. 9.3).

Таблица 9.3 – Расчет припусков

Технологические переходы	Элемент припуска, мкм				Расчетный		Допуск	Предельный размер,мм		Предельное значение припуска, мм	
	R_z	h	ρ	ε	Припуск $2z_{min}$, мкм	Размер d_p, мм	δ, мкм	d_{min}	d_{max}	$2z_{min}$	$2z_{max}$
									Итого:		

9.2.2. Опытно-статистический (табличный) метод

1) Определить исходные данные. Записать в таблице 9.3 характеристику поверхности и содержание технологических переходов.
2) Выбрать по таблицам справочной литературы [5] нормативные припуски для всех переходов механической обработки.
3) Установить допуски на обработку по переходам механической обработки и на заготовку.
4) Затем выполнить последовательно такие же расчеты, как и при расчетно-аналитическом методе.

9.3. Набор типовых задач для решения на занятии

Припуски рассчитать для одной из поверхностей, на которую спроектирован маршрутный технологический процесс. Рекомендуется выбирать поверхность, обрабатываемую на нескольких последовательных операциях или переходах. Для выбранной поверхности производится как аналитический расчет припусков, так и определение припусков табличным методом. На основании сравнения величин припусков делается заключение об эффективности каждого из методов.

9.4. Содержание отчета о практическом занятии

1) Наименование работы.
2) Цель работы.

3) Эскиз детали.
4) Результаты расчетов припуска и размеров на заданную поверхность.
5) Выводы по работе.

9.5. Контрольные вопросы

1) Что называется припуском? Какова структура припуска?
2) Назовите методы определения припусков, их преимущества и недостатки.
3) Запишите расчетные формулы для определения минимального и максимального припуска.
4) Какие размеры называются конструкторскими и технологическими?
5) Как определить исполнительные технологические размеры?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10
РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Цель работы: Освоить методики выбора режимов резания при обработке деталей на различном технологическом оборудовании.

10.1. Теоретический раздел

Выбранный режим резания должен удовлетворять техническим и экономическим требованиям выполняемой операции (обеспечивать получение заданной точности, шероховатости поверхности, минимальной себестоимости, высокой производительности). При назначении элементов режима резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования. Расчеты режимов резания рекомендуется выполнять с использованием справочной литературы [4, 6].

Можно подобрать бесконечное количество сочетаний глубины резания, подачи и скорости, при которых инструмент будет иметь одну и ту же стойкость. Самым выгодным считается режим резания, обеспечивающий наименьшую себестоимость обработки, при условии удовлетворения всех требований к качеству продукции и заданной производительности обработки.

Рассмотрим методику расчетов режимов резания для некоторых видов обработки.

10.1.1. Точение

1) Выбор режущего инструмента. К характеристикам резца обычно относят материал и геометрические параметры режущей части, размеры сечения державки и её тип. Материалы режущей части выбирают в зависимости от свойств обрабатываемого материала, состояние поверхности заготовки, а так же вида резания (обычного или скоростного). При скоростном резании, как правило, необходимо применять твёрдосплавные или металлокерамические резцы.

Геометрические параметры инструмента назначаются в зависимости от свойств обрабатываемого материала, жесткости системы «станок - инструмент - деталь», вида обработки (черновой, чистовой, отделочной), наличия смазывающе-охлаждающей жидкости и других факторов.

При черновой наружной обработке по возможности берут максимальные размеры сечения державки резца. Ограничением являются габариты резцедержателя. При расточных работах размеры сечения державки ограничиваются диаметром обрабатываемого отверстия.

2) Выбор глубины резания *t*, мм. Необходимо стремится работать с максимально возможной в данных условиях глубиной резания. Пределом увеличения глубины резания является припуск на обработку, который по возможности должен быть минимальным. На черновых проходах целесообразно снимать весь припуск за один проход. Величина припуска на чистовой проход определяется технологическими требованиями к точности и шероховатости обработанной поверхности и зависит от степени износа инструмента. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предшествующем. При параметре шероховатости обработанной поверхности $R_a = 3{,}2$ мкм включительно $t = 0{,}5...2{,}0$ мм; $R_a \geq 3{,}2$ мкм – $t = 0{,}1...0{,}2$ мм.

3) Выбор подачи *s*, *мм/об*. При черновом точении принимается максимально допустимой по мощности оборудования, жесткости системы, прочности режущей пластины и прочности державки. Рекомендуемые значения подачи приводятся в справочной литературе [2, с.266 – 269].

4) Скорость резания *v, м/мин*: при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по эмпирической формуле

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v, \tag{10.1}$$

а при отрезании, прорезании и фасонном точении – по формуле

$$v = \frac{C_v}{T^m s^y} K_v. \tag{10.2}$$

В формулах (10.1), (10.2) *T* – период стойкости инструмента (время работы до затупления, при одноинструментной обработке 30…60 мин), коэффициенты C_v, *x, y, m* зависят от вида обработки, а коэффициент K_v является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки, состояния поверхности и материала инструмента. Значения коэффициентов выбираются по таблицам [2, с. 269 – 270].

По найденной скорости резания подсчитывается частота вращения шпинделя станка, об/мин:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \tag{10.3}$$

где *D* – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

5) Силу резания *P, Н,* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (тангенциальную P_z, радиальную P_y и осевую P_x). Эти составляющие рассчитывают по формуле вида

$$P_{z,y,x} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p,$$

где C_p, *x, y, n,* K_p для конкретных условий обработки и для каждой из составляющих силы резания приведены в справочных таблицах [2, с. 273 – 275].

6) Мощность резания, кВт, рассчитывают по формуле

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}. \tag{10.4}$$

7) Определяется основное время.

10.1.2. Сверление

1) Глубина резания *t*, *мм*,

при сверлении $t=0,5D$,

а при рассверливании $t=0,5(D-d)$,

где *D* – диаметр просверливаемого отверстия, мм;

d – диаметр исходного отверстия при рассверливании, мм.

2) Подача *s, мм/об*, при сверлении отверстий равна максимально допустимой по прочности сверла и выбирается по таблице [2, с. 277 – 278]. При рассверливании подача, рекомендованная для сверления, может быть увеличена в два раза.

3) Скорость резания *v, м/мин*:

при сверлении:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v,$$

при рассверливании заготовки с отверстием:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s^y} K_v.$$

Значения коэффициентов C_v, *x, y, m,* K_v и периода стойкости Т выбирается по таблицам [2, с. 278 – 279].

4) Крутящий момент, Н·м, и осевую силу, Н, рассчитывают по формулам:

при сверлении

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p; P_o = 10 C_p D^q s^y K_p;$$

при рассверливании

$$M_{кр} = 10 C_M D^q t^x s^y K_p; P_o = 10 C_p t^x s^y K_p.$$

Значения коэффициентов C_M, C_p, K_p и показателей степени выбираются из таблиц [2, с.281].

5) Мощность резания, кВт, определяют по формуле

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750},$$

где *n* – частота вращения инструмента, *об/мин*, определяемая по формуле (10.3).

6) Основное время определяется по формуле

$$t_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot s},$$

где $l_1 = t \cdot ctg\varphi$ длина врезания, мм;

l_2 – глубина сквозного отверстия, мм;

$l_3 = (3...5)s$ – перебег при выходе из просверленного отверстия, мм (при обработке глухих отверстий не учитывается).

10.1.3. Фрезерование

1) Выбор типа фрезы. Конфигурация обрабатываемой поверхности определяет тип применяемой фрезы. Ее размеры определяются размерами обрабатываемой поверхности и глубиной срезаемого слоя. Диаметр фрезы для сокращения основного технологического времени и расхода инструментального материала выбирают по возможности наименьшей величины, учитывая при этом

жесткость технологической системы, схему резания, форму и размеры обрабатываемой заготовки.

2) Глубина фрезерования t и ширина фрезерования B – понятия, связанные с размерами слоя заготовки, срезаемого при фрезеровании. Во всех видах фрезерования, за исключением торцового, t определяет продолжительность контакта зуба фрезы с заготовкой, измеренную в направлении, перпендикулярном к оси фрезы. Ширина фрезерования B определяет длину лезвия зуба фрезы, участвующую в резании, измеренную в направлении, параллельном оси фрезы. При торцовом фрезеровании эти понятия меняются местами.

3) При фрезеровании различают подачу на один зуб (s_z, *мм/зуб*), подачу на один оборот фрезы (s, *мм/об*) и подачу минутную (s_M, *мм/мин*), которые находятся в следующем соотношении

$$s_M = s\,n = s_z\,z\,n,$$

где n – частота вращения фрезы, *об/мин*;

z – число зубьев фрезы.

При черновом фрезеровании подача задается величиной s_z, *мм/зуб*, а при чистовом – s, *мм/об*. Рекомендуемые значения подач приводятся в справочной литературе [2, с. 283 – 286].

4) Скорость резания – окружная скорость фрезы, м/мин

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v .$$

Значения коэффициента C_v , показателей степени и периода стойкости можно найти в таблицах [2, с.286 – 290].

5) Сила резания. Главной составляющей силы резания при фрезеровании является окружная сила, Н

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{Mp} ,$$

где z – число зубьев фрезы;

D – диаметр фрезы;

n – частота вращения фрезы, об/мин, вычисляемая по формуле (10.3).

Значения коэффициентов и показателей степени, входящих в формулу определяются по таблицам [2, с. 291-292].

6) Крутящий момент $M_{кр}$, Н·м, на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100},$$

где D – диаметр фрезы.

7) Эффективная мощность резания N, кВт, рассчитывается по формуле (10.4).

8) Основное время определяется по формуле

$$t_0 = \frac{l_1 + l + l_2}{s_{мин}} ,$$

где l_1 – длина пути врезания фрезы в заготовку, мм. Длина пути врезания зависит от глубины фрезерования и диаметра фрезы;

l – длина обрабатываемой заготовки, мм;

l_2 – перебег фрезы в конце фрезерования, мм. Длина перебега l_2 определяется техническими нормами на выключение механизма подачи: в среднем $l_2 = 1...2$ *мм*.

10.1.4. Разрезание

1) Выбор режущего инструмента. Разрезание производят отрезными резцами, дисковыми, ленточными пилами, ножовками, абразивными кругами.

2) Подача для дисковых пил s_z, *мм/зуб*, ленточных пил и абразивных кругов, s_M, мм/мин, приведены в [2, с. 293].

3) Скорость резания для дисковых пил, приводных ножовок и ленточных пил, а также для абразивных кругов в [2, с.293].

4) Основное время работы отрезного резца определяется по формуле

$$t_0 = \frac{D}{2 \cdot n \cdot s_П},$$

где D – наружный диаметр заготовки в месте отрезки, мм;

n – частота вращения заготовки, об/мин;

$s_П$ – поперечная подача, мм/об.

10.1.5. Резьбонарезание

1) Выбор инструмента. Нарезание резьбы производят: наружной – резьбовыми резцами, круглыми плашками, резьбовыми головками, гребенчатыми и дисковыми фрезами; внутренней – резьбовыми резцами, метчиками и гребенчатыми фрезами.

2) Глубина резания и подача. При нарезании резьбы резцами различают продольную подачу s, равную шагу резьбы P, и поперечную, определяющую глубину резания t, равную высоте резьбового профиля (если резьба нарезается за один проход) или части высоты профиля, соответствующей числу рабочих ходов i, необходимых для образования резьбы.

3) Число рабочих ходов i и величины подач s_z выбирают по таблицам, приведенным в [2, с. 293 – 295].

4) Скорость резания, м/мин, при нарезании крепежной резьбы резцами с пластинами из твердого сплава

$$v = \frac{C_v i^x}{T^m s^y} K_v;$$

при нарезании крепежной резьбы резцами из быстрорежущей стали

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v;$$

при нарезании резьбы метчиками

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v.$$

Значения коэффициента C_v, показателей степени и периода стойкости T приведены в [2, с. 296].

5) Тангенциальная составляющая силы резания, Н, при нарезании резьбы резцами

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^n} K_p,$$

6) Крутящий момент, Н м, при нарезании резьбы метчиками

$$M_{кр} = 10 C_M D^q P^y K_p,$$

где неизвестные коэффициенты и показатели степени находятся по таблицам [2, с. 298].

7) Мощность, кВт, при нарезании резьбы резцами определяется по формуле (10.4), а при нарезании метчиками и плашками

$$N = \frac{M \cdot n}{975},$$

где n– число оборотов метчика, об/мин, (10.3).

8) Основное время при различных способах нарезания резьбы определяется по следующим формулам:
при нарезании резцом

$$t_o = (\frac{L}{nP} + \frac{L}{n_{всп} P})i,$$

при нарезании метчиком, плашкой

$$t_o = \frac{L + L_{всп}}{nP},$$

где L – длина резьбы, мм;

$L_{всп}$ – длина вспомогательного хода, мм;

$n_{всп}$ – частота вращения шпинделя при вспомогательных ходах, мм/об.

10.1.6. Особенности выбора режимов резания при многоинструментной обработке

Основная особенность выбора режимов резания при многоинструментной обработке – необходимость согласования работы отдельных позиций, головок, шпинделей, суппортов и инструментов между собой с подчинением расчета общему кинематическому параметру или времени обработки. Общим параметром при точении на одношпиндельных многорезцовых станках является одна и та же для всех инструментов одного суппорта подача на оборот s_o (мм/об) и общее число оборотов заготовки минуту; при обработке многошпиндельной сверлильной головкой — единая минутная подача $s_м$ (мм/мин); при обработке на многошпиндельном станке — время обработки T_o=$T_м$ (мин) и др.

10.2. Порядок выполнения работы

1) Записать исходные данные для расчетов:
   - деталь (указать наименование, марку материала и основные физико-механические характеристики, твердость до и после термообработка размеры обрабатываемой поверхности);
   - заготовка (указать метод получения заготовки, ее массу, класс точности);
   - инструмент (указать наименование инструмента, марку материала режущей части, основные геометрические размеры, обозначение, ГОСТ);
   - СОЖ (указать наличие, вид и состав);
   - паспорт технологического оборудования (указать вид и модель станка, привести краткую характеристику технологических возможностей: габаритные размеры рабочей зоны, частоту вращения шпинделя, подачи, количество суппортов, шпинделей, головок, позиций, индексаций,

схему расположения позиций, мощность главного привода, габаритные размеры, стоимость станка);

- схема наладки.

