

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЁВА»**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ
РЭС**

САМАРА 2010

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЁВА»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РЭС

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве методических указаний к курсовому проектированию*

САМАРА
Издательство СГАУ
2010

УДК 621.396.075.83

Составители: *Б.С. Коротин, А.И. Меркулов*

Рецензент: В.А. М е д н и к о в

Проектирование технологических процессов изготовления деталей РЭС: метод. указания к курсовому проектированию / сост.: *Б.С. Коротин, А.И. Меркулов*. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2010. – 26 с.

В методических указаниях изложена методика проектирования технологических процессов изготовления деталей РЭС. Указания составлены в виде справочного руководства к курсовому проектированию по дисциплине «Технология деталей». Материал подобран с учетом стандартов ЕСКД и ЕСТД. Приведены справочные данные и примеры оформления документации.

Предназначены для студентов специальности «Проектирование и технология радиоэлектронных средств (210.201)».

* * *

Для производства изделий радиоэлектронных средств (РЭС) используются разнообразные конструкционные материалы и методы их обработки. С целью закрепления знаний в этой области и улучшения технологической подготовки студентов выполняется курсовой проект по конструкционным материалам и технологии деталей РЭС. Курсовой проект является самостоятельной работой студента, успешное выполнение проекта зависит от умения использовать полученные знания, инициативы, организованности и трудолюбия.

При выполнении курсового проекта студент должен проявить максимум самостоятельности в решении всех вопросов. За принятые решения при проектировании технологического процесса, правильность и обоснованность расчетов, качество оформления чертежей и пояснительной записки отвечает автор проекта. Руководитель курсового проекта назначается для того, чтобы направлять работу студента на решение поставленных задач в соответствии с современным уровнем науки и техники и с учетом перспективы развития производства РЭС. Предлагаемые методические указания помогут студентам получить представление о содержании и объеме курсового проекта, об основных положениях разработки технологических процессов.

ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект включает в себя следующие документы:

1. Задание на проектирование (ТЗ).
2. Пояснительная записка.
3. Технологические процессы изготовления деталей, оформленные на технологических картах (технологическая документация).

4. Графическая часть: чертеж детали, сборочный чертеж технологической оснастки и другие чертежи по указанию руководителя.

Проект выполняется в следующей последовательности:

1. Технологический анализ конструкции детали.
2. Определение вида производства на основании исходных данных задания.
3. Выбор формы и размеров заготовки для заданной детали.
4. Разработка плана технологического процесса.
5. Выбор оборудования и технологической оснастки для каждой операции.
6. Определение режимов обработки.
7. Оформление маршрутных и операционных карт.
8. Оформление пояснительной записки и графической части.

После изучения типовых технологических процессов студент составляет представление о технологическом процессе изготовления заданной детали. Свои соображения он реализует в виде схем и эскизов, которые обсуждает с руководителем проекта на консультации. В результате обсуждения устанавливается и утверждается конкретный объем проекта.

На плановые консультации студент обязан представлять руководителю проекта определенный объем выполненной работы для проверки и утверждения. Посещение плановых консультаций для всех студентов строго обязательно.

СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ОБЪЕМ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Результаты, полученные при разработке технологического процесса, оформляются в расчетно-пояснительной записке. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах писчей бумаги формата А4 без рамки на одной стороне листа. Шрифт Times New Roman, ин-

тервал полуторный, кегль 14. Размер левого поля 30 мм, правого 15 мм, верхнего и нижнего по 20 мм.

Расчетно-пояснительная записка состоит из следующих элементов: титульный лист; реферат; задание; содержание; перечень сокращений, символов, специальных терминов с их определениями; основная часть; список использованных источников; приложение.

В список использованных источников включают все источники, ссылки на которые имеются в тексте. Список использованных источников составляется в алфавитном порядке.

Указанные разделы расчетно-пояснительной записки выполняются согласно требованиям к оформлению учебных текстовых документов [5]. Объем расчетно-пояснительной записки 15...20 стр.

