

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ильшат Ринатович Мухаметзянов

Должность: директор

Дата подписания: 13.07.2023 15:15:48

Уникальный идентификатор документа: 87a40954ba270e84bcb664f02d1d8d0

aba80b84033c9ef196388e9ea0434f90a83a40954ba270e84bcb664f02d1d8d0

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский**

технический

университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Чистопольский филиал «Восток»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ
по дисциплине
ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.11**

Направление подготовки: **38.03.01 Экономика**

Квалификация: **Бакалавр**

Профиль подготовки: **Экономика малого и среднего
предпринимательства**

Типы задач профессиональной деятельности: **расчетно-экономический,
организационно-управленческий, научно-исследовательский**

Рекомендовано УМК ЧФ КНИТУ-КАИ

Чистополь
2023 г.

Практическое занятие

«Типовые технологические процессы изготовления деталей»

Сведения из теории

Существует большое количество методов изготовления деталей и приборов в целом. Наиболее часто применяемыми в приборостроении являются: литье; обработка давлением; прессование пластмасс; обработка резанием; и пр.

Обработка резанием – процессы механического срезания слоев материала заготовок лезвийными или абразивными инструментами на металлорежущих станках с целью получения деталей с заданной формой, размерами и качеством поверхности.

Литье – изготовление заготовки или изделия из жидкого материала заполнением им полости заданных форм и размеров с последующим затвердеванием. Литьем можно изготавливать сложные отливки 12-18 квалитета точности, с параметром шероховатости поверхности от $Rz=20$ мкм до $Ra=1,25$ мкм.

Обработка давлением – обработка, заключающаяся в пластическом деформировании или разделении материала (без образования стружки). Обработкой давлением можно изготавливать детали с минимальным расходом металла.

Электрофизические и электрохимические методы размерной обработки – это совокупность размерных воздействий (электрических, ультразвуковых, электрохимических и др.) на обрабатываемую деталь для придания ей заданной формы и размеров. Эти методы можно разделить на четыре группы: электроэрозионные, лучевые, ультразвуковые, электрохимические.

Особенностью лучевых методов обработки является отсутствие рабочего инструмента, роль которого выполняет непосредственно луч. Основными разновидностями лучевой обработки являются электронно-лучевая и свето-лучевая.

Ультразвуковая обработка представляет собой ударно – абразивный метод обработки материалов.

Формование - формообразование из порошкового или волоконного материала при помощи заполнения им полости заданных форм и размеров с последующим сжатием.

В данной работе рассмотрим только обработку деталей резанием.

В табл. 1 представлены виды обработки и описаны основные операции.

Таблица 1 –Основные операции механической обработки

Наименование обработки	Станок	Выполняемые операции	Режущий инструмент
Токарная	Токарный	- точение наружной цилиндрической и конической поверхности;	резец
		- точение внутренней цилиндрической и конической поверхности;	
		-подрезка торцов детали; -отрезка заготовок	
		- сверление центральных отверстий	сверло
		- нарезание внутренней и наружной резьбы;	резьбовой резец, плашка, метчик
Сверлильная	Сверлильный	-сверление;	сверло
		-рассверливание;	
		-развертывание	развертка
		-зенкерование	зенкер
		-зенкование	зенковка
		-цекование	цековка
		-нарезание внутренней резьбы	метчик
Фрезерная	Фрезерный	-обработка плоских поверхностей;	фреза
		-пазы, уступы;	
		-сложные поверхности	
Шлифовальная	Шлифовальный	-шлифование внутренней и наружной поверхности	абразивный круг

Пример решения задачи

Задание. Укажите какие операции необходимы для изготовления данной детали на рис. 1.1, на каких станках и каким режущим инструментом они будут выполняться.

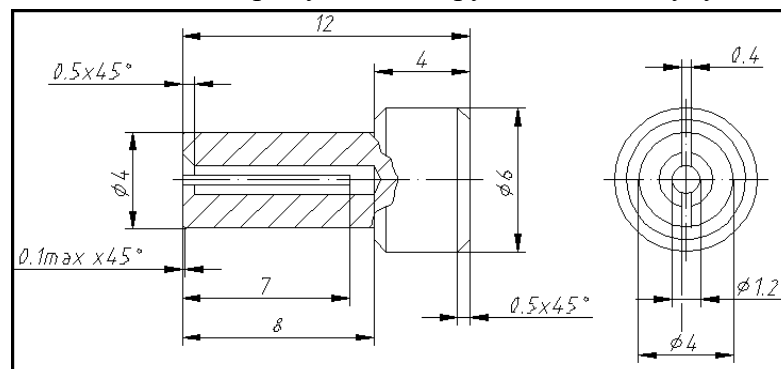


Рисунок 1 – Втулка

Решение.

1. Точение наружного диаметра 4мм на длине 8мм. Станок токарный, режущий инструмент – резец.
2. Сверление отверстия диаметром 1,2мм на длине 8мм. Станок токарный или сверлильный, режущий инструмент – сверло.
3. Точение фасок. Станок токарный, режущий инструмент – резец.
4. Фрезерование паза. Станок фрезерный, режущий инструмент – фреза.

Задание для самостоятельного решения

Укажите, какие операции необходимы для изготовления деталей из табл. 2, на каких станках и каким режущим инструментом они будут выполняться.

Таблица 2 – Задание

Номер варианта	Материал	Эскиз детали
1	Сплав Д16	
2	Латунь ЛС59-1	
3	Сталь Ст20	
4	Сталь Ст20	

Практическое занятие

«Оценка технологичности изделия»

Сведения из теории

Под технологичностью конструкции понимается совокупность ее свойств, обеспечивающая в заданных условиях производства и эксплуатации наименьшие затраты труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении и ремонте изделия.

Обеспечение технологичности конструкции изделия – это взаимосвязанные решения конструкторских и технологических задач, направленных на повышение производительности труда, достижение оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство, техническое обслуживание и ремонт изделия.

Технологичность может быть:

- комплексная, т.к. при обработке изделия на технологичность должна осуществляться связь между всеми этапами производства (заготовительным, механической обработкой, сборкой, контролем, настройкой).

- относительная, т.к. различна для разных предприятий, зависит от типа производства и от оборудования предприятия.

Технологичность бывает:

- производственная. Обеспечивает снижение трудоемкости и себестоимости изготовления изделия, т.е. проявляется в сокращении времени и средств на конструкторскую подготовку производства, технологическую подготовку производства, изготовление и сборку изделия.

- эксплуатационная. Обеспечивает снижение трудоемкости и стоимости работ по обслуживанию изделия при подготовке его к эксплуатации, профилактическому и техническому обслуживанию, ремонту.

Оценку технологичности можно проводить:

- качественно. Оценка технологичности конструкции достигается опытом конструктора и технолога.

- количественно. Оценка технологичности производится с помощью системы показателей и применяется главным образом для сборочных единиц и специфицированных изделий.

Показатели технологичности по значимости могут быть основными и вспомогательными, по способу выражения абсолютными и относительными.

Количественная оценка технологичности осуществляется с помощью системы базовых показателей. По способу выражения характеризуемых признаков показатели технологичности могут быть абсолютные и относительные, а по количеству признаков – частные (характеризует одно из входящих в неё свойств) и комплексные (характеризует несколько входящих в него частных и комплексных свойств).

Рекомендуемый перечень показателей технологичности конструкции изделий приведён в ГОСТ 14.201-83.

Оценку комплексных показателей технологичности конструкции осуществляют для:

- 1) опытного образца (опытной партии);

- 2) установочной серии;
- 3) серийного производства.

Пример решения задачи

Для детали, изображенной на рис.1 сделать качественную оценку технологичности, если известно, что тип производства единичный, а оборудование только универсальное без ЧПУ, а возможности абразивной обработки отсутствуют. Из материала детали серийные прокатные профили не производятся.

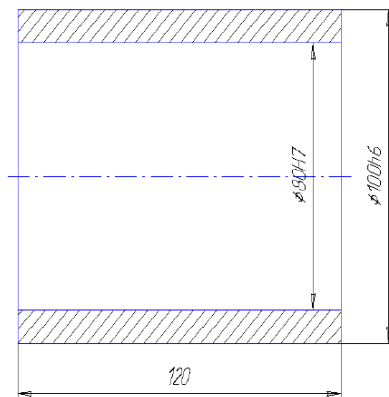


Рисунок 1 – Втулка

Очевидно, что эту деталь придется из болванки неопределенных размеров, перегоняя большое количество материалов в стружку. При этом обеспечить столь высокую точность на токарном станке очень и очень сложно, и такая работа посильна только для станочника высокой квалификации. Значит, для вышеизложенных условий эта простейшая на вид деталь не может быть технологичной, тогда как для условий серийного и массового производства, оснащенного всем современным оборудованием, она будет, безусловно, технологичной. Эта деталь может оказаться технологичной и для условий единичного производства, если промышленность выпускает трубы близкие по размерам из материала детали.

Задание для самостоятельного решения

Для детали, изображенной на рис.2 сделать качественную оценку технологичности, если известно, что тип производства единичный, а оборудование только универсальное без ЧПУ, а возможности абразивной обработки отсутствуют.

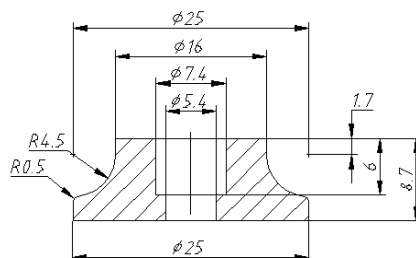


Рисунок 2 – Втулка

Практическое занятие «Расчет норм расхода времени» (2 занятия)

Сведения из теории

Исходным документом при нормировании операции технологического процесса является операционная технологическая карта. Норма времени на любую станочную работу определяется по формуле

$$T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_v + T_{\text{обсл.}} + T_{\text{отд.}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{N},$$

где $T_{\text{ш.к.}}$ – штучно-калькуляционное время на обработку одной единицы изделия; T_o – основное время (время, непосредственно затрачиваемое на изменение формы и размеров изделия); T_v – вспомогательное время (время, затрачиваемое на выполнение приемов, помогающих произвести на станке изменение формы и размеров изделия); $T_{\text{обсл.}}$ – время обслуживания рабочего места (смена затупившегося инструмента, сметание стружки, смазка, чистка станка и т. п.); $T_{\text{отд.}}$ – время на отдых и личные надобности; N – число деталей в партии; $T_{\text{п.з.}}$ – норма подготовительно-заключительного времени на партию деталей в N штук.