2) Произвести расчет режимов резания для операции.
3) Результаты расчетов свести в таблицу (см. табл. 10.1).

Таблица 10. 1 – Сводные данные по режимам резания

Наименование операции, перехода, позиции	Глубина резания t, мм	Период стойкости T, мин	Подача s, мм/об	Частота вращения шпинделя n, об/мин	Скорость резания v, м/мин	Скорость подачи $s_м$, мм/мин	Основное время $T_о$, мин	Мощность N, кВт

10.3. Набор типовых задач для решения на занятии

Каждый студент выполняет индивидуальное задание, выбрав операцию из разработанного маршрутного технологического процесса. С целью дальнейшего экономического анализа рекомендуется расчет режимов выполнить для двух, трех вариантов операции, отличающихся либо оборудованием, либо наладкой (обработка на универсальных станках, обработка на станке с ЧПУ, обработка на многорезцовом станке).

10.4. Содержание отчета о практическом занятии

1) Наименование работы.
2) Цель работы.
3) Исходные данные для расчета режима резания.
4) Последовательность этапов расчета.
5) Результаты расчетов (табл. 10.1).
6) Выводы по работе.

10.5. Контрольные вопросы

1) Перечислите основные параметры режимов резания.
2) Какова последовательность определения режимов резания?
3) Особенность выбора режимов резания при многоинструментной обработке и при обработке на станках с ЧПУ.
4) Что называется стойкостью режущего инструмента? Определение стойкости при многоинструментной обработке и при обработке на станках с ЧПУ.
5) Основные исходные данные, необходимые при выборе режимов резания.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11
НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ

Цель работы: закрепить на практике теоретические знания по техническому нормированию; изучить структуру нормы времени, методы и порядок определения норм времени; рассчитать норму времени на технологические операции обработки детали на металлорежущих станках.

11.1. Теоретический раздел

Технологическая операция как составная часть технологического процесса в свою очередь состоит из большого числа элементов (переходов, позиций и др.). Все эти элементы связаны между собой как логическими, так и физическими (пространственными, временными, материальными) связями. Цель нормирования – установление технически обоснованной нормы времени на операцию, анализ уменьшения времени на операцию и, соответственно, повышения эффективности производства.

Под техническим нормированием понимают установление нормы времени на выполнение определенной работы или нормы выработки в штуках в единицу времени. Величина затрат времени на изготовление той или иной продукции при надлежащем качестве ее является одним из основных критериев для оценки совершенства технологического процесса, планирования в цехе и на предприятии, расчета с производственными рабочими. В машиностроении норма времени обычно устанавливается на технологическую операцию.

Техническая норма времени – регламентированное время выполнения данной операции при определенных организационно – технических условиях и наиболее эффективном использовании всех средств производства.

Существует три метода нормирования:

1) Метод аналитического расчета норм времени с использованием нормативов. При этом методе технологическая операция разлагается на элементы; каждый из элементов подвергается анализу с целью исключения лишних непроизводственных действий, сокращение пути всех движений рук, ног и корпуса рабочего и т. д. Определяются элементы операции, перекрываемые другими элементами. Затем для неперекрываемых элементов производится расчет их длительности по формулам или точным нормативам. Данный метод применяется в массовом, крупносерийном и среднесерийном производстве.

2) Опытно – статистический метод нормирования. При этом методе норма времени устанавливается на всю операцию в целом, путем сравнения с типовыми нормами и фактической трудоемкостью выполнения в прошлом аналогичной работы. Для данного метода разработаны укрупненные нормы времени на типовые операции. Данный метод применяется в единичном и мелкосерийном производстве.

3) Метод определения норм времени на основе изучения затрат рабочего времени наблюдения (хронометраж, фотография рабочего дня). Данный метод производится непосредственно на рабочем месте и предназначен для изучения и обобщения передовых приемов труда, а также для разработки нормативов, используемых при первом методе.

Метод аналитического расчета технической нормы времени

В результате расчетов определяется норма штучно – калькуляционного времени на технологическую операцию:

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \qquad (11.1)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин;

N – партия запуска, шт.

Подготовительно-заключительное время $T_{пз}$ затрачивается на подготовку рабочих и средств производства к выполнению технологической операции и приведение их в первоначальное состояние после ее окончания. Подготовительно – заключительное время включает в себя:

- время на ознакомление рабочего с работой, чертежом, технологической документацией, изучение инструктажа;
- время на получение материалов, инструментов, приспособлений, наладку оборудования;
- время на пробную обработку деталей (на станках с автоматическим циклом);
- время на снятие инструментов и приспособлений по окончании обработки партии деталей;
- время на сдачу готовой продукции, инструментов, приспособлений, документации.

Подготовительно-заключительное время затрачивается один раз на всю партию *n* обрабатываемых изделий, и не зависит от числа изделий в партии. Норму подготовительно-заключительного времени определяют по нормативам.

В условиях массового и крупносерийного производства подготовку рабочего места производят до начала работ наладчики и вспомогательные рабочие, поэтому подготовительно-заключительное время в норму времени станочника не входит, то есть для данных типов производства:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.}. \qquad (11.2.)$$

Штучное время – это время изготовления одного изделия на данной технологической операции. Норма штучного времени при техническом нормировании определяется по формуле

$$T_{шт} = \sum_{i=1}^{k} T_{осн_i} + \sum_{j=1}^{m} T_{всп_j} + T_{обсл.} + T_{отд.}, \qquad (11.3.)$$

где $T_{осн_i}$ – основное время на *i*-тый основной переход, мин;

k – число перекрываемых основных переходов в операции, шт;

$T_{всп_j}$ – вспомогательное время на *j*-тый переход, мин;

m– число неперекрываемых переходов в операции, на которые затрачивается вспомогательное время, шт;

$T_{обсл.}$ – время облуживания рабочего места, мин;

$T_{отд.}$ – время на личные потребности рабочего, мин.

В норму штучного времени не включается затраты времени на работы, перекрываемые другими работами (например, при параллельной обработке по-

верхностей несколькими инструментами в расчетах учитывается время на самый длительный переход) или временем автоматической работы оборудования (например, автоматический контроль в процессе обработки).

Основное (машинное, технологическое) время $T_{осн_i}$ определяется по формуле (для точения):

$$T_{осн_i} = \frac{L}{n \cdot S}, \qquad (11.4.)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, с недобегом и перебегом, мм;

n – частота вращения шпинделя, мин$^{-1}$;

S – подача инструмента, мм/об.

Если процесс управления станком осуществляется рабочим вручную, то данное время будет машинно-ручным; если процесс совершается автоматически без непосредственного участия человека – машинно-автоматическим.

В основное время входит:

- время на врезание и перебег режущего инструмента;
- время на непосредственное воздействие на обрабатываемую поверхность;
- время на обратный ход (для протяжных, резьбонарезных и других станков);
- время на проход инструмента при снятии пробных стружек.

Формулы для определения основного времени при различных видах работ приведены в литературе; величины врезаний, перебегов, проходов при пробных стружках – в нормативах.

Вспомогательное время $T_{всп_j}$ – часть штучного времени, затрачиваемая на выполнение приемов, необходимых для обеспечения изменения и последующего определения состояния предметов труда. Во вспомогательное время входит:

- время на установку и снятие заготовки в приспособлении;
- время управления станком (пуск, остановка, смена режимов обработки и т. п.);
- время на перемещения инструмента;
- время на приемы измерения детали.

Вспомогательное время может быть ручным, машинным или машинно–ручным.

Составляющие вспомогательного времени определяются по нормативам.

Сумма основного и вспомогательного времени на операцию называется оперативным временем:

$$T_{оп} = \sum_{i=1}^{k} T_{осн_i} + \sum_{j=1}^{m} T_{всп_j} \ . \qquad (11.5.)$$

Время обслуживания рабочего места $T_{обсл.}$ – часть штучного времени, затрачиваемая исполнителем на поддержание средств технического оснащения в работоспособном состоянии и уход за ними и рабочим местом. Время обслуживания рабочего места подразделяется на время технического обслуживания $T_{тех.обсл.}$ и время организационного обслуживания $T_{орг.обсл.}$.

Время технического обслуживания рабочего места $T_{тех.обсл.}$ затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в течение смены и включает:

– время на смену затупившегося инструмента;
– время на правку инструмента в процессе работы;
– время на удаление стружки в процессе работы.

Время технического обслуживания рабочего места определяется по специальным формулам; время организационного обслуживания рабочего места определяется по нормативам в процентах от оперативного времени.

В серийном производстве определяется суммарное время обслуживания рабочего места по нормативам в процентах от оперативного времени.

Время на личные потребности $T_{отд.}$ – часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых. Оно определяется по нормативам в процентах от оперативного времени.

Величина партии запуска определяется по формуле

$$n = K \cdot \frac{\sum_{i=1}^{p} T_{п.з.}}{\sum_{i=1}^{p} T_{шт.}}, \qquad (11.6.)$$

где p – число операций в технологическом процессе, шт;

K – коэффициент (K=10 для мелкосерийного производства, K=20 для среднесерийного производства, K=30 для крупносерийного производства).

Норма выработки – регламентированное количество изделий, которое должно быть обработано в заданную единицу времени. Например, норма выработки в час определяется по формуле

$$N_{час} = \frac{60}{T_{шт}}. \qquad (11.7.)$$

11.2. Порядок выполнения задания

Согласно операционного технологического процесса определить подготовительно – заключительное время на партию деталей для одной операции (в условиях серийного производства).

1) Рассчитать основное время на каждый технологический переход по формуле (11.4).
2) Определить составляющие вспомогательного времени (см. приложение А).
3) Определить оперативное время на каждую операцию по формуле (11.5).
4) Рассчитать время обслуживания рабочего места (см. приложение В).
5) Рассчитать время на личные потребности рабочего (см. приложение В).
6) Определить нормы штучного времени на каждую технологическую операцию по формуле (11.3).
7) Определить величину партии запуска по формуле (11.6).
8) Определить норму штучно-калькуляционного времени на каждую технологическую операцию по формуле (11.1).
9) Определить норму выработки в час по формуле (11.7).

10) Результаты расчетов занести в таблицу 11.1.
11) Сделать выводы по работе.

Таблица 11.1 – Нормирование технологических операций

Наименование операции и её элементы	Составляющие штучного времени						$T_{шт}$, мин
	$T_{осн}$, мин	$T_{всп}$, мин	$T_{обсл}$,		$T_{отд}$,		
			%	мин	%	мин	
005							
010							
…							

11.3. Набор типовых задач для решения на занятии

Техническому нормированию подвергается операция, рассмотренная в работе №10 для расчета режимов резания.

11.4. Содержание отчета о практическом занятии

1) Наименование работы.
2) Цель работы.
3) Расчет элементов норм времени.
4) Таблица с результатами расчетов (таблица 11.1).
5) Расчет норм штучно-калькуляционного времени.
6) Расчет трудоемкости изготовления детали и нормы выработки.
7) Вывод.

11.5. Контрольные вопросы

1) С какой целью проводится нормирование операций и технологического процесса?
2) Какие методы определения норм времени вы знаете?
3) Какие составляющие входят в норму штучного времени?
4) Что такое норма подготовительно заключительного времени?
5) Каким образом уменьшить норму времени на операцию?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12
ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Цель работы: Изучение видов технологических документов и правил их заполнения.

12.1. Теоретический раздел

Правила и положения по оформлению технологической документации установлены стандартами Единой системы технологической документации (ЕСТД). Комплексность документов и правила оформления их на единичные технологические процессы регламентируются ГОСТ 3.111.9 – 83, на типовые (групповые) техпроцессы (операции) – ГОСТ 3.1121 – 84. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции резания вы-

полняют по ГОСТ 3.1404–86. Общие требования к формам, бланкам и документам – по ГОСТ 3.1104–81.

Основные виды технологических документов:

- МК – маршрутная карта;
- КТП – карта технологического процесса;
- ОК – операционная карта;
- КЭ – карта эскизов;
- КТТП – карта типового (группового) техпроцесса;
- КТО – карта типовой (групповой) операции;
- КК – комплектовочная карта;
- КН – карта наладки;
- ТНК – технико–нормировочная карта.

Все виды технологических документов содержат единую форму основной надписи, содержание и правила заполнения, которой регламентируется ГОСТ 3.1103–82. Основная надпись предназначена для указания назначения и области применения документа и для соответствующего оформления его с указанием участвующих лиц, их подписей и даты исполнения.

12.1.1. Титульный лист

Титульный лист (ТЛ) является первым листом комплекта технологических документов. Форма и правила оформления ТЛ установлены ГОСТ 3.1105–84 форма 2. (см. приложение Г, рис. Г.1).

В верхней части – содержание граф основной надписи, ниже указывается министерство, наименование учебного заведения и кафедры. Комплект документов может быть разработан на технологический процесс сборки и механической обработки.

12.1.2. Маршрутная карта

Маршрутная карта (МК) – основной технологический документ для описания техпроцесса сборки или механической обработки детали (включая контроль, перемещения, термическую обработку) в технологической последовательности выполнения операций с указанием данных об оборудовании, оснастке и трудовых затратах. Формы и правила оформления МК установлены ГОСТ 3.1118–82. В приложении Г на рис. Г.2, Г.3 представлены образцы заполнения МК с горизонтальным расположением поля подшивки для маршрутно–операционного описания техпроцесса на механическую обработку изготовления детали по форме 1 (рис. 12.1). Содержание граф маршрутной карты приведено в таблице 12.1.

Наименования технологических операций и коды заполняются в соответствии с ГОСТ 31702–79 (см. таблицы 12.4–12.9).

Для изложения техпроцессов в МК информацию вносят построчно, несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ. Символы проставляются перед номером соответствующей строки и выполняются прописной буквой: А, Б.

А – номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код им наименование операции.

Б – код, наименование оборудования и информация по трудозатратам.