Графическая часть курсового проекта оформляется на отдельных листах в соответствии с требованиями ЕСКД. Содержание графической части определяется руководителем курсового проекта. Объем графической части 1,5...2 листа формата А1 (594X841).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ

Стандарты ЕСТПП предусматривают обязательный технологический анализ рабочего чертежа детали. Технологический анализ конструкции детали направлен на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на проектирование техпроцесса, технологическую подготовку и обеспечение необходимого качества обработки поверхностей детали.

Для проведения технологического анализа рабочего чертежа детали в расчетно-пояснительной записке указываются следующие данные:

- марка и химический состав материала по ГОСТ;
- сортамент исходной заготовки;
- требуемая термическая обработка;
- механические и физические свойства материала детали;
- требуемое покрытие и вид его нанесения;

- характеристика технологических свойств материала (способность к обработке различными способами);

- цена материала.

По этим исходным данным студент при выполнении курсового проекта должен сделать анализ технологичности конструкции детали. Другими словами, рассмотреть, как влияют на технологичность конструкции следующие факторы:

- форма и размер отдельных поверхностей и конфигурация детали;

- простановка размеров;

- размеры, определяющие взаимосвязь поверхностей;

- материал, требуемая термическая обработка и покрытия.

Оценка технологичности конструкции может быть качественной и количественной. В условиях учебного процесса можно ограничиться качественной оценкой технологичности заданной детали.

На рис. 1 приведены примеры оценки технологичности деталей, изготавливаемых штамповкой, по простановке размеров. Для детали, показанной на рис. 1 (поз. а), невозможно точно рассчитать размеры заготовки, используя формулу, полученную на основании развертки. Изменение простановки размеров (рис.1, поз. б) для этой же детали создает возможность такого расчета. Примером неудачной простановки размеров является задание внешнего радиуса R скругления детали (рис.1 поз. в). Более технологичным является задание внутреннего радиуса гибки r (рис.1, поз. г), так как наименьшая величина его всегда ограничена.

Система простановки размеров способна влиять на количество операций в технологическом процессе. Технологический процесс изготовления детали (рис.1, поз. д) состоит из вырубki заготовки, гибки и пробивки отверстия (три операции). Изменение простановки размера (рис. 1, поз. е) позволяет аналогичную деталь получить за две операции: вырубка одновременно с пробивкой отверстия и гибка.