Определение основного времени

Основное технологическое время T_o (мин) рассчитывается по каждому переходу на основании установленных режимов резания по формулам:

Для токарных и сверлильных работ:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \quad (1)$$

для резьбонарезных работ:

$$T_o = \left(\frac{L}{n \cdot S} + \frac{L}{n_{\text{обр}} \cdot S} \right) \cdot i, \quad (2)$$

для фрезерных работ:

$$T_o = \frac{L}{S_M} \cdot i = \frac{L}{S_z \cdot z \cdot n} \cdot i, \quad (3)$$

где L – расчетная длина обработки, мм; n – частота вращения шпинделя, об/мин; $n_{\text{обр}}$ – частота вращения шпинделя при холостом вращении в обратную сторону, об/мин; S – подача за один оборот шпинделя, мм/об; S_M – подача за одну минуту (минутная подача), мм/мин; S_z – подача на зуб, мм/зуб; z – число зубьев фрезы, i – количество проходов.

Число оборотов шпинделя вычисляется по формуле:

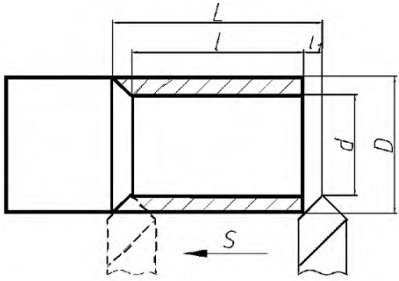
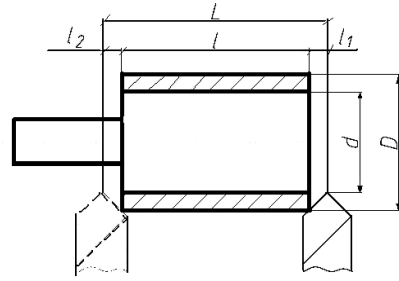
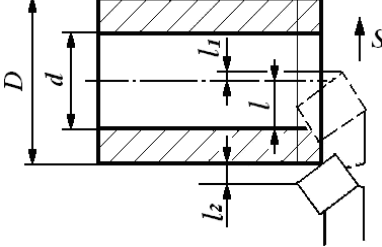
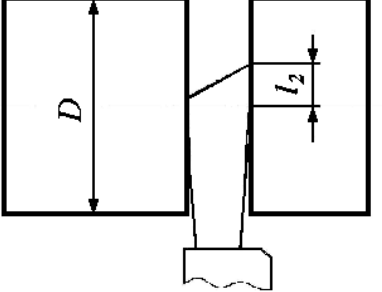
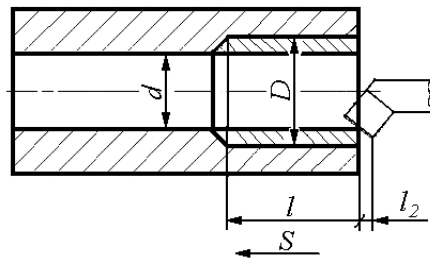
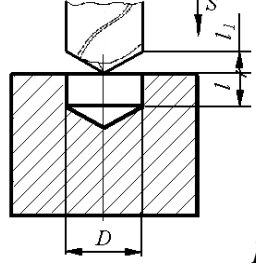
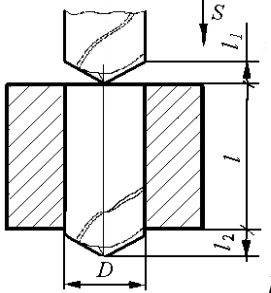
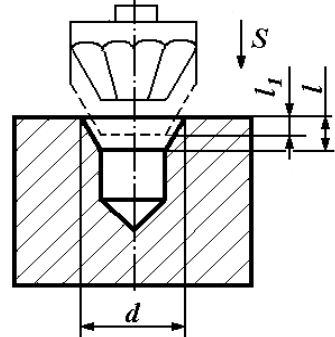
$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D},$$

где v – скорость резания; D – диаметр заготовки, мм. Далее полученное значение округляется до ближайшего согласно техническим данным станка.

В табл. 5.1 приведены наиболее часто встречающиеся схемы обработки при точении, нарезании резьбы, сверлении и фрезеровании и соответствующие этим схемам

формулы расчета длины обработки, принимаемой при определении основного времени. Таким образом, по табл. 1– 4 находятся величины врезания и перебега инструмента.

Таблица 1 – Схемы обработки при точении, нарезании резьбы, сверлении и фрезеровании и формулы расчета длины обработки

<p>1. Обтачивание цилиндрической поверхности в упор</p>  <p style="text-align: right;">$L=l+l_2$</p>	<p>2. Обтачивание цилиндрической поверхности на проход</p>  <p style="text-align: right;">$L=l+l_1+l_2$</p>
<p>3. Подрезка торца</p>  <p>не сплошного сечения: $L=(D-d)/2+l_1+l_2$ сплошного сечения: $L=D/2+l_1+l_2$</p>	<p>4. Отрезка сплошного материала</p>  <p style="text-align: right;">$L=D/2+l_2$</p>
<p>5. Растачивание</p>  <p style="text-align: right;">$L=l+l_2$</p>	<p>6. Сверление глухого отверстия</p>  <p style="text-align: right;">$L=l+l_2$</p>
<p>7. Сверление сквозного отверстия (рассверливание отверстия)</p>  <p style="text-align: right;">$L=l+l_1+l_2$</p>	<p>8. Зенкование</p>  <p style="text-align: right;">$L=l+l_1$ $l_1=1$</p>

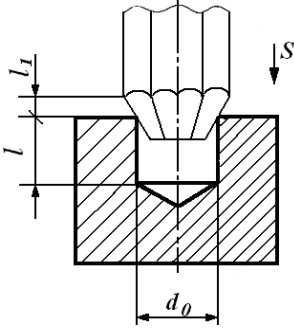
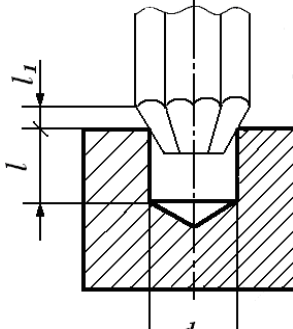
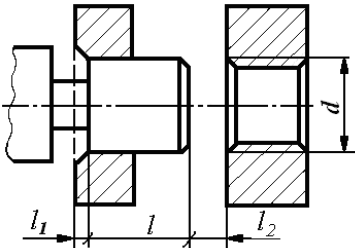
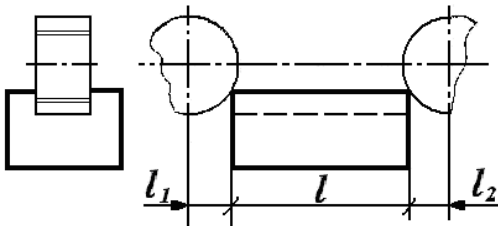
<p>9. Нарезание резьбы метчиком в упор</p>  <p>$L=L_{обp}=l+l_1$</p>	<p>10. Нарезание резьбы метчиком на проход</p>  <p>$L=L_{обp}=l+l_1+l_2$</p>
<p>11. Нарезание резьбы плашкой</p>  <p>$L=L_{обp}=l+l_1+l_2$</p>	<p>12. Фрезерование дисковыми фрезами на проход</p>  <p>$L=l+l_1+l_2$</p>

Таблица 2 – Величины резания и перебега инструмента при обработке резцами

Типы резцов	Угол резца в плане ϕ , град	Величина врезания и перебега $l_1 + l_2$ мм при глубине врезания t , мм			
		до 1,0	1,0-2,0	2,0-4,0	4,0-6,0
Проходные	45	2	3,5	6	8
Подрезные	60	2	2,5	4	5
Расточные	75	2	2,5	3	4
	90	3-5			
Прорезные и отрезные		2-5			
Резьбовые	На проход	$(5-8) \cdot S$			
	В упор	$(3-4) \cdot S$			

Таблица 3 – Величина врезания и перебега при обработке торцевыми и концевыми фрезами

Ширина фрезерования или ширина паза B , мм	Диаметр фрезы, мм								
	16	20	25	32	40	50	63	80	100
	$l_1 + l_2$, мм								
10	3,0	2,5	-	-	-	-	-	-	-
15	-	4,5	4,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,2	-
20	-	-	6,5	5,0	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0

Таблица 4 – Величины врезания и перебега инструмента при обработке сверлами, зенкерами, развертками, метчиками и плашками

Вид обработки	Диаметр инструмента, мм до										
	3	5	10	15	20	25	30	50	50	60	
	$l_1 + l_2$, мм										
Сверление на проход	2	2,5	5	6	8	10	12	15	18	23	
Сверление в упор	1,5	2	4	5	7	9	11	14	17	21	
Рассверливание при глубине резания, мм до	5	-	-	-	4	4	5	5	5	6	6
	10	-	-	-	-	-	8	8	8	9	9
	15	-	-	-	-	-	-	-	11	12	12
Зенкерование на проход при глубине резания, мм до	1	-	-	-	3	3	3	4	4	5	5
	3	-	-	-	5	5	5	6	6	7	7
	5	-	-	-	-	7	7	8	8	9	9
Зенкерование в упор	-	-	-	2	2	2	3	3	4	4	
Развертывание на проход	8	8	9	15	18	19	19	24	25	26	
Развертывание в упор	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	
Нарезание резьбы метчиками на проход (4-8) · S											
Нарезание резьбы метчиками в упор (2,5-8) · S											
Нарезание резьбы плашками (1,5-2) · S											

Таблица 5 – Величины врезания и перебега при обработке цилиндрическими дисковыми, концевыми, прорезными и фасонными фрезами

Глубина резания, мм	Диаметр фрезы, мм									
	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100
	$l_1 + l_2$, мм									
0,5	3,0	4,0	4,0	5,0	5,5	6,5	7	8	9	10
1,0	4,0	5,0	5,0	6,5	7	8,5	9	10	11	13
1,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	11	12	13	15
2	5,0	6,5	7,0	8,5	9,5	11	12	14	15	17
3	5,5	7,5	8,0	9,5	11	13	14	16	18	20
4	6,0	8,0	9,0	11	12	14	16	18	20	23
5	-	8,5	9,5	12	13	15	17	20	22	25
6	-	-	10,	12	14	16	18	21	24	27
7	-	-	11,0	13	15	17	19	22	25	29
8	-	-	-	13	15	18	20	24	27	30
9	-	-	-	-	16	19	21	25	28	32

Таблица 6 – Ориентировочные значения скоростей резания (м/мин), рекомендуемые при работе инструментами из быстрорежущей стали для различных видов обработки