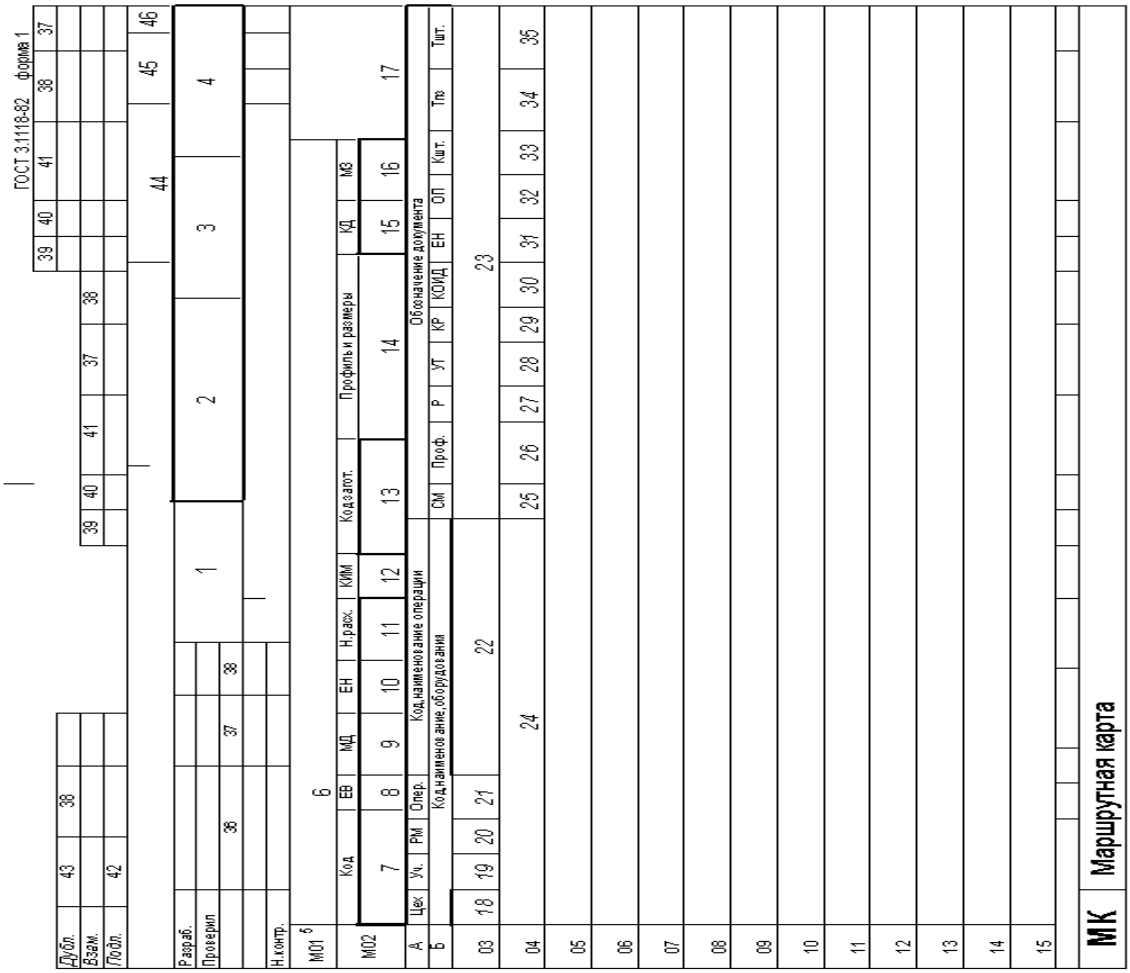


Рисунок 12. 1 – Маршрутная карта

Таблица 12.1 –Содержание граф маршрутной карты

Номер графы	Наименование (условное обозначение графы)	Содержание вносимой информации
1	2	3
1	–	Наименование предприятия (организации)
2	–	Обозначение изделия (детали, сб. ед.) по основному конструкторскому документу
3	–	Для типовых и групповых техпроцессов – код классификационных группировок технологических признаков по «Технологическому классификатору деталей машиностроения и приборостроения»
4	–	Обозначение документа по ГОСТ 31201–85 (таблица 12.3). Например, МК 10141.
5	–	Обозначение служебного символа и порядковый номер строки. Запись выполняют на уровне одной строки, например, М02, Б04.
6	–	Наименование, сортамент, размер и марка материала, обозначение стандарта, технических условий. Запись выполняется на уровне одной строки с применением разделительного знака дроби «/», например, лист БОН–2,5×1000×2500 ГОСТ 19903–74/III–IV.

Продолжение таблицы 12.1.

1	2	3
7	Код	Код материала по классификатору.
8	ЕВ	Код единицы величины (массы, длины, площади и т.п.) детали, заготовки, материала.
9	МД	Масса детали по конструкторскому документу.
10 (31)	ЕН	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или норма времени, напрмер 1,10,100.
11	Н. расх.	Норма расхода материала.
12	КИМ	Коэффициент использования материала. При автоматизированном проектировании допускается главу не заполнять.
13	Код заготовки	Код заготовки по классификатору. Допускается указывать вид заготовки (отливка, прокат, поковка и т.п.).
14	Профиль и размеры	Профиль и размеры исходной заготовки. Информацию по размерам следует указывать, исходя из имеющихся габаритов, например, лист 1,0×710×1420, 115×270×390 (для отливки). Допускается профиль не указывать.
15	КД	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки.
16	МЗ	Масса заготовки
17	–	Графа для особых указаний. Порядок заполнения графы и обязательность заполнения устанавливаются в отраслевых нормативно–технических документах.
18	Цех	Номер (код) цеха, в котором выполняется операция.
19	Уч.	Номер (код) участка, конвейера, поточной линии и т.п.
20	РМ	Номер (код) рабочего места.
21	Опер.	Номер операции (процесса) в технологической последовательности изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещение).
22	Код, наименование операции	Код операции по технологическому классификатору, наименование операции.
23	Обознач. докум.	Обозначение документов, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции инструкция охраны труда. Состав документов следует указывать через разделительный знак «;» с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки.
24	Код, наименование оборудования	Код оборудования по классификатору, краткое наименование оборудования, его инвентарный номер. Допускается взамен краткого наименования оборудования указывать его модель.
25	СМ	Код степени механизации – указывается однозначной цифрой: 1 – наблюдение за работой; 2 – работа с помощью машин и автоматов; 3 – вручную при машинах и автоматах; 4 – вручную без машин и автоматов; 5 – вручную при наладке машин и ремонте.

Продолжение таблицы 12.1.

1	2	3
26, 27	Проф., Р	Код профессии по классификатору ОКПДТР, разряд работы, необходимый для выполнения операций соответственно. Включает 3 цифры: первая цифра – разряд работы по тарифно–квалификационному справочнику: 1,2,3,4,5,6; две последующие цифры – код формы и системы оплаты труда: 10 – сдельная форма оплаты; 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.
28	УТ	Код условий труда по классификатору ОКЦЦТР, включает цифру – условия труда и букву, указывающую вид нормы времени: 1 – нормальные; 2 – тяжелые и вредные; 3 –особо тяжелые и вредные; Р – аналитически–расчетная; И – аналитически – исследованная; Х– хронометражная; О – опытно–статистическая.
29	КР	Количество рабочих, занятых при выполнении операции.
30	КОИД	Количество одновременно изготовляемых (обрабатываемых, ремонтируемых) деталей (сб. ед.), при выполнении одной операции.
30	ОП	Объем производственной партии в штуках.
33	Кшт	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании: Кол–во станков: 1 2 3 4 5 6 Коэффициент: 1 0–5 0,48 0,39 0,35 0,32
34	Тпз	Норма подготовительно–заключительного времени на операцию.
35	Тшт	Норма штучного времени на операцию
36–38	–	Характер работы, выполняемой лицами, подписывающими документ.
39	–	Порядковый номер изменения документа.
40	–	Отметка о замене или внедрении листа документа.
41	–	Код извещения
42	–	Инвентарный номер подлинника.
43	–	Инвентарный номер дубликата.
45	–	Общее количество листов
46	–	Порядковый номер листа документа.

12.1.3. Карта эскизов

Технологические эскизы оформляют на карте эскизов (КЭ) по ГОСТ 3.1105–84, форма 7. Общие правила к оформлению эскизов установлены ГОСТ 3.1104–81.

Изображать детали на эскизах необходимо в рабочем положении на данной операции. Обрабатываемые поверхности или размеры нумеруют арабскими цифрами и проставляют в окружности диаметром 6–8 мм, соединяя с размерной линией, или проставляют выносной линией с полочкой. Размеры обрабатываемых поверхностей проставляют с указанием квалитета и предельных отклонений, обрабатываемые поверхности обводят утолщенной линией. На эскизе обозначают шероховатость поверхностей после данной обработки, а также проставляют опоры, зажимы и установочные устройства по ГОСТ 3.1107–81 (см. приложение Г, рис. Г.5). Технические требования следует помещать на свободной части документа справа от изображения эскиза детали.

На эскизных картах оформляют технологические наладки по проекциям на многошпиндельные и агрегатные станки. Инструмент в технологических наладках следует указывать в конечном положении обрабатываемой поверхности. Все остальные требования на технологических наладках такие же, как и выше перечисленные на КЭ.

Пример оформления КЭ приведен в приложении Г.

12.1.4. Операционная карта механической обработки

Правила оформления граф операционных карт (ОК) обработки резанием изложены в ГОСТ 3.1404–86. В приложении Г, рис. Г.4 представлен образец заполнения ОК на механическую обработку детали, выполняемую на универсальном оборудовании, специальном и на станках с ЧПУ (форма 3, последующие листы ф. 2 а). ОК на обработку деталей с применением одношпиндельных токарных автоматов и полуавтоматов заполняют по форме 8 и 8 а. ОК на обработку резанием с применением многошпиндельных токарных автоматов и полуавтоматов заполняют по форме 10,10 а. ОК обработки деталей с применением автоматических линий заполняют по форме 14,14 а.

Операционная карта для формата А4 с горизонтальным полем подшивки представлена на рисунке 12.2, содержание граф операционной карты – таблица 12.2.

Таблица 12.2 – Содержание граф операционной карты

Номер графы	Наименование (условное обозначение графы)	Содержание вносимой информации
1	2	3
1	–	Наименование предприятия (организации)
2	–	Обозначение изделия (детали, сб. ед.) по основному конструкторскому документу
3	–	Для типовых и групповых техпроцессов – код классификационных группировок технологических признаков по «Технологическому классификатору деталей машиностроения и приборостроения»
4	–	Обозначение документа по ГОСТ 31201–85 (таблица 12.3). Например, МК 10141.

Продолжение таблицы 12.2.

1	2	3
5	–	Наименование детали.
6	–	Номер операции согласно разработанному технологическому процессу.
7	–	Обозначение служебного символа и порядковый номер строки. Запись выполняют на уровне одной строки, например, М02,Б04.
8	Наименование операции	Наименование операции.
9	Материал	Краткая форма записи наименования и марки материала по ГОСТ 3.1104 – 81.
10	Твердость	Твердость материала заготовки, поступившей для обработки.
11	ЕВ	Код единицы величины (массы, длины, площади и т.п.) детали, заготовки, материала.
12	МД	Масса детали по конструкторскому документу.
13	Профиль и размеры	Профиль и размеры исходной заготовки. Информацию по размерам следует указывать, исходя из имеющихся габаритов (длины, ширины, высоты), например, лист 1,0×710×1420, 115×270×390.
14	МЗ	Масса заготовки.
15	КОИД	Количество одновременно обрабатываемых деталей.
16	Оборудование	Краткое наименование или модель оборудования.
17	Обозначение программы	Обозначение программы в соответствии с требованиями отраслевых НТД. Графу следует заполнять для станков с ЧПУ.
18	То	Норма основного времени.
19	Тв	Норма вспомогательного времени.
20	Тпз	Норма подготовительно–заключительного времени на операцию.
21	Тшт	Норма штучного времени на операцию.
22	СОЖ	Информация по применяемой смазочно–охлаждающей жидкости.
23	–	Содержание перехода.
24	ПИ	Номер позиции инструментальной наладки. Графу следует заполнять для станков с ЧПУ.
25	D или B	Расчетный размер обрабатываемого диаметра (ширины) детали.
26	L	Расчетный размер длины рабочего хода.
27	t	Глубина резания.
28	i	Число проходов.
29	s	Подача, мм/об.
30	n	Число оборотов шпинделя в мин.
31	v	Скорость резания, м/мин.
32–34	–	Характер работы, выполняемой лицами, подписывающими документ.
35	–	Порядковый номер изменения документа.

Продолжение таблицы 12.2.

1	2	3
36	–	Отметка о замене или внедрении листа документа.
37	–	Код извещения
38	–	Инвентарный номер подлинника.
39	–	Инвентарный номер дубликата.
41	–	Общее количество листов
42	–	Порядковый номер листа документа.