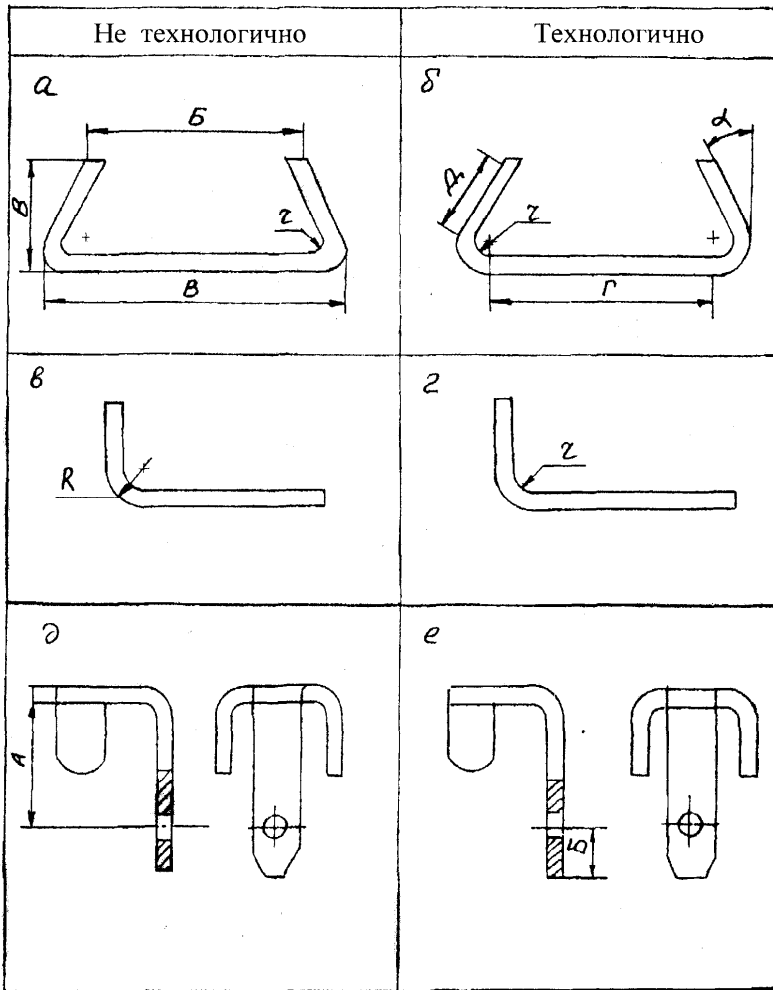


Рис. 1. Простановка размеров

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА ПРОИЗВОДСТВА

Различают три вида производства: единичное, серийное и массовое. Основным параметром для определения вида производства является производственная программа выпускаемых деталей. Вид производства может характеризоваться коэффициентом закрепления операций K_{30} :

$$K_{30} = O/P ,$$

где O – количество различных операций;

P – количество рабочих мест для выполнения различных операций.

Значение коэффициента закрепления операций для планового периода, равного одному месяцу, может быть принято: для массового производства $K_{30} = 1$; для крупносерийного $1 < K_{30} < 10$; для среднесерийного $10 \leq K_{30} < 20$; для мелкосерийного $20 \leq K_{30} < 40$; для единичного K_{30} не регламентируется.

На ранних стадиях проектирования технологических процессов и при использовании изделий-аналогов можно рекомендовать следующую методику расчета коэффициента закрепления операций. Определяется коэффициент загрузки операций

$$K_{30} = T_{\text{в}} / T_{\text{шт. ср}},$$

где $T_{\text{в}}$ – такт выпуска;

$T_{\text{шт. ср}}$ – среднее штучное время для выполнения операций обработки детали.

Такт выпуска рассчитывается по формуле

$$T_{\text{в}} = 60 F_{\text{д}} / N,$$

где $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени рабочего места, ч;

N – годовая программа выпуска изделия (детали).

Для определения действительного годового фонда времени использования рабочего места можно принять следующие исходные данные:

- количество рабочих дней в году – 253 (2070 ч);
- продолжительность рабочей недели, ч – 41;
- продолжительность смены, ч – 8,2.

Если деталь входит в состав изделия, на выпуск которого задана годовая программа, то её производственная программа вычисляется по формуле

$$N = N_I m (1 + \beta/100),$$

где N_I – годовая программа выпуска изделия, в состав которого входит деталь;

m – количество деталей данного наименования в изделии;

β – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно (запасные части).

Среднее штучное время $t_{шт\ ср}$ определяется по формуле

$$t_{шт\ ср} = \sum_1^n t_{шт} / n,$$

где n – число операций.

Для нахождения $t_{шт}$ конкретной операции изготовления детали используют данные аналогичного технологического процесса.

В серийном производстве для проектирования технологического процесса размер партии одновременно запускаемых деталей (в шт.) рассчитывают по формуле

$$n_{п} = N \cdot a/F,$$

где N – годовая программа выпуска деталей;

a – количество дней, на которое необходимо иметь запас деталей;

F – количество рабочих дней в году.

ВЫБОР ЗАГОТОВКИ

Заготовками для деталей РЭС могут быть:

- отливки из черных и цветных металлов и их сплавов, из пластмасс и керамики;
- штамповки из стали и цветных металлов и их сплавов;
- прокат стали и цветных металлов.

Общие рекомендации по выбору заготовок состоят в том, чтобы обеспечить наиболее целесообразное использование материала, минимальную трудоемкость получения заготовок. Исходными данными выбора заготовки для деталей РЭС являются вид производства, габариты и конфигурация детали. Для крупносерийного и массового производства целесообразно в качестве заготовок использовать отливки и штамповки, для мелкосерийного и единичного производства – различный прокат. Для решения вопроса, какой вид заготовки целесообразно применять в каждом отдельном случае, необходимо выполнить технико-экономический расчет, по которому можно точно определить оптимальный вид заготовки.