Обрабатываемый материал	Продольное фасонное точение и отрезка	Сверление	Зенкерование	Развертывание	Накатывание рифлений	Нарезание резьбы	
						метчиками	плашками
Сталь 20	45-55	30-40	25-30	8-12	30-35	3-6	1,8-3,5
Сталь 35	35-45	25-35	20-25	6-10	25-32	2,5-5,5	1,8-3,5
Сталь 45	25-35	20-30	18-20	6-8	20-30	2-5	1,5-3,0
Сталь А12	40-60	30-50	20-35	10-15	35-45	3-8	2,5-5,0
Углеродистая сталь	18-25	15-20	10-15	5-8	15-20	1,5-3,0	1-2,5
Хромистые и нержавеющие стали	15-25	10-15	8-12	4-6	15-20	1,5-2,5	0,8-2,0
Латунь	80-150	60-110	45-80	20-40	70-100	6-20	6-18
Бронза	35-60	30-50	25-35	15-30	35-50	4-15	3,5-10
Алюминий	120-200	90-150	60-80	25-50	90-120	10-30	7-25

Таблица 7 – Подача (мм/об) при чистовом точении

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

Таблица 8– Поддачи (мм/об) при прорезании пазов и отрезании

Диаметр обработки, мм	Ширина реза (канавки), мм	Обрабатываемый материал	
		сталь конструкционная углеродистая и легированная	чугун, медные и алюминиевые сплавы
До 20	3	0,06-0,08	0,11-0,14
Свыше 20 до 40	3-4	0,1-0,12	0,16-0,19
Свыше 40 до 60	4-5	0,13-0,16	0,20-0,24
Свыше 60 до 100	5-8	0,16-0,23	0,24-0,32

Таблица 9 – Поддачи, мм/зуб, при чистовом фрезеровании плоскостей и уступов торцовыми, дисковыми и цилиндрическими фрезами

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

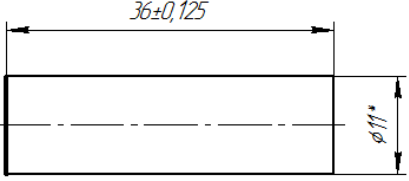
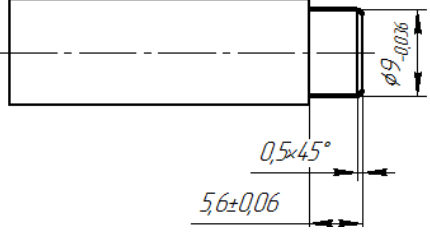
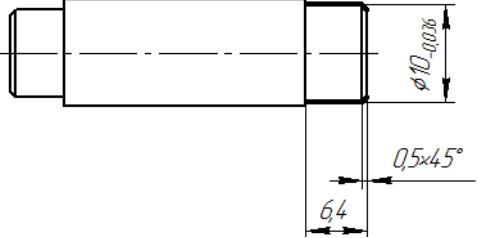
Таблица 10 – Поддачи (мм/об) при сверлении отверстий

Диаметр сверла, мм	Сталь, твердость				Серый и ковкий чугун, медные и алюминиевые сплавы	
	НВ<160	160...240	240...300	НВ>300	НВ<170	НВ>170
2-4	0,09-0,13	0,08-0,10	0,06-0,07	0,04-0,06	0,12-0,18	0,09-0,12
4-6	0,13-0,19	0,10-0,15	0,07-0,11	0,06-0,09	0,18-0,27	0,12-0,18
6-8	0,19-0,26	0,15-0,20	0,11-0,14	0,09-0,12	0,27-0,36	0,18-0,24
8-10	0,26-0,32	0,20-0,25	0,14-0,17	0,12-0,15	0,36-0,45	0,24-0,31
10-12	0,32-0,36	0,25-0,28	0,17-0,20	0,15-0,17	0,45-0,55	0,31-0,35
12-16	0,36-0,43	0,28-0,33	0,0,017825	0,17-0,20	0,55-0,66	0,35-0,41

Пример выполнения задания

Для операций, указанных в табл. 11 рассчитайте нормы времени.

Таблица 11– Задание

Наименование операции.	Содержание операции	Операционный эскиз
010 Токарная	Отрезать заготовку длиной 36мм, выдерживая размеры согласно эскизу	
020 Токарная	Точить наружную поверхность, фаску, выдерживая размеры согласно эскизу	
020 Токарная	Точить наружную поверхность, фаску, выдерживая размеры согласно эскизу	

Решение:

Данные полученные при решении сведены в таблицу.

Формула для расчета, T_o	Исходные данные
010 Отрезная	
$T_o = \frac{L}{n \cdot S}$	$L = D/2 + l_2$ (отрезка сплошного материала), $L = 5,5 + 2 = 7,5$ мм, где $l_2 = 2$. $S = 0,06$ мм/об, $v = 40$ м/мин. $n = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 11} = 1158,07$ об/мин. Округляем до $n = 1200$ об/мин. $T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{7,5}{1200 \cdot 0,06} = 0,104$ мин.
020 Токарная	
$T_o = \frac{L}{n \cdot S}$	$\frac{d_{\text{заг}} - d_{\text{дет}}}{2} = \frac{11 - 9}{2} = 1$ мм. $L = l + l_1$ (точение в упор), $L = 14,9 + 2 = 16,9$ мм. $S = 0,4$ мм/об, $v = 40$ м/мин. $n = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 11} = 1158,07$ об/мин. Округляем до $n = 1200$ об/мин. $T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{16,9}{1200 \cdot 0,4} = 0,035$ мин.

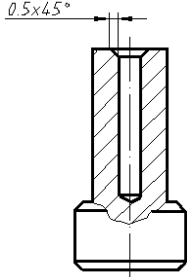
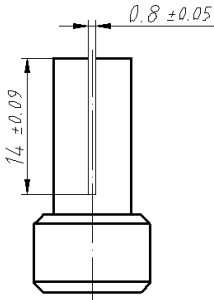
030 Токарная	
$T_o = \frac{L}{n \cdot S}$	$\frac{d_{\text{заг}} - d_{\text{дет}}}{2} = \frac{11 - 10}{2} = 0,5 \text{ мм.}$ <p> $L = l + l_1$ (точение в упор), $L = 6,4 + 2 = 8,4$ мм. $S = 0,4$ мм/об, $v = 40$ м/мин. $n = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 11} = 1158,07$ об/мин. Округляем до $n = 1200$ об/мин. $T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{8,4}{1200 \cdot 0,4} = 0,018$ мин. </p>

Задание для самостоятельного решения

Для детали маршрута обработки которой приведен в табл. рассчитать основное время.

Таблица – Маршрут обработки детали «Втулка»

№ п/п	Эскиз	Описание операции	Режущий и измерительный инструмент
1		Отрезать заготовку, выдерживая размер 12,8мм	Патрон зажимной, отрезной резец, микрометр
2		Точить поверхность, выдерживая $\varnothing 4$ мм на длине 8,4мм	Патрон зажимной, проходной резец, микрометр, индикатор
3		Подрезать торец, выдерживая размер 8мм. Сверлить отверстие выдерживая размеры $\varnothing 1,2$ мм на длине 8мм	Патрон зажимной, резец, индикатор, калибр-пробка
4		Точить фаски	Патрон зажимной, резец
5		Подрезать торец, выдерживая размер 12мм. Точить фаску, выдерживая размер $0,5 \times 45^\circ$.	Патрон, резец, микрометр

6		Зенковать фаску	Зенковка
7		Фрезеровать паз, выдерживая ширину паза 0,8мм, глубину 14мм.	Патрон зажимной, фреза дисковая, калибр-пробка

Практическое занятие

«Расчет норм расхода материала»

Сведения из теории

Нормирование расхода материалов проводится с целью установления их планового количества, необходимого для изготовления изделий и обеспечения наиболее рационального и эффективного использования сырья и материалов в производстве.

Нормированию подлежат все виды сырья и материалов.

Нормирование расхода материалов включает решение следующих задач:

- анализ производственных условий потребления материалов и данные передовых отечественных и зарубежных предприятий, выпускающих аналогичные изделия;
- установление норм расхода материалов на основе научно-обоснованных нормативов;
- внедрение норм расхода материалов;
- контроль прогрессивности норм расхода материалов и соблюдения норм расхода материалов в производстве, при планировании, учете материальных затрат и материально-техническом обеспечении производства;
- выполнение технических и организационных мероприятий, обеспечивающих более рациональное и эффективное использование материалов;
- периодический пересмотр норм расхода материалов с целью снижения удельной материалоемкости изделия на основе обязательного внедрения безотходных и малоотходных технологических процессов при изготовлении изделий с учетом совершенствования их конструкции и достижений науки, техники, технологии и передового опыта, обеспечивающих выполнение заданий по среднему снижению норм расхода материалов.

Нормативы – поэлементные составляющие норм, характеризующие:

- удельный расход сырья или материалов на единицу массы, площади, объема, длины при выполнении производственных процессов (лакокрасочные покрытия, сварочные работы и т.д.);
- размеры технологических отходов и потерь сырья и материалов по видам производственных процессов.

Нормативы измеряются в натуральных единицах или в процентах.

Норма расхода – максимально допустимое плановое количество сырья, материалов на производство единицы продукции (работы) установленного качества в планируемых условиях производства.

В составе нормы расхода материала следует учитывать:

- полезный расход материала;
- технологические отходы, обусловленные установленной технологией производства;
- потери материалов.

К полезному расходу материала на изделие относят то его количество, которое ошестествлено в этом изделии.

К технологическим отходам материала относят то его количество, которое не оштествлено в изделии, но затрачено на его производство.

Учет технологических отходов должен быть организован на каждом предприятии наряду с учетом первоначально используемых материалов.

В составе технологических отходов следует учитывать отходы, используемые в качестве исходного материала для изготовления других изделий.

К потерям материалов следует относить количество материала, безвозвратно теряемое в процессе изготовления изделия.

В норму расхода материалов не включаются:

- отходы и потери, вызванные отступлениями от установленных технологических процессов и организации производства и снабжения (например, потери материала при транспортировании и хранении);

- отходы и потери, вызванные отступлениями от предусмотренного сортамента, требований стандартов и технических условий;

- расход сырья и материалов, связанных с браком, испытанием образцов, ремонтом зданий и оборудования, изготовлением оснастки, инструмента, средств механизации и автоматизации, наладкой оборудования, упаковкой готовой продукции.

Для разработки норм расхода материала используется расчетно-аналитический или опытный метод.

При расчетно-аналитическом методе нормы расхода материала разрабатываются на основе прогрессивных показателей использования материала и установленного настоящим стандартом состава норм.

Полезный расход материала, принимаемый за основу при расчете, устанавливаются по номинальным размерам детали с учетом средней величины допуска на размер.

Основной исходной информацией при расчете норм расхода материалов являются:

- чертежи деталей (карты раскроя), сборочных единиц, спецификации;

- технологические документы;

- нормативы расхода материалов на единицу обрабатываемой поверхности, длины, массы или других параметров;

- нормативы отходов и потерь.

Опытный метод разработки норм расхода материалов заключается в определении затрат материалов, необходимых для производства изделий, на основе данных измерений полезного расхода, технологических отходов и потерь, определяемых в лабораторных условиях или непосредственно в условиях производства.