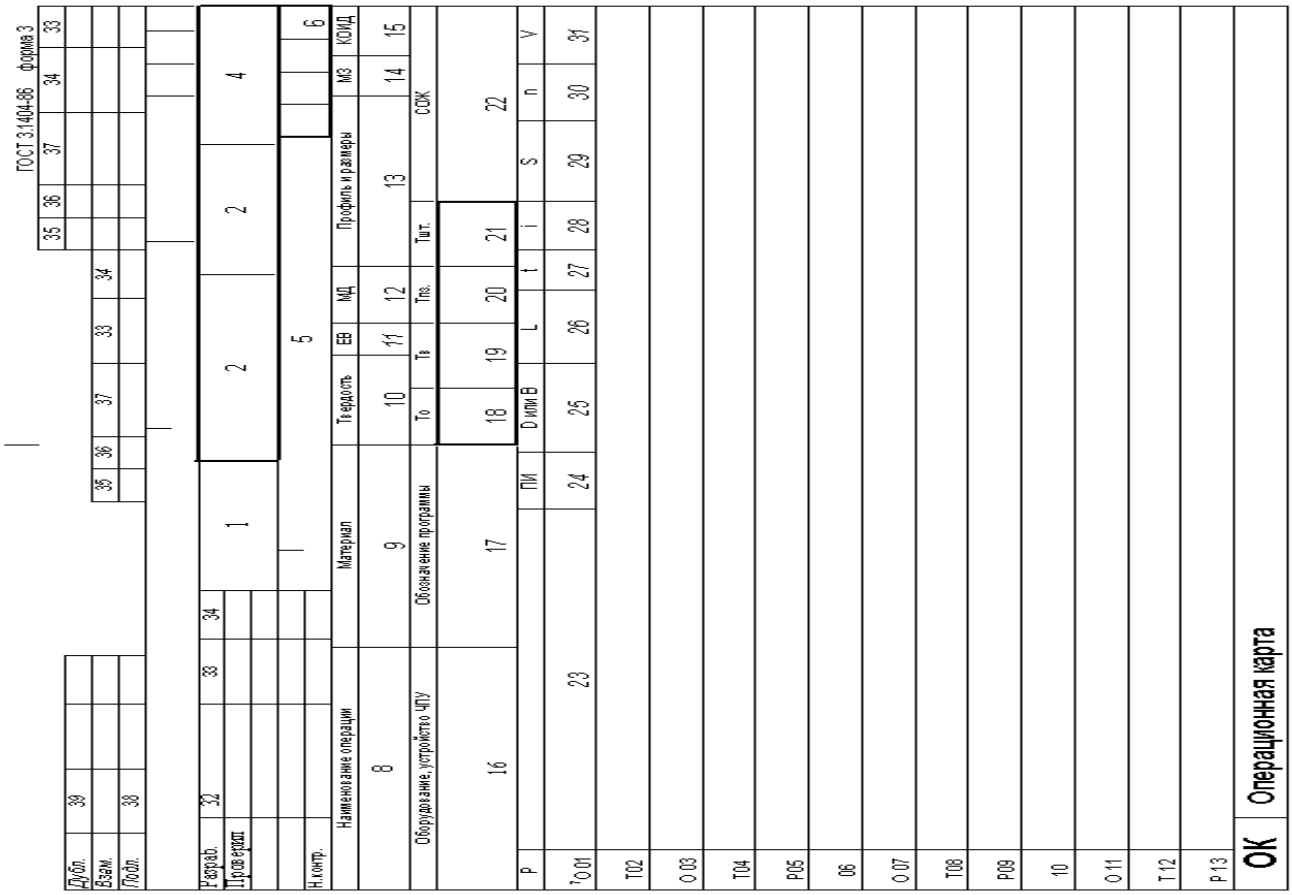


Рисунок 12.2 – Операционная карта

Первая строка ОК начинается с символа "О", где указывается: Установить и снять деталь или номер загрузочной позиции на многошпиндельном станке. Во второй строке проставляется символ "Т", где указывается: приспособления и вспомогательный инструмент (код, количество, наименование). Запись ведется по всей длине строки. При указании данных по технологической оснастке следует руководствоваться требованиями соответствующих классификаторов (таблицы 12.10 – 12.12) на кодирование и наименование технологической оснастки, при этом информацию следует записывать в следующей последовательности: Пр – приспособление, ВИ – вспомогательный инструмент, РИ – режущий инструмент, СП – специальный инструмент, СИ – средства измерения.

Число одновременно применяемых единиц технологической оснастки следует указывать после кода оснастки, заключая в скобки, а затем наименова-

ние. Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять через разделительный знак «;». Например, Пр396131(2) тиски пневматические; ВИ 399241(2) оправка для фрезы; РИ 391855(2) фреза торцевая; Т5К10; СИ 393120 скоба.

Следующая запись начинается с символа "О", где указывается содержание первого перехода в повелительной форме с необходимыми размерами и указанием номера обрабатываемой поверхности согласно КЭ. После содержания перехода заполняется символ "Т", где указывается: РИ – режущий инструмент и СИ – средства измерения (код, количество, наименование, материал). В строке с символом "Р" указываются режимы резания на данном переходе.

Следующий переход начинается с символа "О", где производится запись второго перехода, и все остальные строки повторяются в том же порядке.

Правила записи операций и переходов обработки резанием металлов изложены в ГОСТ 3.1702–79.

Примеры записи переходов:

Точить (шлифовать, фрезеровать, полировать, притереть и т.п.) поверхность 1, фаску 2.

Центровать торец 1.

Подрезать торец 1, выдержав размер....

Расточить (сверлить, рассверлись, зенкеровать, развернуть и т.п.) отверстие 1.

Расточить канавку 1.

Зенкеровать фаску 1.

Нарезать (шлифовать и т.п.) резьбу 1.

Фрезеровать (шлифовать и т.п.) поверхность шлицев 1.

Долбить (протянуть и т.п.) шлицы 1.

Фрезеровать (долбить, строгать, протянуть и т.п.) зубья 1.

12.1.5. Операционная карта сборки

Правила оформления граф ОК сборки изложены в ГОСТ 3.1407–86, форма 1,1 а. Код и наименование операций производится по технологическому классификатору операций ГОСТ 3.1702–79 (таблица 12.8).

МИ – масса изделия по конструкторскому документу. Символ "К" – информация по комплектации изделия, (сборочной единицы) с указанием наименования деталей и их кода. Символ "М" включает информацию о применяемом при сборке материале.

При заполнении ОК сборки в строке с символом "О", указывается:

- Проверить наличие клейм на деталях и состояние сопроводительной документации.
- В содержании перехода указывается номер позиции детали по сборочному чертежу.
- На каждый переход заполняется основное время T_o. В технологической оснастке (символ "Т") указывается:

  Пр – приспособление,

  ВИ –вспомогательный инструмент,

  СЛ – слесарный инструмент,

СИ – средства измерения (код, количество, наименование).

- В конце всех переходов записывается контроль исполнителем.

В содержание перехода входят ключевые слова, характеризующие метод обработки, выраженные глаголом в неопределенной форме.

Ключевые слова: закрепить, запрессовать, зачистить, застопорить, контрить, клепать, маркировать, нарезать, опилить, отрубить, очистить, отрезать, притереть, пломбировать, развинтить, распрессовать, сверлить, смазать, свинтить, собрать, установить, штифтовать и т.п.

Пример записи переходов: *Установить шайбу поз.5. Свинтить детали поз.5 и 6, выдерживая размер 1, собрать детали поз.2 и 3, выдержав размер 1.*

12.1.6. Операционная карта технического контроля

Операционная карта технического контроля заполняется согласно ГОСТ 3.1502–85. Наименование операции записывается согласно классификатору технологических операций ГОСТ 3.1702–79 (таблицы 12.5, 12.6).

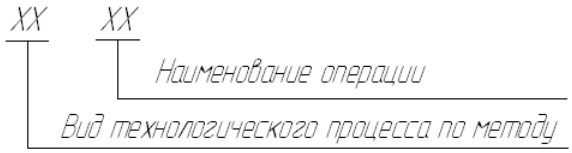
Начинается заполнение ОК контроля с символом "Р" – контролируемые параметры, где на каждой строке перечисляются контролируемые размеры с указанием квалитета и отклонения. Указывается код средств ТО (технологического оснащения), наименование средств ТО. Объем и ПК – объем контроля (шт.; *%)* и периодичность контроля (ПК) (в час; в смену и т.д.). Заполняется основное и вспомогательное время на каждый переход.

12.1.7. Классификатор технологических операций в машиностроении и приборостроении 1.85.151

Классификатор представляет собой систематизированный свод наименований технологических операций и их кодов в виде классификационных таблиц.

В структуре кода технологической операции каждая ступень классификации обозначена двумя цифровыми десятичными знаками.

В классификаторе установлена следующая структура кода технологической операции:



За каждым видом технологического процесса закреплен определенный код.

Код характеристики документа:

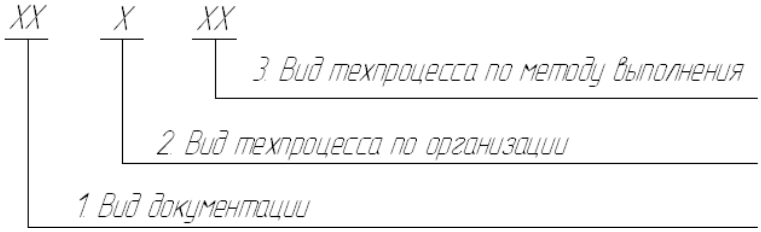


Таблица 12.3 – Коды характеристики технологических документов (ГОСТ 3.1201–68)

Код	Характеристика документации	Код	Характеристика документации
1. Вид документации		3. Вид техпроцесса по методу выполнения	
01	Комплект технологической документации	00	Без указания
02	Комплект документов технологического процесса	01	Общего назначения
		02,03	Технический контроль
10	Маршрутная карта	04	Перемещение
20	Карта эскизов	06,07	Испытание
25	Технологическая инструкция	10	Литье металлов и сплавов
30	Комплектовочная карта	21	Обработка давлением
40	Ведомость технологических документов	41,42	Обработка резанием
42	Ведомость оснастки	50,511	Термообработка
50	Карта технологического процесса	65	Порошковая металлургия
60	Операционная карта	80,81	Пайка
2. Вид техпроцесса по организации		85	Электромонтаж
0	Без указания	88	Сборка
1	Единичный процесс (операция)	90,91	Сварка
2	Типовой процесс (операция)		
3	Групповой процесс (операция)		

Таблица 12.4 – Коды видов технологического процесса по методу выполнения

Код	Вид техпроцесса по методу выполнения	Код	Вид техпроцесса по методу выполнения
01	Операции общего назначения	50,51	Термообработки
02,03	Технический контроль	65	Порошковая металлургия
04	Перемещение	71	Получение покрытий
06,07	Испытания	80,81	Пайка
10	Литье металлов и сплавов	88	Сборка
21	Обработка давлением	90,91	Сварка
41,42	Обработки резанием		

Таблица 12.5 – Операции общего назначения – код 01

Код	Наименование операции	Код	Наименование операции
0101	Разметка	0135	Очистка ультразвуковая
0103	Нагревание	0136	Очистка дробеструйная
0105	Охлаждение	0138	Очистка электрохимическая
0107	Обдувка	0139	Очистка виброабразивная
0108	Слесарная	0150	Травление
0109	Зачистка	0170	Сушка
0114	Смазывание	0180	Маркирование
0115	Пломбирование	0181	Маркирование ударом
0125	Промывка	0183	Маркирование травлением
0130	Очистка	0184	Маркирование лазерное
0131	Очистка пескоструйная	0191	Маркирование химическое

Таблица 12.6 – Технический контроль – код 02, 03

Код	Наименование операции	Код	Наименование операции
0200	Контроль	0245	Контроль цилиндричности
0210	Контроль величин пространства и времени	0250	Контроль формы и расположения поверхностей
0220	Контроль линейных размеров	0251	Контроль биения радиального
0230	Контроль расположения поверхности	0252	Контроль биения торцевого
0231	Контроль параллельности	0261	Контроль резьбовых деталей
0232	Контроль перпендикулярности	0265	Контроль шлицевых деталей
0235	Контроль соосности	0266	Контроль шероховатости
0236	Контроль симметричности	0270	Контроль зубчатых деталей
0237	Контроль пересечения осей	0310	Контроль механических величин
0240	Контроль формы поверхности	0315	Контроль силы, веса
0241	Контроль плоскостности	0357	Контроль частоты владения
0242	Контроль прямолинейности	0387	Контроль внешнего вида, наличия клейм
0290	Контроль червячных деталей	0292	Контроль осевого шага червяка

Таблица 12.7 – Перемещение – код 04

Код	Наименование операции	Код	Наименование операции
0400	Перемещение	0411	Кантование
0401	Транспортирование	0414	Стеллажирование
0404	Погрузка	0418	Комплектование
0405	Загрузка	0419	Раскладка
0406	Разгрузка	0421	Сортирование
0407	Выгрузка	0424	Укладывание
0408	Перегрузка	0430	Хранение
0409	Перекладка	0440	Складирование

Таблица 12.8 – Сборка– код 88

Код	Наименование операции	Код	Наименование операции
8800	Сборка	8842	Развальцовка
8801	Базирование	8844	Накручивание
8821	Стопорение	8849	Центрирование
8822	Штифтование	8851	Шплинтование
8823	Запрессовывание	8852	Распрессовывание
8831	Свинчивание	8861	Разборка
8841	Клепка	8864	Слесарно–сборочная

Таблица 12.9 – Обработка резанием – код 41

Код	Наименование операции	Код	Наименование операции
4100	Обработка резанием	4153	Зубофрезерная
4101	Агрегатная	4154	Зубострогальная
4102	Автоматно–линейная	4155	Зубопротяжная
4105	Резьбонарезная	4156	Зубозакругляющая
4107	Гайконарезная	4157	Зубошевинговальная
4108	Болтонарезная	4158	Зубопритирочная
4110	Токарная	4161	Зубооткатывающая
4111	Токарно–револьверная	4162	Специальная зубообрабатывающая
4112	Автоматная токарная	4163	Зубохонинговальная
4113	Токарно–карусельная	4165	Шлицефрезерная

Продолжение таблицы 12.9.

4114	Токарно–винторезная	4167	Комбинированная
4115	Лоботокарная	4170	Строгальная
4116	Токарно–копировальная	4171	Продольно–строгальная
4118	Специальная токарная	4172	Поперечно–строгальная
4130	Шлифовальная	4175	Долбежная
4131	Круглошлифовальная	4180	Протяжная
4132	Внутришлифовальная	4181	Горизонтально–протяжная
4133	Плоскошлифовальная	4182	Вертикально–протяжная
4134	Бесцентрово–шлифовальная	4183	Специальная протяжная
4135	Резьбошлифовальная	4190	Отделочная
4141	Шлицешлифовальная	4192	Хонинговальная
4142	Заточная	4193	Суперфинишная
4146	Специальная шлифовальная	4194	Доводочная
4150	Зубообрабатывающая	4195	Притирочная
4151	Зубошлифовальная	4196	Полировальная
4152	Зубодолбежная	4197	Глянцовочная
4210	Сверлильная	4236	Шлифовальная с ЧПУ
4211	Сверлильно–центровальная	4237	Комплексная на обрабатывающих
4212	Радиально–сверлильная	4260	Фрезерная
4213	Горизонтально–сверлильная	4261	Вертикально – фрезерная
4214	Вертикально–сверлильная	4262	Горизонтально – фрезерная
4216	Координатно–сверлильная	4263	Продольно – фрезерная
4220	Расточная	4264	Карусельно – фрезерная
4221	Горизонтально–расточная	4265	Барабанно – фрезерная
4222	Вертикально–расточная	4267	Копировально – фрезерная
4223	Координатно–расточная	4269	Фрезерно – центровальная
4224	Алмазно–расточная	4271	Шпоночно – фрезерная
4230	Программная	4272	Специальная фрезерная
4231	Расточная с ЧПУ	4274	Резьбофрезерная
4232	Сверлильная с ЧПУ	4280	Отрезная
4233	Токарная с ЧПУ	4281	Ножовочно–отрезная
4234	Фрезерная с ЧПУ		

Таблица 12.10 – Указатель кодов на режущий инструмент, измерительные средства и технологическую оснастку

Код	Наименование оснастки	Код	Наименование оснастки
391210	Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком быстрорежущие	391801	Фрезы твердосплавные
		391802	Фрезы быстрорежущие
391242	Сверло комбинированное центровочное	391810	Фрезы зуборезные и резьбовые
		391820	Фрезы концевые
391267	Сверла спиральные с коническим хвостовиком быстрорежущие	391830	Фрезы насадные
		391855	Фрезы торцевые твердосплавные
391303	Сверла твердосплавные	391890	Фрезы для станков с ЧПУ
391290	Сверла для станков с ЧПУ и автоматических линий	392101	Резцы твердосплавные
		392104	Резцы с механическим креплением пластин
391310	Метчики ручные из углеродистых сталей		
		392110	Резцы быстрорежущие
391330	Метчики машинно–ручные быстрорежущие	392190	Резцы для станков с ЧПУ
		392210	Пилы круглые сегментные
391350	Метчики твердосплавные	392301	Протяжки

Продолжение таблицы 12.10.