Важным показателем целесообразности выбора заготовки является коэффициент использования материала

$$K = M_d / M_3,$$

где M_d – масса детали;

M_3 – масса заготовки.

Выбор заготовки можно осуществить также по её стоимости. При изготовлении детали из проката стоимость заготовки (в руб.) можно определить по формуле

$$C_{\text{заг}} = Q \cdot S - (Q - q) S_{\text{отх}} / 1000,$$

где Q – масса заготовки, кг;

S – цена 1 кг материала заготовки, руб;

q – масса готовой детали, кг;

$S_{\text{отх}}$ – цена 1 т отходов, руб.

Оптовые цены на некоторые материалы приведены в прил. 1. Цены на отходы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Материал отходов	Цена 1 т, руб.
Чугун, сталь	2400
Легированные стали	5000
Алюминиевые сплавы	5200
Латунь	20000
Бронзы	18000

Стоимость заготовки, полученной различными методами литья, можно приближенно определить по формуле

$$C_{\text{заг}} = (C_i Q K_M K_{\text{сл}}) / 1000 - (Q - q) S_{\text{отх}} / 1000,$$

где C_i – базовая стоимость 1 т заготовок, руб. (табл.2);

K_M и $K_{\text{сл}}$ – коэффициенты, зависящие от материала и группы сложности (табл. 3; 4).

Таблица 2

Методы литья	Базовая стоимость 1 т загот., руб.
Отливки, полученные литьём в металлические и песчано-глинистые формы	20000
Отливки, полученные литьём по выплавляемым моделям	30000
Отливки, полученные литьём под давлением	35000

Таблица 3

Материал	Вид литья		
	Литьё в земле в кокиль	По выплавляемым моделям	Под давлением
Сталь	2,2 ... 2,6	1,2	–
Алюминиевые сплавы	5,1	–	1,0
Магниеые сплавы	9,15	–	1,5
Медные сплавы	4,15 ... 5,4	1,6	0,93
Цинковые сплавы	3,4	–	0,81

Таблица 4

Материал	Группа сложности				
	1	2	3	4	5
Сталь	0,7	0,83	1	1,2	1,45
Алюминиевые сплавы	0,82	0,89	1	1,1	1,22
Магниеые сплавы	0,82	0,90	1	1,1	1,25
Медные сплавы	0,97	0,98	1	1,02	1,04
Цинковые сплавы	0,92	0,96	1	1,05	1,11

РАЗРАБОТКА ПЛАНА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

При разработке технологического процесса важно определить число операций, на которые этот процесс должен быть расчленен. При этом степень концентрации процесса (объединение в одну сплошную операцию) или дифференциации (расчленение на несколько более простых операций) определяют в зависимости от конкретных условий.

Основным фактором, определяющим степень дифференциации технологического процесса, является характер производства и связанный с ним объём выпуска продукции. Чем выше серийность выпускаемых радиоизделий и меньше их номенклатура, тем на большее число операций можно расчленять процесс без лишнего усложнения планирования производства. При дифференциации производственных процессов необходимо более простое оборудование и упрощается работа на нём. Снижаются требования к квалификации работающих на этом оборудовании, а следовательно, облегчается освоение производства.

При концентрации процесса облегчается планирование производства, повышается точность обработки деталей в связи с тем, что многие операции выполняются при одной и той же установке, увеличивается производительность труда за счет одновременной обработки нескольких поверхностей, а также сокращается вспомогательное время, затрачиваемое на установку и снятие детали.

Последовательность операций и переходов намечают исходя из следующих основных соображений:

1. Последующие операции, переходы или проходы должны уменьшить погрешности и улучшить качество поверхности, полученной при предыдущей обработке.

2. Вначале следует обрабатывать поверхность, которая будет служить установочной базой для последующих операций. Для установки следует выбирать поверхность детали, наиболее ровную и имеющую небольшие размеры.

3. После обработки установочной поверхности заготовки в последующих операциях заготовка базируется на неё или на поверхности, связанные с ней.