При нормировании расхода материалов следует исходить из условия обязательного планового внедрения прогрессивной технологии, в том числе безотходных и малоотходных технологических процессов.

Устанавливаются следующие основные показатели использования сырья и материалов:

- коэффициент использования;

- коэффициент раскроя;

- расходный коэффициент;

- выход продукта;

- коэффициент извлечения продукта из исходного сырья.

Коэффициент использования характеризует степень использования сырья и материалов в производстве продукции (работы) и определяется отношением полезного расхода (массы, теоретического расхода) к норме расхода материалов, установленной на производство единицы продукции (работы).

Коэффициент раскроя характеризует степень использования материалов при их раскрое и определяется отношением массы (объема, площади, длины) всех видов заготовок, полученных из исходного материала, к массе (объему, площади, длине) используемого материала.

Расходный коэффициент – показатель, обратный коэффициенту использования, определяется отношением нормы расхода сырья, материалов, установленной на производство единицы продукции (работы), к полезному их расходу.

Показатель выхода продукта (полуфабриката) применяется для оценки эффективности использования сырья и материалов в производстве и для расчетов планов производства продукции из планируемых для переработки сырья и материалов или потребности в исходных материалах на планируемый объем производства продукции. Он определяется отношением количества произведенного продукта (полуфабриката) к количеству фактически израсходованного сырья, материалов (например, выход литья из металлической части шихты, поковок и штамповок из слитков и проката).

Коэффициент извлечения продукта из исходного сырья характеризует степень использования полезного вещества, содержащегося в соответствующем виде исходного сырья. Он определяется отношением количества извлеченного полезного вещества из исходного сырья к общему количеству, содержащемуся в этом сырье.

Ориентировочные критерии оценки прогрессивности технологических процессов по уровню технологических отходов

Категория технологического процесса в зависимости от технологических отходов (%):

- безотходный до 1,5%;
- малоотходный от 1,5 до 10%;

Нормы расхода материал считаются с учетом всех потерь материала (угар, облой, некратность, на отрезку и т.д.). Потери материала на деталь, изготавливаемую из проката, состоят из некратности длины проката, торцевой обрезки, прорезки и удаляемых опорных концов.

Расход материала на заготовку с учетом технологических потерь находится по формуле:

$$M_{з.п} = M_з(100 + P_{п.о})/100,$$

где $M_з$ – масса заготовки, $P_{п.о}$ – общие потери.

Общие потери материала, при изготовлении деталей из проката находятся по формуле:

$$P_{п.о} = P_{нк} + P_{о.т} + P_{зж} + P_{отр}.$$

$P_{нк}$ – потери материала на некратность, $P_{о.т}$ – потери на торцевую обрезку проката, $P_{зж}$ – потери при выбранной длине зажима, $P_{отр}$ – потери на отрезку заготовки. $P_{п.о}$, $P_{нк}$, $P_{о.т}$, $P_{зж}$, $P_{отр}$ выражены в процентах от общей длины проката.

Формулы для вычисления $P_{нк}$, $P_{о.т}$, $P_{зж}$, $P_{отр}$ представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Формулы для расчета потерь материала

№ п/п	Тип потерь и формула для их вычисления	Примечание
1	Потери на некратность $P_{нк} = (L_{нк} \cdot 100) / L_{пр}$, где $L_{нк} = L_{пр} - x (L_3 + l_p)$, $x = \frac{L_{пр} - l_{о.т.} - l_{зж}}{L_3 + l_p}$.	$L_{пр}$ – длина выбранного проката, мм; x – число заготовок, изготавливаемых из принятой длины проката, шт; L_3 – длина заготовки, мм; l_p – ширина реза, мм. $l_{о.т.}$ – длина торцового обрезка проката, мм; $l_{зж}$ – минимальная длина опорного (зажимного) конца, мм. При отрезке заготовок на токарном станке отрезным резцом $l_{зж}=0$.
2	Потери на торцовую обрезку проката $P_{о.т.} = (l_{о.т.} \cdot 100) / L_{пр}$, где $l_{о.т.} = (0,3 \dots 0,5) \cdot a$	$L_{пр}$ – длина проката (прутка); $l_{о.т.}$ – длина торцового обрезка,;; a – диаметр сечения заготовки.
3	Потери на зажим заготовки при отрезке $P_{зж} = (l_{зж} \cdot 100) / L_{пр}$	$L_{пр}$ – длина проката (прутка); $l_{зж}$ – длина зажима.
4	Потери на отрезку $P_{отр} = (l_p \cdot 100) / L_{пр}$	$L_{пр}$ – длина проката (прутка); l_p – ширина реза.

Для расчета норм расхода материала необходимо определить массу заготовки согласно формуле:

$$M_3 = \rho \cdot V_3,$$

где ρ – плотность материала, кг/см³, V_3 – объем заготовки, см³. Объем заготовки определяется по плюсовым допускам. Формулы для нахождения объема представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Формулы для расчета объема

Форма заготовки	Формула для вычисления объема заготовки	Примечание
Цилиндр	$V = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot L_3$	D_3 – диаметр заготовки, L_3 – длина заготовки.
Полый цилиндр (труба)	$V = \pi \cdot (R_3^2 - r_3^2) \cdot L_3$	R_3 – радиус наружного цилиндра, r – радиус внутреннего цилиндра.
Параллелепипед	$V = h \cdot b \cdot L$,	L – длина, h – высота, b – ширина прямоугольника.
Шестигранник	$V = 3,464 \cdot r_3^2 \cdot L_3$	r_3 – радиус вписанной в шестигранник окружности

Диаметр заготовки вычисляется по формуле:

$$D_3 = D_d + z_{np}$$

z_{np} – припуск на обработку наружных цилиндрических поверхностей.

Длина детали вычисляется по формуле:

$$L_3 = L_d + 2 \cdot z_{подр} + z_{зажима}$$

где L_d – номинальная длина детали по рабочему чертежу, мм, $z_{подр}$ – припуск на подрезку торцов, $z_{зажима}$ – припуск на зажим детали в патроне, мм.

При определении припусков на плоские детали длина детали (Рис. 1) определяется по формуле:

$$L_3 = L_d + z_o$$

где L_d – номинальная длина детали по рабочему чертежу, мм, z_o – припуск на сторону, определяется из приложения, таблица 3 (если допуск на размер L_d не точнее значений 12-го квалитета, а шероховатость поверхности по параметру Ra – не менее 1,25 мкм).

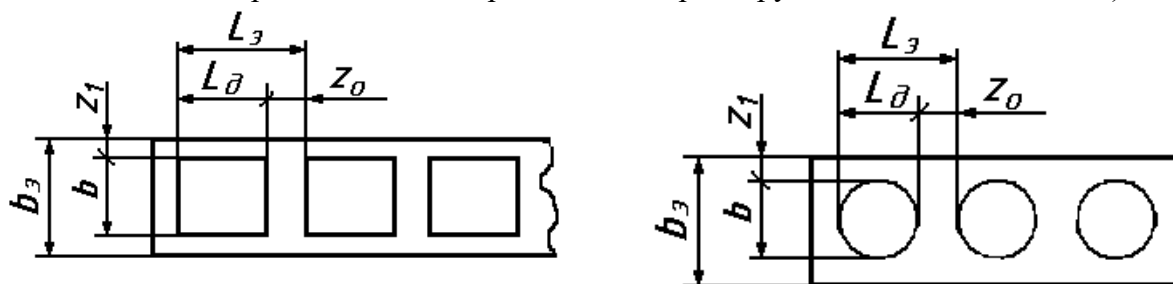


Рисунок 1 – Схема раскроя плоского проката

Ширина заготовки (рис. 1) определяется по формуле:

$$b_3 = b_d + 2 \cdot z_1$$

где b_d – номинальная ширина детали по чертежу, мм; z_1 – величина боковой перемычки по краю заготовки.

Ширина реза определяется из табл. 3

Таблица 3 – Ширина отрезного реза в зависимости от диаметра прутка

Диаметр прутка, мм	2-4	4,1-5	5,1-8	8,1-14	14,1-22	22,1-32	32,1-40	40,1-60
Ширина реза, мм	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

Основным показателем, характеризующим экономичность выбранного метода изготовления заготовок, является коэффициент использования материала, выражающий отношение массы детали к массе заготовки.

Коэффициент использования материала с учетом технологических потерь находится по формуле:

$$K_{и.м} = G_d / G_{з.п.}$$

где G_d – масса детали по рабочему чертежу, кг; $G_{з.п.}$ – расход материала на одну деталь с учетом технологических потерь, кг.

Для рационального расходования материала необходимо повышать коэффициент его использования, он должен быть не ниже 0,75.

Пример решения задачи

Задание: рассчитать норму расхода материала для детали изображенной на рис. 2
Материал: сталь А12 ГОСТ 1050-88.

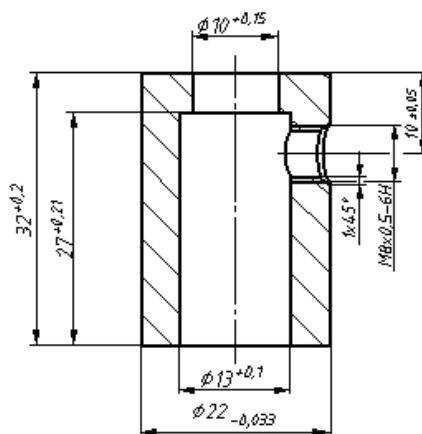


Рисунок 2 – Эскиз корпуса

Решение.

Выбираем заготовку из проката. Согласно точности и шероховатости поверхностей обрабатываемой детали определяем промежуточные припуски. За основу расчета промежуточных припусков принимаем наружный диаметр $22h9 - 22_{-0,052}$ мм. Обработку поверхности диаметром 22 мм производят в цанге на токарном станке.

Так как допуск на диаметр широкий и согласно ГОСТ выпускается такой материал припусков на точение наружного диаметра не оставляем:

$$D_3 = 22 \text{ мм.}$$

По расчетным данным заготовки выбираем необходимый размер горячекатаного проката обычной точности (ГОСТ 2590-71; приложение 1). Например, диаметр проката 24 мм записывается следующим образом:

$$\text{Круг} \frac{22\text{-В-ГОСТ } 2590\text{-88}}{А12 \text{-6-ГОСТ } 1050\text{-88}}$$

Отклонения для диаметра $22_{-0,4}^{+0,2}$ мм равны 0,6 мм.

Берем длину заготовки равную длине детали, так как припуски на размер большие:

$$L_3 = L_d + 2 \cdot z_{\text{подр}} + z_{\text{зажима}} = 32 \text{ мм,}$$

где L_d – номинальная длина детали по рабочему чертежу, мм.

Предельные отклонения на длину заготовки устанавливаем по справочным таблицам или по конструкторскому чертежу (в данном примере длина детали $32^{+0,2}$).