391391	Метчики для станков с ЧПУ	392410	Долбяки зуборезные
391510	Плашки резьбонарезные круглые	392430	Шеверы дисковые
391619	Зенкеры быстрорежущие	392460	Головки зуборезные для конических колес
391620	Зенкеры твердосплавные		
391630	Зенковки конические	392480	Гребенки зуборезные
391690	Зенкеры и зенковки для станков с ЧПУ	392500	Головки, плашки и ролики резьбонакатные
391710	Развертки ручные	392514	Головки резьбонарезные
391720	Развертки машинные быстрорежущие	392540	Полотна ножовочные ручные и машинные
391740	Развертки машинные твердосплавные	392900	Напильники
		393120	Калибры гладкие и скобы
391790	Развертки для станков с ЧПУ	393140	Калибры для метрической резьбы (пробки, кольца)
393200	Меры длины		
393311	Штангенциркули	397130	Инструмент алмазный шлифовальный на керамической связке
393320	Штангенрейсмассы		
393410	Микрометры гладкие	398110	Инструмент абразивный из электрокорунда
393420	Микрометры резьбовые		
393450	Нутромеры микрометрические	398150	Инструмент абразивный из карбида кремния
393510	Линейки лекальные		
393550	Плиты разметочные	396110	Патроны токарные
394130	Индикаторы рычажно–пружинные	396131	Тиски машинные
394300	Приборы измерительные универсальные	396141	Головки делительные универсальные
		396151	Столы поворотные
394630	Приборы АК	396161	Плиты магнитные
394650	Приборы для размерной настройки для станков с ЧПУ	396181	Приспособления УСП
		392650	Ключи гаечные, торцовые, специальные
394920	Приборы для измерения режущего инструмента		
		392801	Инструмент вспомагательный для станков с ЧПУ
397110	Инструмент алмазный шлифовальный на органической связке		
		392841	Центры вращающиеся
397120	Инструмент алмазный шлифовальный на металлической связке	392871	Тиски слесарные верстачные

Таблица 12.11 – Указатель кодов основных видов заготовок

Код	Вид заготовки	Код	Вид заготовки
093120	Сталь крупносортовая низкоуглеродистая	411140	Отливки из легированных чугунов
093220	Сталь среднесортовая низколегированная	411210	Отливки из углеродистой стали
095000	Сталь сортовая конструкционная	411230	Отливки из легированной стали
095030	Сталь сортовая углеродистая	412110	Штамповки из черных металлов
095040	Сталь сортовая легированная	412120	Поковки из проката черного металла
096600	Сталь сортовая инструментальная	412220	Поковки из проката цветных металлов
096200	Сталь сортовая быстрорежущая	413330	Металлоконструкции сварные корпусные
134000	Трубы бесшовные углеродистые	413360	Металлоконструкции сварные цилиндрические
411110	Отливки из ковкого чугуна		

Таблица 12.12 – Указатель кодов технологического оборудования

Код	Тип станка	Код	Тип станка
381881	Агрегатные горизонтальные односторонние	38157	Зубодолбежный
		38152	Зубострогальный
381884	Агрегатные горизонтальные многосторонние	38157	Зубофрезерный
		38157	Зубошевинговальный
381885	Агрегатные вертикальные одностоечные	38156	Зубошлифовальный абразивным червяком
381887	Агрегатные вертикальные многостоечные	381562	Зубошлифовальный коническими кругами
381260	Алмазно–расточные	381563	Зубошлифовальный тарельчатыми кругами
381670	Барабанно–фрезерные		
381314	Бесцентрово–шлифовальные	381263	Координатно–расточной
381753	Вертикально–протяжной для внутреннего протягивания	381311	Круглошлифовальный
		381762	Ножовочно–отрезной
381754	Для наружного протягивания	381760	Отрезной
381262	Вертикально–расточной	381313	Плоскошлифовальный
381213	Вертикально–сверлильный	381337	Полировальный
381611	Вертикально–фрезерный консольный	381713	Продольно–строгальный
381612	С крестовым столом	381661	Продольно–фрезерный
381861	Вертикально–фрезерный специальный	381217	Радиально–сверлильный
		381743	Резьбонарезной
381312	Внутришлифовальный	381623	Резьбофрезерный
381751	Горизонтально–протяжной	381316	Резьбошлифовальный
381261	Горизонтально–расточной	381663	Заточной для сверл
381829	Горизонтально–сверлильный	381367	Заточной для фрез
381621	Горизонтально–фрезерный консольный	381368	Заточной для протяжек
		381701	Строгальный
381631	Горизонтально–фрезерный универсальный	381111	Токарный одношпиндельный
		381114	Токарный многошпиндельный
381361	Заточной универсальный	381718	Долбежный

Таблица 12.13 – Указатель кодов профессий

Код	Наименование профессии	Код	Наименование профессии
11868	Долбежник	17335	Сверловщик
12260	Заточник	17461	Слесарь–инструментальщик
12287	Зуборезчик	17474	Слесарь механосборочных работ
12290	Зубошлифовщик	17845	Станочник на специальных станках по обработке металла
14972	Оператор автоматических линий		
15292	Оператор станков с ЧПУ	17960	Строгальщик
15887	Полировщик	18217	Токарь
16014	Прессовщик	18219	Токарь–карусельщик
16438	Протяжник	18225	Токарь–полуавтоматчик
16641	Разметчик	18235	Токарь–расточник
16937	Резчик на пилах, ножовках	18236	Токарь–револьверщик
17001	Резьбофрезеровщик	18632	Фрезеровщик
17003	Резьбошлифовщик	18873	Шлифовщик

12.2. Порядок выполнения задания

1) Ознакомиться с основными видами технологической документации и правилами ее оформления.
2) Заполнить маршрутную карту.
3) Заполнить операционную карту.
4) Заполнить карту эскизов.
5) Оформить отчет по практической работе.

12.3. Набор типовых задач для решения на занятии

Маршрутная карта заполняется на технологический процесс, разработанный при выполнении работы № 7. Операционная карта и карта эскизов – на операцию, спроектированную в работах №8, 9, 10, 11.

12.4. Содержание отчета о практическом занятии

1) Наименование работы.
2) Цель работы.
3) Краткая характеристика видов документов.
4) Наименование и характеристика технологических процессов и операций, на которые заполняются маршрутные и операционные карты.
5) Заполненные маршрутные и операционные карты.
6) 6) Выводы по работе.

12.5. Контрольные вопросы

1) С какой целью разработана ЕСТД?
2) Какие документы оформляются при проектировании технологического процесса механической обработки деталей?
3) Содержание маршрутной карты.
4) Содержание операционной карты.
5) С какой целью оформляется карта эскизов и схем?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ

Цель работы: Изучение передовых технологических процессов обработки деталей автомобиля и направлений их дальнейшего совершенствования.

13.1. Теоретический раздел

Последовательность анализа технологического процесса:

- краткое описание служебного назначения детали;
- оценка технологичности ее конструкции;
- анализ обоснованности последовательности операций технологического процесса;
- метод получения заготовки;
- выявление параметров технологического процесса, обеспечивающих получение заданных технических требований на деталь;

- рациональность принятых схем построения технологических операций;
- правильность назначения припусков, режимов резания;
- оценка методов контроля качества при выполнении операций и детали после обработки;
- рациональность выбора оборудования и технологической оснастки;
- анализ возможных вариантов совершенствования технологического процесса и отдельных операций.

13.2. Порядок выполнения задания

1) Получить от преподавателя исходные данные: чертеж детали; технологический процесс изготовления детали, действующий на производстве; программа выпуска детали.
2) Произвести анализ базового технологического процесса по критериям, рассмотренным выше.
3) Оформить отчет.

13.3. Набор типовых задач для решения на занятии

При проведении практического занятия рекомендуется рассмотреть технологические процессы обработки деталей силовых агрегатов автомобилей, действующие на автомобильных предприятиях Украины. Основные детали: блок цилиндров, коленчатый вал, распределительный вал, гильза цилиндров.

13.4. Содержание отчета о практическом занятии

6) Наименование работы
7) Цель работы.
8) Анализ технологического процесса по вопросам, приведенным в теоретической части.
9) Выводы по работе.

13.5. Контрольные вопросы

1) Обеспечивает ли технологический процесс предприятия стабильное получение качества изготовления детали?
2) Можно ли усовершенствовать структуру технологического процесса обработки детали?
3) Какие методы можно применить при изготовлении детали?
4) Можно ли полностью автоматизировать процесс изготовления детали?
5) Можно ли повысить гибкость производственных систем обработки детали?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабук В.В. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: Учеб. пособие/ В.В. Бабук, В.А. Шкред, Г.П. Кривко, А.И. Медведев. – Мн.: Выш. шк., 1987. – 255 с.:ил.

2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. – 565с.: ил.

3. Зенкин А.С. Допуски и посадки в машиностроении: Справочник/ А.С. Зенкин, И.В. Петко. – К. Техника, 1984. – 311 с.

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

5. Панов А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога./А.А. Панов, В.В. Аникин; Под общ. ред. А.А.Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 450 с.

6. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник./В.И.Баранчиков, А.В. Жариков, Н.Д.Юдина и др.; Под общ. ред. В.И.Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 210 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)
Обозначение опор, зажимов и установочных устройств

Таблица А. 1 – Обозначение опор по ГОСТ 3.1107–81

Опора	Обозначение опор на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Неподвижная			
Подвижная			
Плавающая			
Регулируемая			
Примечание – несколько обозначений одноименных опор на схемах на каждом виде допускается заменять одним с обозначением их числа справа.			

Таблица А. 2 – Обозначение опор по ГОСТ 3.1107–81

Зажим	Обозначение зажима на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Одиночный			
Двойной			

Таблица А. 3 – Обозначение установочных устройств по ГОСТ 3.1107–81

Установочное устройство	Обозначение	Установочное устройство	Обозначение
Центр неподвижный		Оправка шариковая (роликовая)	
Центр вращающийся		Оправка гидропластовая	ГС
Центр плавающий		Патрон поводковый	
Оправка цилиндрическая		Патрон цанговый	Ц
Примечание – для центров обозначение на видах слева и справа не предусматривается.			

Таблица А.4 – Обозначение формы рабочей поверхности опор, зажимов и установочных устройств по ГОСТ 3.1107-81

Форма рабочей поверхности	Обозначение форм рабочей поверхности	Форма рабочей поверхности	Обозначение форм рабочей поверхности
Плоская	—	Коническая	∨
Сферическая	⌒	Ромбическая	◊
Цилиндрическая (шариковая)	○	Трехгранная	∇
Призматическая	∪		
Примечание: для указания рельефа рабочих поверхностей (рифленая, резьбовая, шлицевая и т. д.) опор, зажимов и установочных устройств следует применять обозначение: ⋀⋁⋀			

Таблица А.5 – Условное обозначение устройств зажимов по ГОСТ 3.1107-81

Зажимы	Обозначение устройства зажима
Пневматические	Р
Гидравлические	Н
Электрические	Е
Магнитные	М
Электромагнитные	ЕМ
Гидропластовые	Гс
Прочие	Без обозначения
Примечание: обозначение видов зажимов наносят слева от обозначения зажимов.	

Таблица А.6 – Примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установочных устройств на схемах по ГОСТ 3.1107-81

Наименование	Примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установочных устройств	Наименование	Примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установочных устройств
Центр: неподвижный (гладкий)		Оправка: цилиндрическая	
рифленый		коническая, роликовая	
плавающий		резьбовая, цилиндрическая с наружной резьбой	
вращающийся		шлицевая	
обратный вращающийся с рифленой поверхностью		цанговая	
Патрон поводковый		Опора регулируемая со сферической выпуклой рабочей поверхностью	
Люнет: подвижный		Зажим пневматический с цилиндрической рифленой рабочей поверхностью	
неподвижный			

Таблица А.7 – Примеры схем базирования деталей

Схема установки	Теоретическая схема базирования
1	2
В центрах с поводком с вращающимся центром и подвижным люнетом	
В трехкулачковом самоцентрирующем патроне с базированием по наружному диаметру без упора в торец	
На разжимной консольной оправке с базированием по отверстию	
На жесткой конусной консольной оправке с базированием по отверстию	

Продолжение таблицы А.7

1	2
По обрабатываемой поверхности при бесцентровом врезном шлифовании	
1 — шлифовальный круг, 2 — ведущий круг, 3 — заготовка, 4 — опора, 5 — продольный упор	
Крепление на оправке с гидропластом	
В призматических тисках	
На плоскость, круглый и срезанный пальцы с вертикальными осями	

Приложение Б
(справочное)

Таблица Б.1 – Качество поверхностей заготовок

Вид заготовки	Квалитет	R_z	h
		мкм	
Отливки в земляные формы:		$R_z + h$	
1-го класса:		600	
2-го класса:		700	
Отливки в кокиль	12…14	200	300
Литье в оболочковые формы	12…14	40	260
Литье под давлением	9…12	20	140
Литье по выплавляемым моделям	6…12	30	170
Штамповки массой, кг:			
до 0,25		150	150
0,25...2,5		150	200
2,5…25		150	250
25...100		200	300
100...200		300	300
Прокат горячекатаный диаметром, мм:			
5…25		150	150
26...75		150	250
80…160		200	300
160…250		300	400
Прокат калиброванный, гладкотянутый	7…12	60	60