4. Сначала обрабатываются менее точные поверхности.

5. Операции, при которых возможно появление брака, следует выполнять вначале.

6. Отверстия нужно сверлить в конце технологического процесса, за исключением тех случаев, когда они являются базами для установки.

ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТА

Выбор оборудования. В курсовом проекте выбор оборудования производится после того как предварительно все операции процесса разработаны, определены метод обработки, точность и шероховатость поверхности и инструмент. На основании этих данных, а также исходя из расположения и размеров обрабатываемой поверхности, выбирается оборудование. Выбранное оборудование должно быть наиболее простым для данной операции и обеспечивающим оптимальные режимы обработки, заданную точность, а его мощность должна по возможности соответствовать потребляемой при операциях изготовления деталей.

В качестве справочных материалов по выбору оборудования следует использовать каталоги металлорежущих станков, кузнечно-прессового и других видов оборудования.

При выполнении проекта не следует исключать возможность применения агрегатных станков, а также станков с программным управлением. Если этот вид оборудования используется, то должны быть приведены условия целесообразности его применения.

В ы б о р п р и с п о с о б л е н и я . Для качественного выполнения деталей используют различного вида приспособления, применение которых повышает производительность труда, облегчает условия труда, обеспечивает полную взаимозаменяемость деталей, сокращает сроки освоения производства новых изделий.

По степени специализации приспособления разделяют:

- на универсальные, предназначенные для установки и закрепления разнообразных по форме и размерам заготовок (машинные тиски, делительные головки и др.). Этот вид приспособлений в основном используется в единичном и мелкосерийном производстве;

- специальные, изготавливаемые для обработки определенной детали при выполнении одной какой-либо операции технологического процесса; специальные приспособления целесообразно использовать в крупносерийном и массовом производствах;

- специальные переналаживаемые, к которым относятся: групповые приспособления для обработки определенной группы деталей и универсально-сборочные, собираемые из имеющихся деталей различных типоразмеров. В комплект типоразмеров деталей входят базовые, опорные, установочные, направляющие, прижимные и крепежные. Из этих элементов собираются универсально-сборочные приспособления для обработки определенной детали.

В ряде случаев приспособления являются дополнительными установками к станкам и составляют их неотъемлемую часть (трехкулачковый патрон, планшайба и др.). При проектировании технологиче-

ских процессов для этих приспособлений указывается шифр, а если требуется специальное приспособление, то для него разрабатывается принципиальная схема, на основании которой вычерчивается общий вид приспособления в графической части проекта.

В ы б о р и н с т р у м е н т а . При разработке технологических процессов необходимо кроме приспособлений назначить режущие и мерительные инструменты для каждой операции. Режущий инструмент следует выбирать из инструментальных материалов, обеспечивающих высокую стойкость, оптимальные режимы резания. Таким требованиям отвечают твердые сплавы, быстрорежущие стали и ряд новых абразивных материалов [3].

В массовом и крупносерийном производстве можно использовать специальные режущие инструменты, так как их изготовление может быть экономически целесообразным. В серийном и единичном производстве следует применять стандартные режущие инструменты.

При выборе измерительного инструмента следует исходить из точности измерения заданного параметра и наименьших затрат труда и времени. В массовом производстве целесообразно применять приборы активного контроля, позволяющие производить измерения в процессе обработки. Для сокращения вспомогательного времени следует использовать контрольные устройства для одновременного контроля нескольких параметров. В серийном производстве следует использовать предельные калибры; в единичном производстве – универсальные измерительные инструменты.

В процессе измерения возникают систематические и случайные погрешности, для уменьшения которых следует применять инструмент, цена деления которого меньше допуска на измеряемый параметр в три и более раз. Инструмент должен быть без повреждений, а срок его действия соответствовать времени, указанному в паспорте. Измерение производится при температуре $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

НАЗНАЧЕНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ

Режимы обработки представляют совокупность параметров, определяющих условия, при которых изготавливаются изделия. Если производится механическая обработка, то в операционных картах представляется глубина резания t , подача S , скорость резания V . Для определения режимов механической обработки можно использовать справочник [4].