Объем заготовки определяем по плюсовым допускам

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_{3.п}^2}{4} \cdot L_3 = \frac{3,14 \cdot 22^2}{4} \cdot 32 = 12158 \text{ мм}^2,$$

Определяем массу заготовки:

$$G_3 = \rho V_3 = 0,0078 \cdot 12158 = 94,8 \text{ г.}$$

Масса заготовки 0,0948 кг.

Выбираем способ резки заготовок – на токарном станке, выбираем ширину отрезного резца 3 мм, следовательно, $l_p = 3$ мм.

Потери на зажим заготовки будут отсутствовать.

Длину торцевого обрезка проката определяем из соотношения:

$$L_{o.t} = (0,3 \div 0,5) d,$$

где d – диаметр сечения заготовки, мм; $d = 24$ мм.

$$L_{o.t} = 0,3 \cdot 22 = 6,6 \text{ мм.}$$

Определяем число заготовок, исходя из принятой длины проката по стандартам. Из проката длиной 4 м получаем 110 заготовок:

$$x_4 = \frac{L_{пр} - l_{зж} - l_{o.t}}{L_3 + l_p} = \frac{4000 - 0 - 6,6}{32 + 3} = 114,09 \text{ шт.}$$

$$L_{нк4} = 4000 - 6,6 - 0 - ((32+3) \cdot 114) = 3,4 \text{ мм;}$$

$$П_{нк4} = (3,4 \cdot 100) / 4000 = 0,085\%,$$

Потери материала на зажим при отрезке по отношению к длине проката составят:

$$П_{зж} = (0 \cdot 100) / 4000 = 0\%.$$

Потери материала на длину торцевого обрезка проката составят:

$$П_{o.t} = (6,6 \cdot 100) / 4000 = 0,165\%.$$

Потери материала на отрезку заготовки составят:

$$П_{o.t} = (3 \cdot 114 \cdot 100) / 4000 = 8,55\%.$$

Общие потери (%) к длине выбранного проката:

$$П_{п.о} = 0 + 0,165 + 0,085 + 8,55 = 8,8\%.$$

Определяем расход материала на одну деталь с учетом всех технологически неизбежных потерь:

$$G_{з.п} = 94,8 \cdot (100 + 8,8) / 100 = 103,14 \text{ г,}$$

или 103,14 кг на 1000 шт. деталей.

Далее рассчитывается коэффициент использования материала:

$$K_{и.м} = G_d / G_{з.п},$$

где G_d – масса детали, $G_{з.п}$ – масса заготовки.

Для расчета массы детали считаем сначала ее объем. Для этого разобьем ее на несколько частей:

- 1) цилиндр $\varnothing 22$ мм длиной 22 мм – V_1 ;
- 2) цилиндр $\varnothing 19$ мм длиной 10 мм – V_2 ;
- 3) отверстие $\varnothing 10$ мм длиной 5 мм – V_3 ;
- 4) отверстие $\varnothing 13$ мм длиной 27 мм – V_4 ;
- 5) боковое отверстие $\varnothing 6$ мм длиной 4,5 мм – V_5 ;
- 6) паз шириной 5 мм, глубиной 5 мм, длиной 6 мм – V_6 .

В итоге объем готовой детали равен

$$V_{дет} = V_1 + V_2 - (V_3 + V_4 + V_5)$$

или $6820,8 \text{ мм}^3$, масса – 0,053 кг.

$$K_{и.м} = G_d / G_{з.п} = 0,053 / 0,103 = 0,52.$$

Задание для самостоятельного решения

Рассчитать нормы расхода материала для деталей из табл. 2.

Таблица 2 – Задание

Номер варианта	Материал	Эскиз детали
1	Сплав Д16	
2	Латунь ЛС59-1	
3	Сталь Ст20	
4	Сталь Ст20	

Практическое занятие

«Разработка технологического процесса изготовления детали»

Сведения из теории

Порядок проектирования технологических процессов

Разработка технологического процесса механической обработки детали заканчивается составлением и оформлением комплекта документов технологического процесса. Комплект технологических документов зависит от вида технологического процесса (единичный, типовой или групповой) и типа производства.

В маршрутном технологическом процессе это сокращенное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов. Применяется в единичном и мелкосерийном типах производства.

В операционном технологическом процессе это полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов. Применяется в крупносерийном и массовом типах производства.

В маршрутно-операционном технологическом процессе это сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте, но полное описание отдельных операций.

Маршрутная карта (МК) является основным и обязательным документом любого технологического процесса.

Общие положения по составлению технологического маршрута обработки.

При разработке маршрута изготовления детали и его структуры рекомендуется следующая последовательность работы:

1. Обработка исходной информации. Исходная информация делится на базовую, руководящую и справочную.

Базовая информация – это конструкторская документация (чертежи, ТУ и др.) и производственная программа (годовая величина партий и т.п.) для определения типа производства.

Руководящая информация – это государственные стандарты - ЕСТП, ЕСТД, ОСТы и стандарты предприятий (СТП) классификаторы деталей и операций, трудовые нормативы, действующие унифицированные технологические процессы, инструкции и т.д.

Справочная информация – это справочники, каталоги, паспорта оборудования, различные пособия и т.п. в том числе справочные таблицы по припускам, режимам резания и т.д.

2. Обработка конструкций деталей на технологичность с учётом типа производства. Технологичность – это совокупность свойств, обеспечивающая в заданных условиях производства и эксплуатации наименьшие затраты труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении и ремонте изделия.

3. Выбор вида технологического процесса по следующим показателям:

– по методу разработки – унифицированный (типовой или групповой) или единичный технологический процесс;

– по назначению – проектный (разрабатывается без «привязки» к конкретному предприятию), рабочий (можно запускать в производство) или перспективный (необходимо выполнить определенные научно-исследовательские работы и внедрить его в производство);

– по степени детализации оформления – маршрутный, маршрутно-операционный или операционный.

4. Выбор заготовки.

5. Выбор комплекта технологических баз.

6. Разработка маршрута обработки детали и определение последовательности обработки поверхности.

Последовательность операций назначают исходя из следующих основных положений:

– в первую очередь обрабатываются поверхности, которые будут являться технологическими базами для последующих операций;

– операции, на которых возможно появление брака из-за внутренних дефектов заготовки, нужно выполнять на ранних стадиях обработки;

– первыми следует обрабатывать поверхности, не требующие высокой точности;

– отверстия сверлятся в конце технологического процесса, за исключением тех случаев, когда они служат базами;

– заканчивается процесс изготовления детали обработкой той поверхности, которая должна быть наиболее точной и имеет основное значение для эксплуатации детали. Если она была обработана ранее, до выполнения других смежных операций, может возникнуть необходимость в ее повторной обработке;

– если деталь подвергается термической обработке по ходу технологического процесса, механическая обработка разбивается на две части: до термической обработки и после нее;

– технический контроль намечают после тех операций, где вероятна повышенная доля брака, перед ответственными операциями, а также в конце обработки детали.

В содержании технологической операции необходимо указывать все элементы операции, выполняемые в технологической последовательности по обработке изделия. При записи содержания операции допускается полная или сокращенная форма записи. При наличии графических изображений, которые достаточно полно отражают всю необходимую информацию по обработке заготовки, следует использовать сокращенную запись, например: “Сверлить 4 отв. $d = 12^{+0,1}$ согласно чертежу”. Полную запись следует выполнять при отсутствии графических изображений.

Порядок формирования записи содержания перехода условно выражается в виде следующего кода:

1) ключевое слово (зенкеровать, нарезать и т.д.);

2) наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей, конструктивных элементов (выточка, буртик, зуб и т.д.);

3) условное обозначение размеров и конструктивных элементов ($d = \dots; l = \dots; r = \dots; R = \dots; B = \dots$).

В записи операции или технологического перехода не рекомендуется указывать шероховатость обрабатываемых поверхностей.

Допускаются в текстовой записи информации сокращения слов и словосочетаний в соответствии с ГОСТ 3.1702 - 79. Дополнительная информация при записи операций и переходов выбирается разработчиком документов по ГОСТ 3.1702 - 79.

Данный этап является наиболее важным. Каждая технологическая операция может быть описана на отдельном документе - на операционной карте. Операционный эскиз служит графической иллюстрацией по обработке детали. На эскизе изображается деталь после данной операции. Эскиз - это чертеж детали после данной операции с указанием допусков, шероховатости и условных обозначений установочных и опорных поверхностей. В тех случаях, когда эскиз очень сложен, он может выполняться и на отдельном листе, в виде приложения к операционной карте.

7. Расчет припусков. Припуск – это слой материала заранее оставленный для последующего снятия на другой операции. Нередко недостаточная плоскостность, прямолинейность, соосность поверхностей и т.п. не позволяют применять такие поверхности без дополнительной обработки. Слой материала, подлежащий удалению в процессе обработки данной поверхности с целью получения требуемой формы, размеров и шероховатости, называется припуском. Припуск измеряется в направлении перпендикулярном к обрабатываемой поверхности и измеряется в мм.

8. Выбор или проектирование оборудования. Выбор оборудования зависит от: типа производства, применения унифицированных технологических процессов, размеров детали, требуемой точности и шероховатости и др. существующие производственные условия - наличие оборудования, его загрузку и т.п.

9. Расчет режимов резания.

10. Выбор или проектирование оснастки.

11. Расчет норм времени на изготовление детали.

12. Разработка указаний по технике безопасности и охране окружающей среды. Данные указания в обязательном порядке приводятся в каждом технологическом процессе на основании действующих нормативных требований.

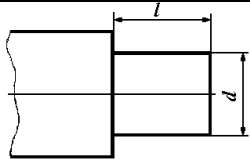
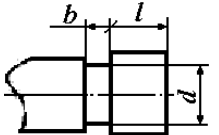
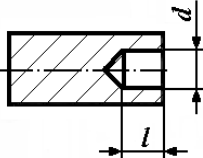
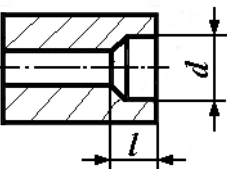
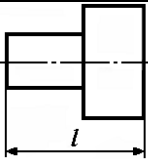
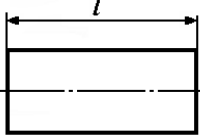
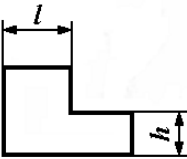
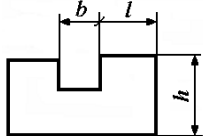
13. Оформление технологического процесса.

Комплект форм документов, применяемых на предприятии, может содержать формы общего назначения, формы специального назначения и прочие формы технологических документов.

К формам общего назначения относят: маршрутную карту (МК), карту эскизов (КЗ), технологическую инструкцию (ТИ), комплектовочную карту (КК), ведомость расцеховки (ВР), ведомость оснастки (ВО), ведомость материалов (М); ведомость деталей (сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процессу (операции) (ВТП, ВТО), ведомость технологических документов (ВТД) и др.