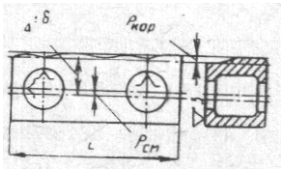
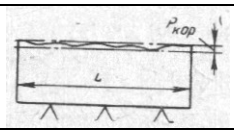
Таблица Б.2 – Качество торцевой поверхности после резки заготовок из горячекатаного проката

Способ резки	Диаметр заготовки, мм	Допуск на длину заготовки, мм	$R_z + h$, мм	Неперпендикулярность торца к оси
По упору на ножницах дисковыми пилами и приводными ножовками	5.. 25 26...75 80…150 Свыше 150	±1 ±1,3 ±1,8 ±2,3	0,3	0,01 D
На прессах и дисковыми фрезами на отрезных станках	5…25 26 …75	±0,3 ±0,4	0,2	0,0007D
Отрезными резцами на станках токарного типа	5…25 26…75 80…150 160…250	±0,25 ±0,35 ±0,4 ±0,5	0,2	0,045D

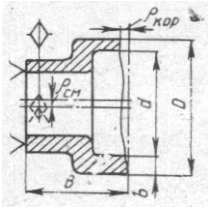
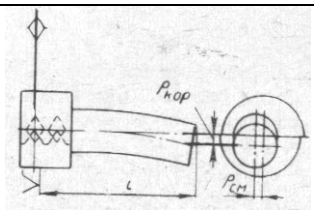
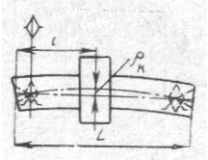
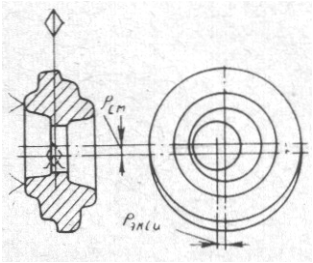
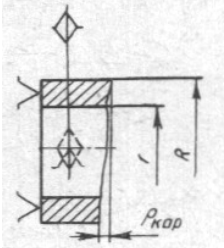
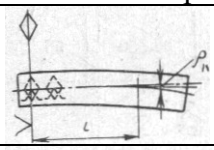
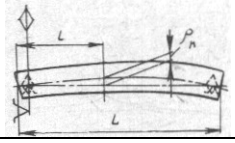
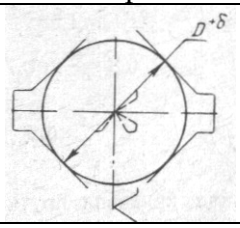
Таблица Б.3 – Параметры, достигаемые после механической обработки

Вид заготовки	R_z	h
	мкм	
Обработка наружных поверхностей		
Обдирочная обработка лезвийным инструментом отливок 2-го класса, горячего проката обычной точности, нежестких валов, поковок с большими припусками и др.	100	100
Черновая обработка лезвийным инструментом заготовок всех видов	50	50
Чистовая обработка лезвийным инструментом и однократная обработка заготовок с малыми припусками	30	30
Чистовое торцевое фрезерование	10	15
Протягивание наружное	5	10
Тонкая обработка лезвийным инструментом	3	—
Шлифование предварительное	10	20
То же, чистовое	5	15
Бесцентровое шлифование калиброванного проката до термообработки	6	12
То же, после термообработки	0,3…0,8	—
Обработка отверстий		
Сверление спиральными сверлами	40	60
Глубокое сверление	20	30
Зенкерование:		
черновое	50	50
чистовое	30	40
Растачивание:		
черновое	50	50
чистовое	20	25
Развертывание:		
нормальное	10	25
точное	5	10
тонкое	3	—
Протягивание	4	6
Калибрование шариком или оправкой	0,6	—

Таблица Б.4 – Суммарное значение пространственных отклонений поверхностей для различных видов заготовок и механической обработки

Тип детали. Метод базирования	Эскиз	Расчетная формула
1	2	3
Литые заготовки		
Корпусные детали. По отверстиям с параллельными осями и перпендикулярной к ним плоскости.		$\rho_д = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}$; $\rho = \rho_{кор} + \rho_{см}$; $\rho_{см} = \delta$; $\rho_{кор} = \Delta_к L$
Корпусные детали. По плоскости, противоположной обрабатываемой.		$\rho = \rho_{кор}$

Продолжение таблицы Б.4

1	2	3
Цилиндрические детали – тела вращения. В самоцентрирующих патронах по наружному диаметру с прижимом к торцевой поверхности.		$\rho_D = \rho_{кор} = \Delta_к D;$ $\rho_d = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2};$ $\rho_{см} = \delta_B;$ $\rho_B = \Delta_к B$
Штампованные заготовки		
Стержневые детали (валы ступенчатые, рычаги и др.). Базирование по крайней ступени (поверхности).		$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2};$ $\rho_{кор} = \Delta_к l$
Стержневые детали. Обработка в центрах.		$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2 + \rho_ц^2};$ $\rho_{кор} = \Delta_к l \ \ (при \quad l \le L/2)$
Детали типа дисков с прошиваемым центральным отверстием (шестерни, диски и др.). Установка по наружному диаметру и торцу.		$\rho = \sqrt{\rho_{эксц}^2 + \rho_{см}^2}$
Детали типа дисков при обработке торцевых поверхностей.		$\rho = \rho_{кор};$ $\rho_{кор} = \Delta_к D = \Delta_к \cdot 2R$
Заготовки из сортового проката		
Консольное закрепление в самоцентрирующих патронах.		$\rho_к = \Delta_к l$
Обработка в центрах.		$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_ц^2};$ $\rho_{кор} = \Delta_к l \ при \ (l \le L/2)$
Зацентровка заготовок		
Установка в самоцентрирующих зажимных устройствах.		$\rho_к = 0{,}25 \ мм$

Продолжение таблицы Б.4

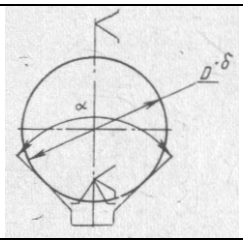
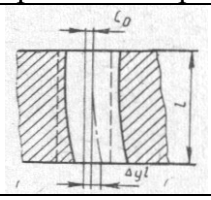
1	2	3
Установка на призмах с односторонним прижимом.		$\rho_ц = \sqrt{\delta^2/2 + 0{,}25^2}$ $(при\ \alpha = 90^\circ)$; $\rho_ц = \sqrt{\delta^2/3 + 0{,}25^2}$ $(при\ \alpha = 120^\circ)$;
Сверление отверстий		
Детали всех типов. Деталь неподвижна.		$\rho = \sqrt{C_o^2 + (\Delta_y l^2)}$

Таблица Б.5 – Удельная кривизна заготовок $\Delta_к$ (мкм) на 1 мм длины

Заготовки	Диаметр заготовки, мм					
	5…25	25…50	50…75	75…120	120…150	Свыше 150
Покат калиброванный:						
6-й квалитет	0,5	0,5				
9-й	1	0,75	0,5			
10…11-й	2	1	1			
12-й	3	2	1			
Прокат калиброванный после термообработки	2	1,3	0,6			
Прокат горячеканный: после правки на прессе	0,15	0,12	0,1	0,8	0,06	0,05
после термообработки	2	1,3	1,3	0,6		0,3
Штампованные: после правки	2	1,5		1		
после термообработки	1	0,8	0,7	0,6	0,5	
Отливки:						
плиты	2…3					
корпуса	0,7…1					

Примечания: 1. Общая кривизна прутка не должна превышать произведения допускаемой удельной кривизны на длину прутка. 2. Кривизну отрезной заготовки определяют в зависимости от способа базирования при обработке (см. табл. 9.6). 3. При термообработке проката ТВЧ табличные значения принимать с коэффициентом 0,5. 4. Для ступенчатых валов средний диаметр

$$d_{ср} = \frac{d_1 l_1 + d_2 l_2 + ... d_n l_n}{L},$$

где d_1, $d_2 \dots d_n$ — диаметры ступеней; $l_1, l_2 \dots l_n$ — длины ступеней; L — общая длина вала.

5. Для стержневых деталей типа рычагов и пластин $d_{ср}$ рассчитывают по среднему сечению стержня.

Таблица Б.6 – Погрешности (смещение $\rho_{см}$, мм) штампованных заготовок по ГОСТ 7505 – 74

Масса поковки, кг	$\rho_{см}$ для классов точности	
	1-го	2-го
До 0,25	0,3	0,3
Свыше 0,25 до 0,63	0,3	0,4
0,63 … 1,6	0,4	0,5
1,6 … 2,5	0,4	0,6
2,5 … 4	0,5	0,7
4 … 6,3	0,6	0,8
6,3 … 10	0,7	0,9
10 … 16	0,8	1
16 … 25	0,9	1,1
25 …40	1	1,2
40 … 63	1,2	1,4
63 …100	1,4	1,7
100 … 160	1,6	2,5
60 …250	1,8	3
250… 400	2	3,5

Таблица Б.7 – Погрешности штампованных заготовок по несоосности (эксцентричности $\rho_{эксц}$, мм) и изогнутости (короблению $\rho_{кор}$, мм) ГОСТ 7505—74

Наибольший размер поковки, мм	$\rho_{эксц}$ для классов		$\rho_{кор}$ для классов	
	1-го	2-го	1-го	2-го
До 60	0,5	0,8	0,25	0,4
Свыше 60 до 100	0,6	1	0,4	0,6
100 …160	0,8	1,5	0,5	0,8
160 … 250	1,2	2	0,6	1
250 …360	1,6	2,5	0,8	1,2
360 … 500	2	3	1	1,5
500 … 630	2,5	3,5	1,5	2
630 … 800	3	4	1,8	2,5

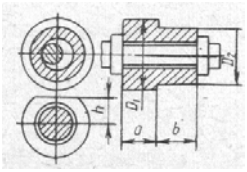
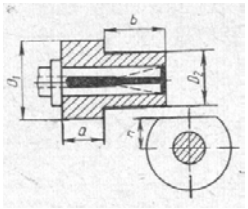
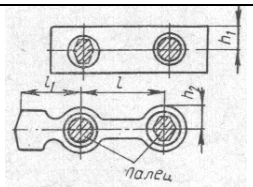
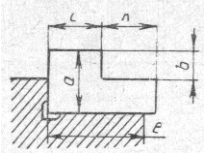
Таблица Б.8 – Удельный увод $\Delta_к$ и смещение $C_о$ оси отверстий при сверлении

Диаметр отверстия, мм	Сверление спиральными сверлами		Глубокое сверление	
	$\Delta_к$, мкм/мм	$C_о$, мкм	$\Delta_к$, мкм/мм	$C_о$, мкм
6...10	2,1	10	1,6	10
10...18	1,7	15	1,3	15
18...30	1,3	20	1	20
30...50	0,9	26	0,7	25
	0,7	30	0,7	25

Таблица Б.9 – Погрешности базирования заготовок при обработке в приспособлениях

Базирование	Схема установки	$\varepsilon_б$ для размеров
1	2	3
По центровым отверстиям: на жесткий передний центр		$\varepsilon_{D_1} = 0;\ \varepsilon_{D_2} = 0;$ $\varepsilon_a = 0;\ \varepsilon_b = \Delta_ц^{*};$ $\varepsilon_c = \Delta_ц^{*}$
на плавающий передний центр		$\varepsilon_{D_1} = 0;\ \varepsilon_{D_2} = 0;$ $\varepsilon_a = 0;\ \varepsilon_b = 0;$ $\varepsilon_c = 0$
По внешней поверхности: в зажимной цанге по упору		$\varepsilon_D = 0;\ \varepsilon_L = 0$
в самоцентрирующем патроне с упором торцом		$\varepsilon_D = 0;\ \varepsilon_d = 0;$ $\varepsilon_a = 0;\ \varepsilon_b = 0$ (при параллельном подрезании торцов)
в самоцентрирующих призмах		$\varepsilon_d = 0;\ \varepsilon_e = 0^{**}$
в призме при обработке отверстий по кондуктору		$\varepsilon_e = \delta_D \Big/ \left(2\sin\frac{\alpha}{2}\right)^{**}$
На плоской поверхности при обработке отверстий по кондуктору		$\varepsilon_e = \delta_D / 2^{**}$
В призме при обработке плоскости или паза		$\varepsilon_h = \frac{\delta_D}{2}\left(\frac{1}{\sin\alpha/2} - 1\right);$ $\varepsilon_n = \frac{\delta_D}{2}\left(\frac{1}{\sin\alpha/2} + 1\right);$ $\varepsilon_m = \frac{\delta_D}{2\sin\alpha/2}^{**}$
		$\varepsilon_b = 0$
		$\varepsilon_e = \frac{\delta_D}{2};\ \varepsilon_m = 0$

Продолжение таблицы Б.9

По отверстию: на жесткой оправке со свободной посадкой		$\varepsilon_{D_1} = \varepsilon_{D_2} = \varepsilon_h = S_{\min} + \delta_B + \delta_a^{***}$ При установке оправки на плавающий передний центр, в гильзу или патрон по упору $\varepsilon_a = 0;\ \varepsilon_b = 0$
на разжимной оправке и на жесткой с натягом		При установке оправки на жесткий передний центр $\varepsilon_a = \Delta_ц^{*};\ \varepsilon_b = 0;$ $\varepsilon_{D_1} = 0;\ \varepsilon_{D_2} = 0;$ $\varepsilon_h = 0$
По двум отверстиям на пальцах при обработке верхней поверхности		$\varepsilon_{h_1} = S_{\min} + \delta_B + \delta_a^{***};$ $\varepsilon_{h_2} = (S_{\min} + \delta_B + \delta_a)\dfrac{2l_1 + l}{l};$
По плоскости при обработке уступа		$\varepsilon_b = \delta_a;$ $\varepsilon_k = \delta_e;$ $\varepsilon_c = 0$

Примечание:* $\Delta_ц$ — просадка центров, мм. При наибольшем диаметре центрового отверстия, мм (1; 2; 2,5); (4; 5; 6); (7,5; 10); (12,5; 15); (20; 30) $\Delta_ц$ соответственно равна 0,11; 0,14; 0,18; 0,21; 0,25. ** ε_e — смещение оси отверстия относительно оси внешней поверхности; δ_D — допуск диаметра внешней поверхности; $S_{\min}$ — минимальный гарантированный зазор. *** δ_a — допуск размера базового отверстия; δ_B — допуск размера оправки.