В операциях прессования деталей из пластмасс указываются температура t° , время выдержки изделия в пресс-форме T , давление P . Для намоточных операций – число оборотов шпинделя, число двойных ходов поводка и натяжение провода.

Трудоемкость изготовления детали находится в прямой связи с режимами обработки, поэтому элементы режимов обработки должны иметь оптимальные (наивыгоднейшие) значения. При назначении режимов следует ориентироваться на прогрессивные методы обработки и возможности оборудования. В технологическую документацию (технологические карты) записываются значения режимов, обеспечиваемые станком или прессом, для чего расчетные значения элементов режима обработки предварительно сверяются с паспортом оборудования и выбираются ближайшие меньшие величины. При назначении режимов обработки используют паспортные данные оборудования.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Для экономического обоснования варианта технологического процесса используют в основном две характеристики: технологическую себестоимость и производительность. Технологическую себестоимость детали можно выразить следующим образом:

$$C = a + b/N_{\text{год}}$$

где a – текущие затраты на одну деталь;

b – единовременные затраты на годовую программу;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей.

Текущие затраты на одну деталь определяются по формуле

$$a = m + l_{\text{ш}} + P,$$

где m – затраты на материал детали;

$l_{\text{ш}}$ – заработная плата штатных производственных рабочих,

P – расходы, связанные с эксплуатацией оборудования.

Затраты на материал детали соответствуют

$$m = C_{\text{м}}q_{\text{м}} - C_{\text{о}}q_{\text{о}},$$

где $C_{\text{м}}$ – стоимость 1 кг материала детали (см. прил. 1);

$q_{\text{м}}$ – норма расхода материала на заготовку;

$C_{\text{о}}$ – стоимость 1 кг отходов; $q_{\text{о}}$ – масса всех отходов на одну деталь.

Заработная плата производственных рабочих

$$l_{\text{ш}} = \sum_i^n K_{\text{зп}} T_{\text{шт}} S,$$

где $K_{\text{зп}}$ – коэффициент заработной платы;

$T_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, ч;

S – часовая тарифная ставка по данной квалификации;

n – число операций.

Коэффициент заработной платы

$$K_{\text{зп}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий возможность многостаночного обслуживания;

K_2 – коэффициент, учитывающий разницу между фактическим и тарифным часовым заработком за перевыполнение нормы;

K_3 – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (за работу в ночную смену, за бригадирство и др.).

Штучное время выражается формулой

$$T_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{об}} + t_{\text{п}},$$

где t_0 – основное технологическое время;

$t_{\text{в}}$ – вспомогательное время;

$t_{\text{об}}$ – время обслуживания рабочего места;

$t_{\text{п}}$ – время на отдых и личные потребности.

Все величины составляющих $T_{\text{шт}}$, кроме t_0 , находятся по нормативным справочникам [7], t_0 определяется расчетным путем для каждой операции.

Единовременные затраты на годовую программу b можно выразить следующей формулой:

$$b = l_{\text{зн}} + iK,$$

где $l_{\text{зн}}$ – заработная плата наладчиков оборудования;

i – стоимость специальных приспособлений и инструментов;

K — коэффициент амортизации, учитывающий срок службы приспособления и инструмента.

Заработная плата наладчиков

$$l_{\text{зн}} = T_{\text{пз}} \cdot S \cdot r,$$

где $T_{\text{пз}}$ – норма подготовительно-заключительного времени, ч;

r – число переналадок оборудования в год.

Стоимость специального инструмента и приспособления i включает затраты на проектирование и изготовление оснастки.

Коэффициент амортизации зависит от срока службы и сложности оснастки (для простой оснастки $K = 1$, для оснастки средней сложности $K = 0,5$, для сложной $K = 0,2$).

Расходы P , связанные с эксплуатацией оборудования, включают заработную плату вспомогательных рабочих, обслуживающих оборудование; затраты на силовую электроэнергию, на амортизацию оборудования, на текущий и капитальный ремонт.