В табл.1 приведены схемы обработки поверхностей на различных станках.

Таблица 1 – Схемы обработки поверхностей на различных станках

№	Схемы обработки поверхностей	Запись перехода
1		Точить (шлифовать, притереть, полировать и т.п.) поверхность, выдерживая размеры l, d .
2		Точить (шлифовать, полировать и т.п.) канавку, выдерживая размеры l, d, b .
3		Сверлить (расверлить, зенкеровать и т.п.) отверстие, выдерживая размеры l, d .
4		Расточить отверстие, выдерживая размеры l, d .
6		Подрезать (шлифовать, полировать) торец, выдерживая размер l .
7		Отрезать заготовку, выдерживая размер l .
8		Фрезеровать (шлифовать, строгать) уступ, выдерживая размеры l, h .
9		Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) паз, выдерживая размеры l, b, h .

Пример решения задачи

Разработать маршрут обработки детали (Рис.1) , данные занести в таблицу.
 Неуказанные предельные отклонения H12, h12, $\pm IT12/2$.

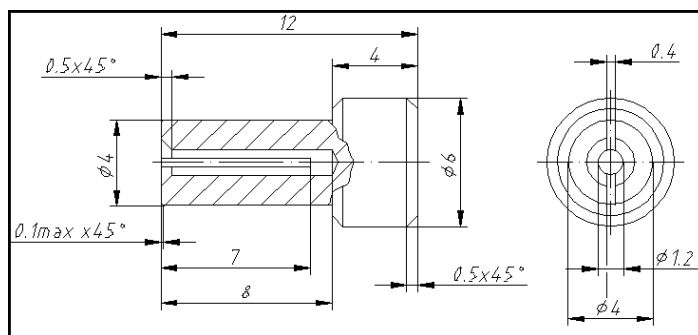
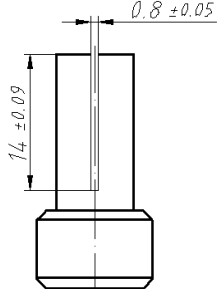


Рисунок 1 – Втулка

Маршрут обработки представлен в табл. 2.

Таблица 2 – Маршрут обработки детали «Втулка»

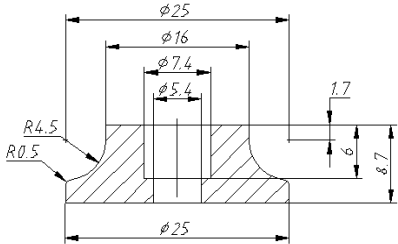
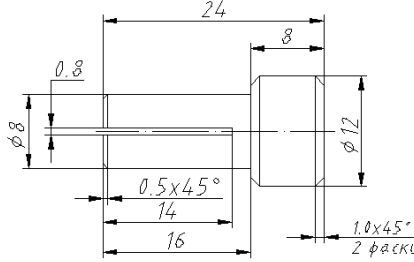
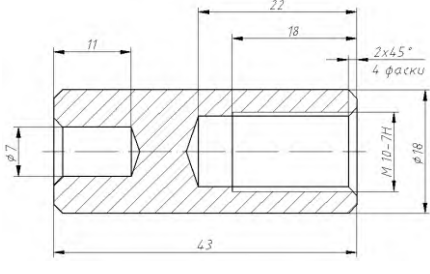
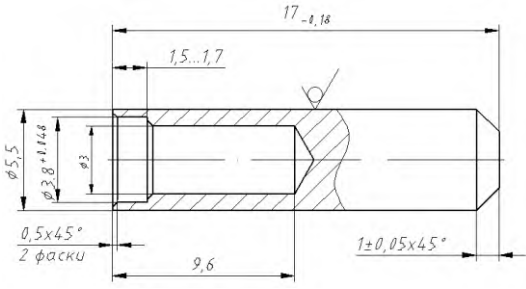
№ п/п	Эскиз	Описание операции	Режущий и измерительный инструмент
1		Отрезать заготовку, выдерживая размер 12,8мм	Патрон зажимной, отрезной резец, микрометр
2		Точить поверхность, выдерживая $\varnothing 4$ мм на длине 8,4мм	Патрон зажимной, проходной резец, микрометр, индикатор
3		Подрезать торец, выдерживая размер 8мм. Сверлить отверстие выдерживая размеры $\varnothing 1,2$ мм на длине 8мм	Патрон зажимной, резец, индикатор, калибр-пробка
4		Точить фаски	Патрон зажимной, резец
5		Подрезать торец, выдерживая размер 12мм. Точить фаску, выдерживая размер 0,5x45°.	Патрон, резец, микрометр
6		Зенковать фаску	Зенковка

7		Фрезеровать паз, выдерживая ширину паза 0,8мм, глубину 14мм.	Патрон зажимной, фреза дисковая, калибр-пробка
---	---	--	--

Задание для самостоятельного решения

Составить маршрут обработки деталей из табл. 1

Таблица 2 – Задание

Номер варианта	Материал	Эскиз детали
1	Сплав Д16	
2	Латунь ЛС59-1	
3	Сталь Ст20	
4	Сталь Ст20	

Практическое занятие **«Измерительный инструмент»**

Сведения из теории

Для контроля размеров деталей, взаимного расположения их поверхностей в машиностроении используется измерительный инструмент универсального и специального назначения.

Универсальный измерительный инструмент **Меры длины концевые плоскопараллельные**

Концевые плоскопараллельные меры длины ГОСТ 9038-90 используются для проверки и градуировки различных мер, калибров и приборов, установления правильных размеров при изготовлении инструмента и технологической оснастки, а так же для контрольно-поверочных работ, слесарных работ, наладки станков и т.д.

К штриховым мерам относятся брусковые меры длины, измерительные линейки и рулетки. Брусковые штриховые меры применяются в качестве шкал приборов и станков, а так же как образцовые меры длины при проверке рабочих мер длины, приборов для линейных измерений и поверке станка.

Измерительные линейки и рулетки предназначены для измерения размеров изделий, допуск на которые соответствуют 14, 15 и 16 квалитетам. Линейки измерительные металлические предназначены для определения величины расстояния между двумя точками путем непосредственного сравнения их со шкалой линейки. Точность измерения между двумя штрихами на глаз 0,25мм. Цена деления 0,5 или 1 мм.

Штангенинструменты

К штангенинструментам относятся штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенреймусы.

Штангенциркуль – один из наиболее распространенных универсальных измерительных инструментов, применяемых при станочных, слесарных и других видах работ.

Штангенциркули изготавливаются по ГОСТ 166-89 следующих типов:

I – двухсторонние с глубиномером;

T-I – односторонние с глубиномером с измерительными поверхностями из твердых сплавов;

II – двухсторонние;

III – односторонние.

Штангенциркули бывают с отсчетом по нониусу ШЦ (Рис. 1а), с отсчетом по круговой шкале (ШЦК) (Рис. 1б) или с цифровым отсчетным устройством (ШЦЦ) (Рис. 1в).

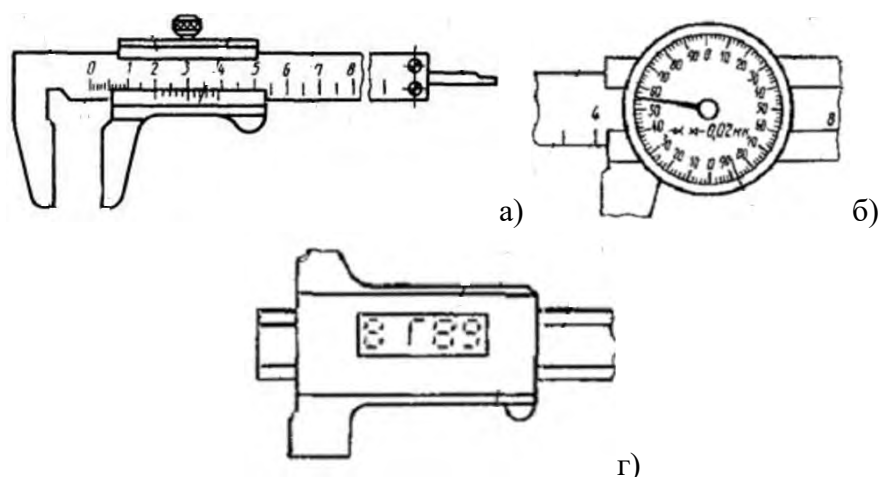


Рисунок 1 –Штангенциркули: а) с отсчетом по нониусу; б) с отсчетом по круговой шкале; в) с цифровым отсчетным устройством

Диапазон измерений, значение отсчета по нониусу, цена деления круговой шкалы и шаг дискретности цифрового отсчетного устройства штангенциркулей должны соответствовать указанным в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры штангенциркулей

Диаметр измерения штангенциркулей	Значения отсчета по нониусу	Цена деления круговой шкалы отсчетного устройства	Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства
0-125	0,05 0,1	0,02 0,05 0,1	0,01
0-135			
0-150			
0-160			
0-200			
0-250			
0-300			
0-400			
0-500			
250-630			
250-800	0,1	-	-
320-1000			
500-1250			
500-1600			
800-2000			

Штангенциркуль (рис.2) имеет штангу 6, которая представляет собой линейку с основной шкалой и неподвижные измерительные губки 1 и 2. Рамка 5 с двумя подвижными измерительными губками 3 и 9 и стержнем 7 перемещается по штанге. Для закрепления рамки в нужном положении служит винт 4. Длинные губки 1 и 9 предназначены для измерения наружных размеров, короткие 2 и 3 – внутренних, а стержень 7 для измерения глубины.

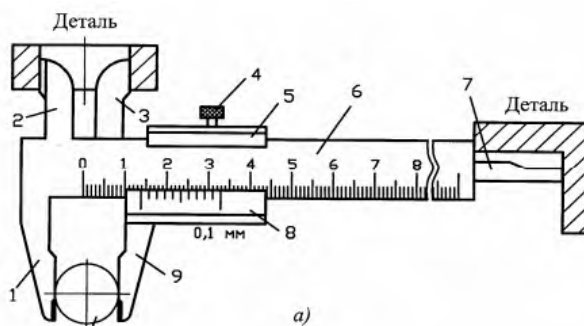


Рисунок 8.2 – Штангенциркуль: схема измерения

Пример условного обозначения штангенциркуля типа II с диапазоном измерения 0 - 250 мм и значением отсчета по нониусу 0,05 мм:

Штангенциркуль ШЦ- II -250-0,05 ГОСТ 166-89.

Штангенциркуль типа I с диапазоном измерения 0 – 150 мм с ценой деления круговой шкалы 0,02 мм.

Штангенциркуль ШЦК-1-150-0,02 ГОСТ 166-89.