Таблица Б.10 – Погрешность закрепления заготовок $\varepsilon_з$ при установке в радиальном направлении для обработки на станках, мкм

Метод получения заготовки	Поперечный размер заготовки, мм									
	6…10	10…18	18…30	30…50	50…80	80…120	120…180	180…260	260…360	360…500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Установка в зажимной гильзе (цанге)										
Холоднотянутая калиброванная	40	50	60	70	80	–	–	–	–	–
Предварительно обработанная	40	50	60	70	80	–	–	–	–	–
Чисто обработанная	20	25	30	35	40	–	–	–	–	–
Установка в трехкулачковом патроне										
Литье:										
в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	220	270	320	370	420	500	600	700	800	900
в постоянную форму	150	175	200	250	300	350	400	450	550	650
по выплавляемой модели	50	60	70	80	100	120	140	160	—	—
под давлением	25	30	35	40	50	60	70	80	—	—

Продолжение таблицы Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Горячая штамповка	220	270	320	370	420	600	600	700	800	—
Горячекатаная	220	270	320	370	420	500	600	—	—	—
Предварительно обработанная	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200
Чисто обработанная	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100
Установка в пневматическом патроне										
Литье:										
в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	180	220	260	320	380	440	500	580	660	760
в постоянную форму	120	140	170	200	240	280	320	380	440	500
по выплавляемой модели	40	50	60	70	80	90	100	120	—	—
под давлением	20	25	30	35	40	45	50	60	—	—
Горячая штамповка	180	220	260	320	380	440	500	580	660	—
Горячекатаная	180	220	260	320	380	440	500	—	—	—
Предварительно обработанная	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160
Чисто обработанная	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80

Примечания:
1. При установке на оправку надо учитывать погрешность базирования и принимать погрешность закрепления заготовки в зависимости от крепления оправки в гильзе, патроне или зажимном приспособлении.
2. Установка заготовки в жестких центрах не дает погрешности закрепления в радиальном направлении. Погрешность закрепления, получающаяся при установке в плавающий передний и вращающийся задний центры, не учитывается, так как перекрывается отклонением заготовки под действием силы резания.

Таблица Б.11 – Погрешность закрепления заготовок $\varepsilon_з$ при установке в осевом направлении для обработки на станках, мкм

Метод получения заготовки	Поперечный размер заготовки, мм									
	6…10	10…18	18…30	30…50	50…80	80…120	120…180	180…260	260…300	300…500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Установка в зажимной гильзе (цанге) до упора										
Холоднотянутая калиброванная	40	50	60	70	80	–	–	–	–	–
Предварительно обработанная	40	50	50	70	80	–	–	–	–	–
Чисто обработанная	20	25	30	35	40	–	–	–	–	–
Установка в трехкулачковом самоцентрирующем патроне										
Литье:										
в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
в постоянную форму	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
по выплавляемой модели	50	60	70	80	90	100	110	120	—	—
под давлением	30	40	50	60	70	50	90	100	—	—
Горячая штамповка	70	80	90	100	110	120	130	140	150	—
Горячекатаная	70	80	90	100	110	120	130	—	—	—

Продолжение таблицы Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Предварительно обработанная	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Чисто обработанная	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Установка в пневматическом патроне										
Литье:										
в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	55	60	70	80	90	100	110	120	130	140
в постоянную форму	55	60	65	75	80	90	100	110	120	130
по выплавляемой модели	45	50	55	65	75	80	80	90	—	—
под давлением	25	35	45	50	55	65	70	80	—	—
Горячая штамповка	55	60	70	80	90	100	110	120	130	—
Горячекатаная	55	60	70	80	90	100	110	—	—	—
Предварительно обработанная	40	50	70	70	80	90	90	100	110	120
Чисто обработанная	25	50	35	40	50	60	70	80	90	100

Примечания:
1. При установке на оправку надо учитывать погрешность базирования и принимать погрешность закрепления заготовки в зависимости от крепления оправки в гильзе, патроне или зажимном приспособлении.
2. Установка заготовки в жестких центрах не дает погрешности закрепления, но дает погрешность базирования в осевом направлении.

Таблица Б.12 – Погрешность закрепления заготовок $\varepsilon_з$ при установке на опорные штифты приспособлений, мкм

Метод получения заготовки	Поперечный размер заготовки, мм									
	6…10	10…18	18…30	30…50	50…80	80…120	120…180	180…260	260…360	360…500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Установка в зажимное приспособление с винтовыми или эксцентриковыми зажимами										
Литье:										
в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	—	100	125	150	175	200	225	250	300	350
в постоянную форму	—	100	110	120	130	140	150	160	180	200
по выплавляемой модели	80	90	100	110	120	130	140	150	—	—
под давлением	70	80	90	100	110	120	130	140	—	—
Горячая штамповка	—	100	125	150	175	200	225	250	300	—
Горячекатаная	90	100	125	150	175	200	225	—	—	—
Предварительно обработанная	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
Чисто обработанная	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Шлифованная	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Установка в зажимное приспособление с пневматическим зажимом										
Литье:										
в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	—	90	100	120	140	160	180	200	240	280

Продолжение таблицы Б.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
в постоянную форму	—	80	90	100	110	120	130	140	160	180
по выплавляемой модели	65	70	75	80	90	100	110	120	—	—
под давлением	40	45	50	60	70	80	90	100	—	—
Горячая штамповка	—	90	100	120	140	160	180	200	240	—
Горячекатаная	70	80	100	120	140	150	180	—	—	—
Предварительно обработанная	65	70	75	80	90	100	110	120	130	140
Чисто обработанная	50	60	70	80	9.0	90	100	110	120	130
Шлифованная	40	50	60	70	80	80	90	100	110	120

Примечания:1. Установка заготовки на магнитной плите не дает погрешности закрепления.
2. Поперечный размер заготовки принимать наибольшим в сечении по нормали к обрабатываемой поверхности.
3. Погрешность закрепления дана по нормали к обрабатываемой поверхности.

Таблица 9.13 – Погрешность закрепления заготовок $\varepsilon_з$ при установке на опорные пластинки приспособлений, мкм

Метод получения заготовки	Поперечный размер заготовки, мм									
	6…10	10…18	18…30	30…50	50…80	80…120	120…180	180…260	260…360	360…500
Установка в зажимное приспособление с винтовыми или эксцентриковыми зажимами										
Литье:										
в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	—	100	110	120	135	150	175	200	240	280
в постоянную форму	55	60	70	80	90	100	110	120	130	140
по выплавляемой модели	40	50	60	70	80	90	100	110	—	—
под давлением	30	40	50	60	70	80	90	100	—	—
Горячая штамповка	—	100	110	120	135	150	175	200	240	—
Горячекатаная	90	100	110	120	135	150	175	—	—	—
Предварительно обработанная	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Чисто обработанная	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Шлифованная	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Установка в зажимное приспособление с пневматическим зажимом										
Литье:										
в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	—	80	90	100	110	120	140	160	190	220
в постоянную форму	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120
по выплавляемой модели	35	40	50	55	60	70	80	90	—	—
под давлением	25	30	35	40	50	60	70	80	—	—
Горячая штамповка	—	80	90	100	110	120	140	160	190	—
Горячекатаная	70	80	90	100	110	120	140	—	—	—
Предварительно обработанная	35	40	50	55	60	70	80	90	100	110
Чисто обработанная	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100
Шлифованная	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90

Примечания: 1. Установка заготовки на магнитной плите не дает погрешности закрепления.
2. Поперечный размер заготовки принимать наибольшим в сечении по нормали к обрабатываемой поверхности. 3. Погрешность закрепления дана по нормали к обрабатываемой поверхности.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

Нормы времени вспомогательного, на обслуживание оборудования и личные нужды рабочих

Таблица В.1 – Вспомогательное время на установку и снятие детали. Установка в самоцентрирующем патроне

Содержание работы. Установить деталь вручную, закрепить деталь, включить станок, выключить станок, открепить деталь, снять деталь вручную, очистить приспособление от стружки.

Способ установки детали		Вес детали в кг до		
		0,25	1,00	3,00
		Время $T_в$, мин		
В патроне с креплением ключом	Без выверки	0,17	0,25	0,35
	С выверкой на биение мелом	0,40	0,50	0,65
	С выверкой на биение индикатором	0,80	1,00	1,30
В патроне с центром задней бабки при подводе пиноли	Вращение маховика		0,35	0,43
	Пневматическим устройством или отводной рукояткой		0,32	0,38
	Звездочкой		0,37	0,47
Примечание: при переустановке детали время применять с коэффициентом 0,8.				

Таблица В.2. – Вспомогательное время на установку и снятие детали. Установка в тисках или на столе станка

Содержание работы. Установить деталь вручную, закрепить деталь, включить станок, включить станок, открепить деталь, снять деталь вручную, очистить приспособление от стружки.

Способ установки детали		Состояние установочной поверхности	Характер выверки	Количество устанавливаемых деталей	Вес детали в кг до		
					0,25	1,00	3,00
					Время $T_в$, мин		
В тисках с винтовым зажимом		Обработанная или необработанная из проката	Без выверки	1	0,23	0,27	0,29
				2	0,29	0,35	0,40
				3	0,35	0,43	0,50
				4	0,41	0,50	0,60
В тисках с эксцентриковым зажимом				1	0,15	0,19	0,21
				2	0,21	0,27	0,32
				3	0,27	0,35	0,43
				4	0,33	0,43	0,55
На столе	Без крепления	Обработанная или необработанная		1	0,08	0,09	0,11
	С креплением одним болтом			1	0,36	0,40	0,45
На столе с креплением двумя болтами и планками				1		0,60	0,65
				2		1,05	1,2
				3		1,5	1,7
				4		2,00	2,2
Примечания: 1. При переустановке детали время по таблице применять с коэффициентом 0,8. 2. Если при работе на сверлильных станках по условиям техники безопасности допускается установка и снятие детали без выключения вращения шпинделя станка (при работах без крепления детали), то время уменьшается на 0,04мин.							

Таблица В.3 – Вспомогательное время на установку и снятие детали. Установка в специальных приспособлениях

1. Установить и снять деталь вручную					
Основные элементы приспособления	Установочная плоскость	Тип приспособления	Вес детали в кг до		
			0,25	1,00	3,00
			Время $T_в$, мин		
Плоскость, призма	горизонтальная	Открытый	0,08	0,09	0,11
		Закрытый (типа кондуктора)	0,09	0,10	0,12
	вертикальная	Открытый	0,09	0,10	0,12
		Закрыты (типа кондуктора)	0,10	0,11	0,13
Палец, отверстие	горизонтальная	Открытый	0,09	0,11	0,12
		Закрытый (типа кондуктора)	0,10	0,12	0,13
	вертикальная	Открытый	0,10	0,12	0,13
		Закрытый (типа кондуктора)	0,11	0,13	0,14

2. Очистить приспособление от стружки				
Наименование приемов		Размер очищаемой поверхности в мм		
		100×100	200×300	300×400
		Время в мин		
Очистка приспособления от стружки	сжатым воздухом	0,05	0,07	0,08
	щеткой	0,07	0,08	0,09
	кантованием приспособления	0,04	0,05	

3.Закрекпить и раскрепить деталь				
Способ крепления	Количество зажимов	Вес детали в кг до		
		0,25	1,00	8,00
		Время в мин		
Винтовым или гаечным зажимом	1	0,14	0,15	0,20
	2	0,22	0,24	0,32
	3	0,30	0,33	0,44
	4	0,38	0,42	0,56

Примечания:
1. При переустановке детали время по таблице применять с коэффициентом 0,8.
2. Если при работе на сверлильных станках по условиям техники безопасности допускается установка и снятие детали без выключения вращения шпинделя станка (при работах без крепления детали), то время уменьшается на 0,03мин

Таблица В.4 – Вспомогательное время, связанное с переходом. Обработка на токарно-винторезных станках. Время на переход.

Содержание работы. Подвести инструмент к детали при взятии пробных стружек, отвести инструмент в исходное положение.

Характер обработки. Способ установки инструмента на стружку		Точность измерения по квалитету	Измеряемый размер в мм до	Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной станка в мм			
				300	400	300	400
				Время $T_в$, мин			
Продольное точение, растачивание	Резцом, установленным в размер (черновой или чистовой проход при однопроходных операциях)		25 100 Св. 100	0,08 0,09 0,10	0,11 0,12 0,13		
	С установкой резца по лимбу или упору (черновой проход или чистовой проход грубее 9 квалитета)		25 100 Св. 100	0,13 0,14 0,16	0,17 0,19 0,21	0,16 0,17 0,19	0,21 0,23 0,25
	С предварительным промером		25 100 300	0,27 0,33 0,40	0,30 0,38 0,45	0,30 0,36 0,43	0,34 0,42 0,49
	С взятием пробных стружек (чистовой проход)	11..12	25 100 300	0,24 0,35 0,49	0,29 0,43 0,60	0,27 0,38 0,50	0,47 0,75 1,00
		9	25 100 300	0,38 0,60 0,80	0,43 0,70 0,95	0,41 0,65 0,85	0,70 0,95 1,25
		8	25 100 300	0,55 0,75 1,05	0,60 0,90 1,20	0,65 0,80 1,10	0,70 0,95 1,25
Поперечное точение	С установкой резца по лимбу или упору (черновой проход или чистовой проход грубее 9 квалитета)			0,17	0,23	0,20	0,27
	С предварительным промером		100 300	0,31 0,43	0,35 0,49	0,34 0,46	0,39 0,55
	Со взятием пробных стружек (чистовой проход)	≤0,3мм	100 300	0,27 0,50	0,33 0,60	0,30 0,55	0,37 0,65
Примечание: время на переход дано с учетом выдерживания размера в направлении рабочей подачи (по длине обработки) по упору или по лимбу. При выдерживании размера направлении рабочей подачи путем измерения следует добавлять к табличному времени 0,1мин							

Таблица В.5. – Вспомогательное время, связанное с переходом. Обработка на токарно-винторезных станках. Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплекс

Наименование приемов		Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной станка в мм до	
		300	400
		Время $T_в$, мин	
Изменить число оборотов шпинделя		0,07	0,08
Изменить величину и направление подачи		0,06	0,07
Сменить резец поворотом резцовой головки		0,07	0,07
Закрепить или открепить каретку суппорта		0,03	0,04
Подвести заднюю бабку в начале и отвести по окончании прохода с закреплением и открреплением	Рукояткой	0,13	0,20
	Болтом	0,30	0,32
Переместить каретку суппорта в продольном направлении на длину св.200 до 300мм		0,03	0,03
Переместить суппорт в поперечном направлении на длину св.100 до 150мм		0,02	0,03

Таблица В.6 – Время облуживания рабочего места.
Обработка на токарно-винторезных станках

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной станка в мм до	
300	400
Процент от оперативного времени	
3,5	4,0

Таблица В.7 – Подготовительно заключительное время на партию деталей. Обработка на токарно-винторезных станках

Наименование приемов		Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной станка в мм до	
		300	400
		Время $T_в$, мин	
Наладка станка, инструмента, приспособления при установке детали в универсальном приспособлении (патрон, центра, оправка)		10	10
Растачивание кулачков самоцентрирующего патрона	сырых	5	5
	закаленных	7	7
Получение инструмента и приспособления до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей		7…10	

Таблица В.8 – Вспомогательное время, связанное с переходом. Обработка на вертикально-сверлильных станках. Время на переход

Содержание работы. Подвести инструмент к детали, включить подачу, измерить деталь при взятии пробных стружек, отвести инструмент в исходное положение.