Производительность технологического процесса Q определяется количеством деталей, изготавливаемых за единицу времени:

$$Q = \Phi / \Sigma t,$$

где Φ – фонд рабочего времени;

Σt – сумма трудоемкостей по всем операциям процесса.

Трудоемкость операции t определяется как

$$t = T_{\text{пз}} / N + T_{\text{шт}},$$

где $T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время, необходимое для ознакомления с чертежом детали, технологическим процессом и для наладки оборудования;

N – программа выпуска деталей.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПОРЯДОК ЕЁ ЗАПОЛНЕНИЯ

В соответствии с ЕСТД основной технологической документацией являются технологические карты. В условиях учебного технологического проектирования рекомендуется следующий комплект технологических карт: маршрутная карта (МК); операционная карта (ОК); карта эскизов (КЭ); операционная карта технологического контроля (ОКТК). Такой комплект карт дает представление студенту о документации, применяемой в производстве.

Маршрутная карта является обязательным документом при всех видах производства. Форма её зависит от типа и характера производства. В качестве примера оформления приведены МК для деталей, полученных методами холодной штамповки (прил. 2), и механической обработки (прил. 3).

Операционная карта является технологическим документом, который содержит подробное описание операций с указанием переходов, режимов обработки и данные о средствах технологического

оснащения. Операционная карта для холодной штамповки и порядок её заполнения приведены в прил. 4.

Операционные эскизы служат для пояснения операций и выполняются на операционных картах или на карте эскизов по ГОСТ 3.1105-74. Эскизы должны содержать все данные, необходимые для изготовления детали. Эскизы допускается вычерчивать в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое изображение заготовки. Количество изображений должно быть достаточным для того, чтобы иметь представление об обрабатываемой поверхности, о возможности простановки размеров, шероховатости поверхностей, обозначении баз и т. д.

Операционные карты технологического контроля (ОКТК) предназначены для описания технологических операций контроля. Образец заполнения ОКТК приведен в прил. 5.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология конструкционных материалов [Текст]: учеб. пособие для вузов / О.С. Комаров [и др.]; под общ. ред. О.С. Комарова. – Минск: Новое знание, 2005. – 559 с.
2. Материаловедение [Текст]: технология конструкционных материалов: учеб. пособие: [для вузов по направлению подготовки «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»] / А.В. Шишкин [и др.]; под ред. В.С. Чередниченко. – 2-е изд., перераб. – М.: Омега-Л, 2006. – 751 с.
3. Технология конструкционных материалов [Текст]: учебник для машиностроительных вузов / А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, Л.М. Бухаркин [и др.]; под ред. А.М. Дальского. – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2004. – 511 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2003. – 788 с.
5. Стандарт организации: Комплексная система управления деятельностью вуза. СТО СГАУ 02068410-004-2007. – Общие требования к учебным текстовым документам. – Самара: СГАУ, 2007. – 32 с.
6. Листовая штамповка в курсовом проектировании: метод. указания / сост.: Ф.В. Гречников, И.П. Попов, В.Д. Маслов. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 36 с.
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технологического нормирования работ на металлорежущих станках: в 2 ч. – М.: Машиностроение, 1974. – Ч. 1. – 416 с.; Ч. 2. – 200 с.
8. Лепилин, В.И. Режимы резания авиационных материалов при точении: учеб. пособие / В.И. Лепилин. – Самара: СГАУ, 2000.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Оптовые цены на некоторые материалы (ориентировочные)

Номер стандарта	Наименование материала	Цена за тонну, руб.
ГОСТ 14959—79	Сталь конструкционная	24 000
ГОСТ 214271—75	Сталь электротехническая	50 000
ГОСТ 859—78	Медь	250 000
ГОСТ 11069—64	Алюминий	52 000
ГОСТ 2685—75	Сплавы алюминиевые	52 000
ГОСТ 5017—74	Бронзы	180 000
ГОСТ 15527—70	Латунь Л63	200 000
ГОСТ 6836—72	Серебряные сплавы	300 руб. за 1 г
ГОСТ 10160—75	Сплавы с высокой магнитной проницаемостью	50 000
ГОСТ 2856—63	Сплавы магниевые	200 000
Неметаллические материалы		
ГОСТ 5—78	Текстолит	150 000
ГОСТ 9359-73	Аминопласты (1 м ²), толщ. 1 ... 5 мм	1000-5000 за лист
ГОСТ 20282—74	Полистирол	100 000
ГОСТ 10292—74	Стеклотекстолит	200 000
ГОСТ 10316—78 Е	Гетинакс	100 000
ГОСТ 2748—77	Эбонит	120 000
ГОСТ 10007—72	Фторопласт-4	330 000