Штангенциркуль типа I с диапазоном измерения 0 - 125 мм с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм:

Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89.

Этим инструментом можно измерять наружные и внутренние линейные размеры контактным методом непосредственной оценки.

Микрометрический инструмент

К микрометрическому инструменту относятся микрометры, микрометрические глубиномеры и нутромеры.

Микрометры предназначены для измерения наружных линейных размеров с отсчетом показаний по нониусу имеют точность 0,01мм (рис..3 а), по электронному цифровому устройству – 0,001 (рис.3 б).



Рисунок 3 – Микрометр: а) с отсчетом показаний по нониусу; б) с отсчетом электронному цифровому устройству

МК – микрометры гладкие для измерения наружных размеров изделий. Диапазон измерений микрометра с отсчетом показаний по нониусу и цифровых 0-25; 25-50; 50-75; 75-100.

Пример условного обозначения гладкого микрометра с диапазоном измерения 25-50 мм 1-го класса точности:

Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90

Гладкий микрометр с электронным цифровым отсчетным устройством с диапазоном измерения 50-75 мм:

Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90.

Нутромеры предназначены для измерения диаметров отверстий и внутренних размеров. Каждый нутромер имеет измерительную головку (Рис. 4), по ее шкале отсчитывается отклонение диаметра измеряемого отверстия от размера, на который предварительно настраивается прибор. По ГОСТ 868-82 нутромеры выпускаются со шкалой деления 0,01мм, по ГОСТ 9244-75 с ценой деления 0,001 мм для измерения внутренних размеров от 2 до 10 мм и с ценой деления 0,002 мм для измерения внутренних размеров от 10 до 450 мм. Диапазон измерений нутромеров по ГОСТ 9244-75: 2-3, 3-6, 6-10, 10-18, 18-50, 50-100, 100-160, 160-260, 250-450.



Рисунок 4 – Нутромер

Пример условного обозначения нутромера с ценой деления отсчетного устройства 0,01 мм и диапазоном измерений 6-10мм:

Нутромер 6-10 ГОСТ 9244-75.

Микрометрический глубиномер ГОСТ 7470-92 (рис. 5 а) позволяет измерять отверстия глубиной 0–25; 25–50; 50–75; 75–100 мм с точностью до 0,01 мм и до 0,001мм с цифровым отсчетом (рис. 5 б). Своим основанием он устанавливается на обработанную поверхность детали и плотно к ней прижимается. Затем вращением трещотки измерительный стержень микрометрического винта перемещается до соприкосновения с дном отверстия. Расстояние между измерительными плоскостями основания и стержня микрометрического винта определяет глубину отверстия, паза и т. д.



Рисунок 5 – Микрометрический глубиномер

Пример условного обозначения глубиномера с отсчетом по шкалам стебля и барабана при диапазоне измерения от 0 до 25 мм класса точности 2:

Глубиномер Г М 25 -2 ГОСТ 7470-92

Глубиномер с цифровым устройством при диапазоне измерения от 0 до 25мм класса точности 1:

Глубиномер Г М Ц 25 -1 ГОСТ 7470-92

Рычажно-механические приборы

К рычажно-механическим приборам относятся индикаторы часового типа, измерительные головки с рычажно-зубчатой передачей. Они применяются для измерения размеров и отклонений взаимного расположения поверхностей изделий, а также в качестве отсчетных устройств в различных измерительных приборах и контрольно-измерительных приспособлениях.

Индикаторы часового типа (ГОСТ 577-68). Индикаторы изготавливаются следующих типов: ИЧ – с перемещением измерительного стержня параллельно шкале, с диапазоном измерения 0-2, 0-5 и 0-10мм; ИТ – с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале, с диапазоном измерения 0-2мм. Цена деления 0,001мм. Индикаторы выпускают двух классов точности: нулевого (более точного) и первого.

Инструменты для измерения углов

Для разметки, измерения, установки и проверки угловых размеров применяют плитки угловые, угольники (90°), угломеры с нониусом, угломеры оптические и другие средства измерения; для точной проверки угловых калибров и изделий – синусные линейки.



Рисунок 6 – Угломер

Контроль резьбовой поверхности

Для контроля резьбовых поверхностей используют:

- кольца и пробки резьбовые (для наружных поверхностей: кольцо должно навинчиваться на проверяемую деталь; для внутренних – пробка должна ввинчиваться в проверяемую деталь).
- шаблоны для проверки шага резьбы.

Измерительный инструмент специального назначения

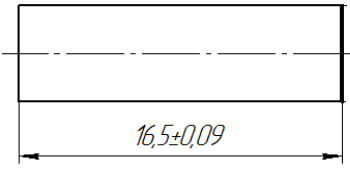
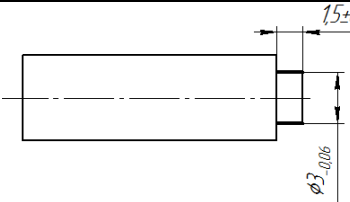
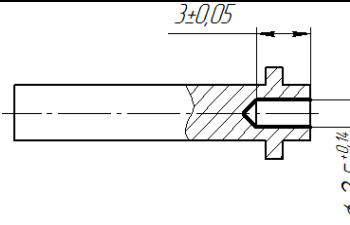
К измерительному инструменту специального назначения можно отнести:

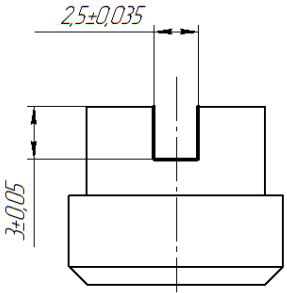
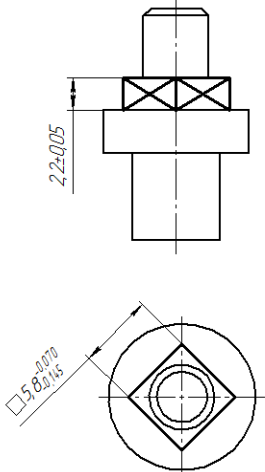
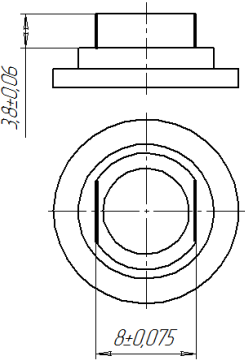
- калибр – пробки (предназначены для контроля диаметра отверстий конкретного размера). Калибр – пробка имеет два конца: проходной и непроходной. Диаметр проходного конца равен наименьшему предельному диаметру отверстия и должен свободно проходить в отверстие. Диаметр непроходного конца равен наибольшему предельному диаметру отверстия и в отверстие проходить не должен.
- калибр – кольца (предназначены для контроля наружных диаметров).
- калибр – скобы (предназначены для контроля наружных размеров).
- шаблоны, в том числе радиусные (для контроля внутренних и внешних радиусов).
- калибр – пробки шлицевые.
- нормалемеры (для измерения толщины зуба по нормали).

Для единичного и мелкосерийного производства используют универсальный инструмент, в крупносерийном, массовом производстве стараются применять специальный измерительный инструмент, так как время необходимое для контроля поверхностей с его помощью значительно меньше, чем при использовании универсального. Специальный инструмент изготавливают для контроля конкретных поверхностей и стоимость его изготовления окупается только при большом объеме партии деталей.

В таблице 2 представлены примеры измерения различных поверхностей.

Таблица 2 –Измерение поверхностей

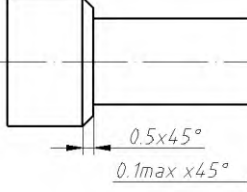
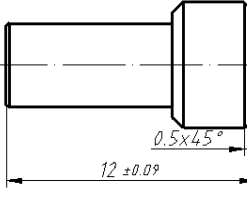
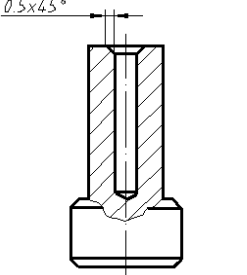
№ п/п	Операция Операционный эскиз Измеряемые размеры	Рекомендуемый измерительный инструмент, который можно применять для измерения/контроля размеров (единичное, мелкосерийное производство)	Измерительный инструмент, который можно применять для измерения/контроля размеров (крупносерийное, массовое производство)
1	<p>Отрезная</p>  <p>Длина 16,5±0,09</p>	<p><u>Длина 16,5±0,09:</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90</p>	<p><u>Длина 16,5±0,09:</u> Калибр-скоба предельная; Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90</p>
2	 <p>Длина 1,5±0,05 Диаметр 3-0,06</p>	<p><u>Длина 1,5±0,05</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; <u>Диаметр 3-0,06</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; Микрометр МК 25-1 ГОСТ 6507-90</p>	<p><u>Длина 1,5±0,05</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 <u>Диаметр 3-0,06</u> Калибр-кольцо предельное; Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; Микрометр МК 25-1 ГОСТ 6507-90</p>
3	 <p>Диаметр отверстия 2,5^{+0,14} Глубина отверстия 3±0,05</p>	<p><u>Диаметр 2,5^{+0,14}</u> Нутромер 2-3 ГОСТ 9244-75; Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 <u>Глубина 3±0,05</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 Глубиномер Г М 25 -2 ГОСТ 7470-92</p>	<p><u>Диаметр 2,5^{+0,14}</u> Калибр-пробка предельная Нутромер 2-3 ГОСТ 9244-75; Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 <u>Глубина 3±0,05</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 Глубиномер Г М 25 -2 ГОСТ 7470-92</p>

4	 <p>Ширина паза $2,5\pm 0,035$ Глубина паза $3\pm 0,05$</p>	<p><u>Ширина паза $2,5\pm 0,035$</u> Нутромер 2-3 ГОСТ 9244-75</p> <p><u>Глубина паза $3\pm 0,05$</u> Штангенциркуль ШЦЦ–I–125–0,01 ГОСТ 166-89</p>	<p><u>Ширина паза $2,5\pm 0,035$</u> Калибр-пробка прямоугольная (шаблон) Нутромер 2-3 ГОСТ 9244-75</p> <p><u>Глубина паза $3\pm 0,05$</u> Штангенциркуль ШЦЦ–I–125–0,01 ГОСТ 166-89</p>
5	 <p>Сторона квадрата $5,8\pm 0,070$ Высота квадратного выступа $2,2\pm 0,05$</p>	<p><u>Сторона квадрата $5,8\pm 0,070$</u> Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-90</p> <p><u>Высота $2,2\pm 0,05$</u> Штангенциркуль ШЦЦ–I–125–0,01 ГОСТ 166-89</p>	<p><u>Сторона квадрата $5,8\pm 0,070$</u> Калибр-скоба предельная; Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-90</p> <p><u>Высота $2,2\pm 0,05$</u> Штангенциркуль ШЦЦ–I–125–0,01 ГОСТ 166-89</p>
6	 <p>Ширина выступа $8,0\pm 0,075$ Высота выступа $3,8\pm 0,06$</p>	<p><u>Ширина выступа $8,0\pm 0,075$</u> Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-90</p> <p><u>Высота выступа $3,8\pm 0,06$</u> Штангенциркуль ШЦЦ–I–125–0,01 ГОСТ 166-89</p>	<p><u>Ширина выступа $8,0\pm 0,075$</u> Калибр-скоба предельная; Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-90</p> <p><u>Высота выступа $3,8\pm 0,06$</u> Штангенциркуль ШЦЦ–I–125–0,01 ГОСТ 166-89</p>
<p><i>Примечание:</i> рекомендуется выбирать измерительный инструмент при измерении, которым необходимо меньшее время, а в единичном и мелкосерийном производстве необходимо также учитывать наличие инструмента на предприятии.</p>			