Характер обработки		Наибольший условный диаметр сверления в стали для станков в мм	
		12	25
		Время $T_в$, мин	
Сверление по разметке	механическая	0,07	0,10
	ручная	0,05	0,07
Сверление по кондуктору, рассверливание, зенкерование, развертывание	механическая	0,06	0,08
	ручная	0,04	0,05

Таблица В.9 – Вспомогательное время, связанное с переходом. Обработка на вертикально-сверлильных станках. Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплекс

Наименование приемов			Время $T_в$, мин
Включить и выключить вращение шпинделя		Кнопкой	0,02
		Рычагом	0,08
Изменить число оборотов шпинделя или величину подача			0,08
Установить и снять инструмент	В кулачковом патроне		0,17
	В конусе шпинделя при конусе Морзе №	2 3	0,12 0,15
Поставить и снять кондукторную втулку при внутреннем диаметре втулки до 20 мм			0,07
Смазать инструмент, деталь			0,05
Переместить деталь или деталь с приспособлением на длину 150..400 мм при весе перемещаемых элементов в кг до		5 15	0,015 0,02
Кантовать приспособление при весе приспособления в кг до		5 15	0,04 0,06

Таблица В.10 – Вспомогательное время, связанное с переходом. Обработка на вертикально-сверлильных станках. Время на выводы сверла при сверлении для удаления стружки

Обрабатываемый материал	Диаметр сверла в мм до	Длина сверления в диаметрах сверла		
		3d	4d	6d
		Время $T_в$, мин		
Стали углеродистые вязкие, стали Жаропрочные	1…2,9 10	0,03	0,06 0,05	0,12 0,07
Стали конструкционные, латунь, алюминий	1…2,9 10	0,03	0,05 0,04	0,10 0,06
Чугун, бронза	3…10		0,03	0,05

Таблица В.11. – Время обслуживания рабочего места.
Обработка на вертикально-сверлильных станках

Наибольший условный диаметр сверления в стали для станков в мм до	
12	25
Процент от оперативного времени	
3,5	4,0

Таблица В.12 – Подготовительно заключительное время на партию деталей.
Обработка на вертикально-сверлильных станках

Наименование действия		Наибольший условный диаметр сверления в стали для станков в мм до	
		12	25
		Время $T_в$, мин	
Наладка станка, инструмента, приспособления при установке детали в универсальном приспособлении (тиски, болты с планками) при числе режущих инструментов в наладке до	3 6	10 11	11 13
Наладка станка, инструмента, приспособления при установке детали в кондукторе при числе режущих инструментов в наладке до	3 6	11 12	13 15
Получение инструмента и приспособления до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей		5…7	

Таблица В.13 – Вспомогательное время, связанное с переходом. Обработка на вертикально-фрезерных станках. Время на переход

Содержание работы. Подвести инструмент к детали, включить подачу, измерить деталь при взятии пробных стружек, отвести инструмент в исходное положение.

Характер обработки. Способ установки инструмента на стружку.					Длина стола станка в мм до	
					750	1250
					Время $T_в$, мин	
Фрезерование плоскостей и пазов	Фрезой, установленной на размер				0,14	0,18
	С установкой фрезы	По лимбу			0,24	0,30
		По разметке			0,47	0,60
		По шаблону приспособления			0,31	0,38
	Со взятием одной пробной стружки	Универсальные мерительные инструменты	Измеряемый размер в мм	≤100	0,55	0,65
				>100	0,60	0,70
		Шаблоны		≤100	0,47	0,55
				>100	0,49	0,60
Примечание: при выполнении работы с установкой фрезы в двух направлениях к табличному времени следует добавлять 0,1 мин						

Таблица В.14. – Вспомогательное время, связанное с переходом. Обработка на вертикально-фрезерных станках. Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплекс

Наименование приемов	Длина стола станка в мм до	
	750	1250
	Время $T_в$, мин	
Изменить число оборотов шпинделя	0,04	0,05
Изменить величину или направление подачи	0,06	0,07
Повернуть делительную головку на одну позицию	0,04	0,04
Переместить стол в продольном направлении на длину св.200 до 300 мм	0,04	0,04

Таблица В.15 – Время обслуживания рабочего места. Обработка на вертикально-фрезерных станках

Длина стола станка в мм до	
750	1250
Процент от оперативного времени	
3,0	3,5

Таблица В.16 – Подготовительно заключительное время на партию деталей. Обработка на вертикально-фрезерных станках.

Наименование действия		Длина стола станка в мм до	
		750	1250
		Время $T_в$, мин	
Наладка станка, инструмента, приспособления при установке детали в универсальное приспособление (патрон, патрон с центром, тиски, болты с планками) при числе режущих инструментов в наладке	1…2 св.2	10 14 16	11 16 19
Наладка станка, инструмента, приспособления при установке детали в универсальное приспособление с делительной головкой (патрон, патрон с центром, тиски, болты с планками) при числе режущих инструментов в наладке	1…2 св.2	16 20 22	17 22 25
Настройка делительной головки		3,5	4,5
Получение инструмента и приспособления до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей		5…7	

Таблица В.17 – Вспомогательное время на контрольные измерения после окончания обработки поверхности

Содержание работы. Взять измерительный инструмент, произвести измерение, посмотреть результаты измерения, положить инструмент.

Измерительный инструмент	Точность измерения	Измеряемый размер в мм до	Длина измерительной поверхности до		
			50	100	300
			Время $T_в$, мин		
Линейка масштабная		100 300	0,07 0,08		
Угольник		100 300	0,12 0,20		
Угломер универсальный	Св.5	100	0,23		
Калибр-пробка гладкая двусторонняя	IT 11-12	25	0,06	0,07	0,09
	IT 8-9	25	0,10	0,11	0,14
	IT 6-7	25	0,18	0,20	0,24
Микрометр	0,01мм	50 100 200	0,19 0,22 0,27	0,20 0,23 0,28	0,24 0,28 0,33
Штангенциркуль	0,01	50 100 200	0,10 0,13 0,16	0,13 0,16 0,17	0,16 0,19 0,21
	0,02мм	50 100 200	0,20 0,23 0,30	0,24 0,27 0,30	0,28 0,32
Визуальный контроль чистоты поверхности привесе детали до 3 кг			0,08		
Примечание: время, взятое из таблицы, следует умножать но коэффициенты по таблице А.18					

Таблица В.18 – Коэффициент периодичности контрольных измерений детали на операцию

Виды обрабатываемых поверхностей и характер обработки	Точность измерения	Измеряемый размер в мм до	Способ достижения размеров обработки		
			Конструктивными размерами режущего инструмента	Инструментом, установленным в размер	С пробными стружками и по лимбу станка
Цилиндрические поверхности – точение, растачивание, сверление, развертывание	IT 11-12	50 200	0,30 0,40	0,40 0,50	0,80 0,90
	IT 8-9	50 200	0,40 0,50	0,50 0,60	1,0 1,0
Плоскости – фрезерование, строгание	0,1 мм	50 200		0,30 0,40	0,80 0,90
	0,2 мм	50 200		0,20 0,30	0,70 0,80
	0,5 мм	50 200		0,10 0,20	0,50 0,60
	Св.0,5 мм	50 200		0,10 0,10	0,40 0,50

Таблица В.19 – Время на личные потребности рабочего

Характер подачи	Вес детали в кг до	Машинно-ручное время в оперативном в %	Оперативное время операции, мин			
			До 0,1	До 0,2	До 0,5	1,0 и выше
			Время в % от оперативного времени			
Ручная	1	20	7	6	5	4
		40	7	6	6	5
		80	7	7	7	7
	5	20		7	6	5
		40		7	6	6
		80		7	7	8
	10	20			7	5
		40			7	6
		80			8	8
Механическая			4	4	4	4

Таблица В.20. – Величина врезания и перебега инструмента. Обработка точением

Типы резцов и характер обработки	Угол резца в плане φ в град	Глубина резания в мм до		
		1	2	3
		Суммарная величина врезания и перебега в мм		
Резцы проходные, подрезные и расточные	45	2	3,5	6
	60	2	2,5	4
	75	2	2,5	3
	90	3...5		

Таблица В.21. – Величина врезания и перебега инструмента. Обработка сверлением

Характер обработки		Диаметр инструмента в мм до				
		3	5	10	15	20
		Суммарная величина врезания и перебега				
Сверление на проход	С одинарной заточкой	2,0	2,05	5,0	6,0	8,0
	С двойной заточкой			6,0	8,0	10,0
Сверление в упор		1,5	2,0	4,0	6,0	7,0
Рассверливание при глубине резания в мм до		5 10			4,0	

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

ГОСТ 3.1105-84 форма 2

Дубл.
Взам.
Подл.

Севастопольский национальный технический университет

Утверждаю
кафедра Технологии машиностроения

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Механической обработки детали
"Турачка"

Техпроцесс внедрен в производство

№ Документа

Разработал
Степанова Ю.
Проверил
Богуцкий В.Б.

ТЛ Титульный лист

Рисунок Г.1 – Титульный лист

ГОСТ 3.1118-82 форма 1

Дубл.
Взам.
Подл.

Разраб.	Степанова Ю.С.			СевНТУ										60341	
Проверил	Богуцкий В.Б.														
Н.контр.				Турачка											

М01																						
М02	Код			ЕВ	МД	ЕН	Н.расх	КИМ	Код заг от.	Профиль и размеры				КД	МЗ							
	09530			166	5375	-	-	0,7	411210					1	76,78							
Д	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа												
Б				Код,наименование,оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
А03				005	Литейная																	
04																						
А05				010	0418 Комплектовочная																	
06																						
А07				015	4110 Токарная																	
Б08	381111 Универсальный токарный станок 1А64									2	18217	-	1Р	-	1	-	2	1	12	-		
09																						
А10				020	4233 Токарная с ЧПУ																	
Б11	381114 Токарно-карусельный станок с ЧПУ									2	18219	-	1Р	-	1	-	2	1	12	-		
12																						
А13				025	4175 Долбежная																	
Б14	381718 Долбежный станок 7432									2	11868	-	-	-	1	-	2	1		-		
15																						

МК Маршрутная карта

Рисунок Г.2 – Маршрутная карта (лист 1)

ГОСТ 3.1118-82 форма 1б

Дубл.
Взам.
Подл.

	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
А01				030	4232 Сверлильная с ЧПУ											
Б02	381213 Вертикально-сверлильный ст. с ЧПУ 2Р135Ф2						17335	-	-	-	1	-	2	1	34,39	-
03																
А04				035	0108 Слесарная											
05																
А06				040	0125 Моечная											
07																
А08				045	Покрасочная											
09																
А10				050	Контрольная											
11																
12																
13																
14																
15																
16																

МК Маршрутная карта

Рисунок Г.3 – Маршрутная карта (последующие листы)

ГОСТ 3.1404-86 форма 3

Дубл.
Взам.
Подл.

Разраб.	Степанова Ю.	СевНТУ		60341	
Проверил	Богуцкий В.Б.				
Н.контр.		Турачка			015

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Токарная	Сталь 35л ГОСТ 977-88	137-166	166	53,75		76,78	1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ
Универсальный токарный станок 1А64	-	0,91			-	-

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
О 01	Установить и закрепить деталь								
Т02	Пр 396110 - 3-х кулачковый патрон; ВИ 399270 - резцедержатель								
О 03	Точить пов.1, выдерживая размеры								
Т04	РИ 392110 - резец проходной правый ГОСТ 18870-73								
Р05			370	15	2	1	0,6	100	67,7
06									
О 07	Точить пов.2 в два прохода								
Т08	РИ 392110 - резец проходной левый ГОСТ 18870-73								
Р09			370	19	2	2	0,6/0,25	100/160	67,7/108
10									
О 11	Точить пов.3, выдерживая размеры								
Т 12	РИ 392110 - резец проходной ГОСТ 18870-73								
Р 13			125	110	1	1	0,6	250	67

ОК Операционная карта

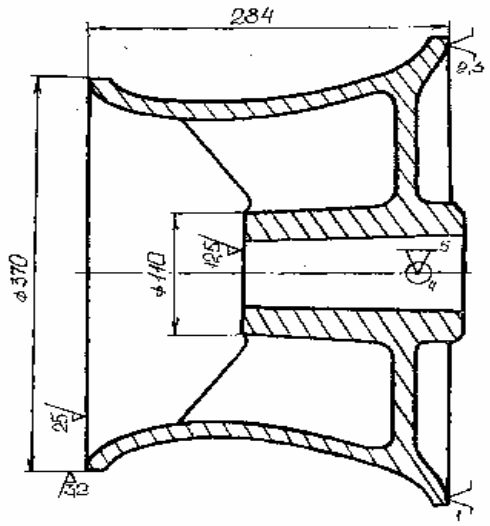
Рисунок Г.4 – Операционная карта (лист 1)

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

015

Разраб.	Степанова Ю.	СевНТУ	
Проверил	Богуцкий В.Б.		
Н.контр.		Турачка	



КЭ	Карта эскизов

Рисунок Г.5 – Карта эскизов

Заказ №_____от «___»_____2008. Тираж_____экз.
Изд-во СевНТУ