Приложение 2

Самарский аэрокосмический университет. Кафедра КиПРЭС		Маршрутная карта			Деталь	
Номер Цеха	Участок	Наименование операции	Оборудование	Приспособление, вспомогательный инструмент	Штамп	Измерительный инструмент
5		Резка листа на полосы	Гильотинные ножницы			Штангенциркуль
10		Вырубка заготовки	Прихваты	Прихваты	Вырубной	—«—
15		Вытяжка	Пресс гидравлический		Вытяжной	Радиусомер
20		Обрезка	Обрезной станок			
40		Окончательный контроль	Контрольный стол			Штангенциркуль

Фамилия

Подпись

Дата

Составил

Проверил

Приложение 3

Самарский аэрокосмический университет. Кафедра КиПРЭС		Маршрутная карта				Измерительный инструмент	Деталь
		Наименование операции	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент		
Цеха	Участка	Номер Операции	Маршрутная карта				Втулка
			Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Измерительный инструмент	
		5	Отрезка заготовки	Механическая ножовка	Тиски	Полотно	Штангенциркуль
		10	Токарная обработка цилиндрической поверхности	Токарный станок ИК62	Патрон	Проходной резец	Скоба
		15	Токарная обработка отверстий	Токарный станок ИК62	Патрон	Расходной резец	Пробка
		20	Токарная обработка торцовых поверхностей	Токарный станок ИК62	Патрон	Проходной резец	Штангенциркуль
		25	Окончательный контроль	Контрольный стол			

Фамилия

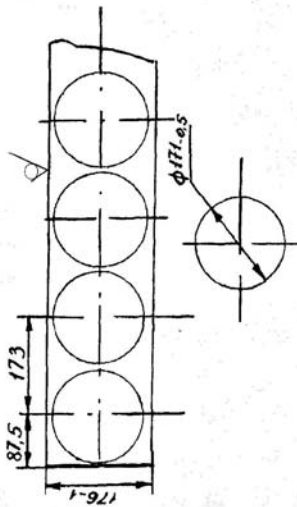
Подпись

Дата

Составил

Проверил

Самарский государственный аэрокосмический университет. Кафедра КиПРЭС		Изделие		Лист 1		ГОСТ 3110374 Форма 4	
		Количество листов 1					
		Операционная карта холодной штамповки детали «колпачок»					
Номер цеха	Номер участка	Номер операции	Наименование операции				
		10	Вырубка заготовки				
Наименование марки материала		Заготовка		Масса детали			
Л68		2500×1000×1		0,150			
Оборудование		Кривошипный пресс	Штамп	Вырубка			
Число двойных ходов		1		Количество одновременно штампуемых деталей		1	
Приспособление		Измерительн. инстр.		Т ₀			
Код	Наименование	Код	Наименование				
	Прихваты		Штангенциркуль				
	Подкладная плита		То же				
Фамилия		Дата		Разряд		Итого на операции	
Составил		Усилие пресса, т		150		Время технологического обслуживания	
Проверил		Число ходов пресса, мин		60		Штучное время, мин	



Учебное издание

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РЭС**

Методические указания к курсовому проектированию

Составители: ***Коротин Борис Степанович***
Меркулов Анатолий Игнатьевич

Редактор Л. Я. Ч е г о д а е в а
Компьютерная верстка Т. Е. П о л о в н е в а

Подписано в печать 04. 05.2010. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ. л. 1,75

Тираж 100 экз. Заказ . Арт.С-18/2010.

Самарский государственный
аэрокосмический университет.
443086, Самара, Московское шоссе, 34

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34