Задание:

Для детали «Втулка» маршрут обработки, которой приведен в табл.3 выбрать измерительный инструмент

Таблица 3 – Маршрут обработки детали «Втулка»

№ п/п	Эскиз	Описание операции	Режущий и измерительный инструмент
1		Отрезать заготовку, выдерживая размер 12,8мм	Патрон зажимной, отрезной резец, микрометр
2		Точить поверхность, выдерживая $\varnothing 4$ мм на длине 8,4мм	Патрон зажимной, проходной резец, микрометр, индикатор
3		Подрезать торец, выдерживая размер 8мм. Сверлить отверстие выдерживая размеры $\varnothing 1,2$ мм на длине 8мм	Патрон зажимной, резец, индикатор, калибр-пробка
4		Точить фаски	Патрон зажимной, резец
5		Подрезать торец, выдерживая размер 12мм. Точить фаску, выдерживая размер 0,5x45°.	Патрон, резец, микрометр
6		Зенковать фаску	Зенковка
7		Фрезеровать паз, выдерживая ширину паза 0,8мм, глубину 14мм.	Патрон зажимной, фреза дисковая, калибр-пробка

Практическое занятие

«Расчет показателей качества продукции»

Сведения из теории

Согласно ГОСТу 15.467-79 под качеством приборов понимается совокупность свойств продукции (прибора), обуславливающих их пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Свойство прибора – это объективная особенность продукции приборостроительного производства, проявляющаяся при ее создании и эксплуатации. К свойствам приборов можно отнести точность, стабильность, экономичность, надежность работы изделия и др.

Единичный показатель качества – это показатель качества прибора, относящийся только к одному из его свойств. Например, единичным показателем качества усилителей низкой частоты будут: коэффициент нелинейных искажений, выраженный в процентах; неравномерность частотной характеристики и динамический диапазон, выраженные в децибелах и др.

Комплексным показателем качества продукции называется такой показатель качества продукции, который относится к нескольким ее свойствам. С помощью данного показателя можно в целом охарактеризовать качество того или иного прибора. Разновидностью комплексного показателя качества, позволяющего с экономической точки зрения определить оптимальную совокупность свойств изделия, является интегральный показатель качества. Это комплексный показатель качества, который отражает соотношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации и суммарных затрат на создание и эксплуатацию прибора.

В настоящее время показатели качества рекомендуется классифицировать по следующим группам:

1. Показатели назначения, которые определяют полезный эффект от использования прибора по назначению и область его применения. К ним относятся показатели, используемые для классификации по назначению характеризующие конструкцию прибора, его техническое совершенство, состав, структуру, транспортабельность (например, точность, коэффициент нелинейных искажений, динамический диапазон, полоса воспроизводимых частот, выходная мощность, к.п.д., масса, габаритные размеры и т.п.).

2. Показатели надежности и долговечности, которые характеризуют безотказность, ремонтпригодность, долговечность прибора определяется ГОСТ 133777-75.

3. Показатели технологичности, характеризующие эффективность конструктивно-технологических решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении и ремонте прибора. К этим показателям относятся: коэффициент сборности изделий, коэффициент использования материалов, а также удельные показатели трудоемкости производства.

4. Эргономические показатели, характеризующие систему «человек-изделие-среда». Для многих приборов такие показатели являются одними из основных. Эргономические показатели можно классифицировать на:

- гигиенические показатели (уровни оснащенности, температуры, влажности, давления, напряженности магнитного и электрического полей, запыленности, излучения, шума, вибрации и перегрузки);
- антропометрические показатели (соответствие конструкции изделия размерам тела человека и его отдельных частей, распределение веса человека);
- физиологические и психофизиологические показатели (соответствие конструкции изделия силовым возможностям человека, скоростным возможностям, зрительным, психофизиологическим, слуховым и осязательным);
- психологические показатели (соответствие изделия возможностям восприятия и переработки информации, закрепляемым и вновь формируемым навыкам человека при пользовании изделием).

5. Эстетические показатели, характеризующие художественность, выразительность и оригинальность формы изделия, гармоничность и целостность конструкции изделия среде и стилю, цветовое и декоративное решение изделия, художественное решение упаковки и т.п.

6. Показатели стандартизации и унификации характеризуют степень использования в конкретном изделии стандартизированных деталей, сборочных единиц, блоков и уровень унификации составных частей изделия. Для его оценки используются такие характеристики, как коэффициент унификации, коэффициент применяемости, коэффициент повторяемости и др.

7. Патентно-правовые показатели, характеризующие степень патентной защиты и патентной чистоты изделий.

8. Экономические показатели характеризуют затраты на проведение научно-технических и опытно-конструкторских работ, связанных с разработкой данного изделия, а также экономическую эффективность эксплуатации.

9. Точность – это степень соответствия изготовленного параметра изделия заданному параметру. Различают заданную, полученную и ожидаемую точность. Также различают способы получения требуемой точности: 1 – последовательного получения на заготовке заданной точности, 2- автоматического получения заданной точности.

Свойство и факторы, определяющие уровень готовности ЭС, по своей природе являются случайными, т. к. они зависят от большого числа случайных характеристик и параметров (наличие возможных отказов, характер требуемого ремонта и регулировок, техническое состояние аппаратуры и т. д.). Поэтому показатели готовности ЭС носят вероятностно-статистический характер.

Показателями готовности являются: коэффициент готовности K_G , коэффициент оперативной готовности $K_{О.г.}$, коэффициент технического использования $K_{т.и.}$.

Коэффициент готовности K_G – вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых использование объекта по назначению не предусматривается (плановый ремонт, плановое техническое обслуживание и т. д.).

Коэффициент готовности для большинства ремонтируемых объектов имеет вид:

$$K_{\Gamma} = \frac{T_0}{T_0 + T_{T.P.}}$$

Из формулы видно, что величина K_{Γ} может быть повышена как за счёт увеличения наработки на отказ T_0 , так и за счёт сокращения средней продолжительности текущего ремонта $T_{T.P.}$.

Коэффициент оперативной готовности $K_{O.Г.}$ – это вероятность того, что объект, находясь в режиме ожидания, окажется работоспособным в произвольный момент времени и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени.

$$K_{O.Г.} = K_{\Gamma} \cdot P(t),$$

где $P(t)$ – вероятность безотказной работы в течение заданного времени.

Коэффициент технического использования находится по формуле:

$$K_{T.И.} = \frac{T_{0\Sigma}}{T_{0\Sigma} + T_{P\Sigma} + T_{T0\Sigma}},$$

где $T_{0\Sigma}$ – суммарная наработка всех объектов; $T_{P\Sigma}$ – суммарное время простоев из-за плановых и внеплановых ремонтов всех объектов; $T_{T0\Sigma}$ – суммарное время простоев из-за планового и внепланового технического обслуживания всех объектов.

Пример выполнения задания

ЭС к началу наблюдения за отказами проработала 458ч. К концу наблюдения наработка составила 2783ч. Всего зарегистрировано 5 отказов. Среднее время ремонта составила 1,5ч. Определить наработку на отказ T_0 и K_{Γ} .

Решение. Найдем среднюю наработку на отказ по формуле:

$$T_0 = \frac{2783 - 458}{5} = 465 \text{ ч.}$$

Коэффициент готовности находится по формуле:

$$K_{\Gamma} = \frac{T_0}{T_0 + T_p} = \frac{465}{465 + 1,5} = 0,997.$$

Задание для самостоятельного решения

Имеется 5 комплектов однотипной аппаратуры работающих в одинаковых условиях. Число отказов, промежутки времени исправной работы между соседними отказами и время работы по каждому комплекту приведены в таблице. Необходимо определить наработку на отказ и коэффициент готовности одного комплекта.

Номера КОМП-ТОВ	t_1	T_{p1}	t_2	T_{p2}	t_3	T_{p3}	t_4	T_{p4}	t_5	T_{p5}	t_6	T_{p6}	КОЛ-ВО ОТКАЗОВ
1	29	0,6	46	0,7	54	0,8	25	1,0	34	1,2	60	1,2	6
2	48	0,96	60	0,8	56	1,4	36	1,15	-	-	-	-	4
3	68	1,2	64	0,95	52	1,3	-	-	-	-	-	-	3
4	34	1,3	51	0,96	56	1,25	42	1,35	40	0,98	-	-	5
5	52	1,25	26	1,35	58	0,98	48	1,18	-	-	-	-	4

Практическое занятие

«Расчет норм расхода материалов для печатных плат»

Цель работы:

Получение навыков расчета норм расхода материалов на печатные платы.

Сведения из теории

Для расчета нормы расхода материала на печатную плату и корпус необходимо:

1. Рассчитать площадь печатной платы из стеклотекстолита по формуле:

$$S_{пп} = L_{пп} * C_{п},$$

где

$L_{пп}$ - длина платы в метрах.

$C_{п}$ - ширина платы в метрах.

2. Определить объем печатной платы по формуле:

$$V_{пп} = S_{пп} * H_{пп},$$

где

$H_{пп}$ - толщина платы в метрах.

3. Рассчитываем вес печатной платы из стеклотекстолита по формуле:

$$M_{пп} = V_{пп} * g,$$

где g - удельная плотность стеклотекстолита.

Нормы расхода на припой ($H_{р пр.}$), флюс ($H_{р фл.}$) и спирт ($H_{р сп.}$) рассчитываются в зависимости от применяемой технологии по формуле:

$$H_{р пр., фл, сп.} = S_{пп} * nр 1м2 + (nр на 100 паек * N_{допаяк}) / 100,$$

где

$nр 1м2$ - норматив расхода на 1 м².

Пример расчета:

Для расчета нормы расхода материала на печатную плату и корпус необходимо:

Рассчитать нормы расхода для печатной платы размером 30x30x1,5мм.

Решение:

1. Рассчитать площадь печатной платы из стеклотекстолита по формуле:

$$S_{пп} = L_{пп} * C_{п} = 0,030 * 0,030 = 0,0009 \text{ м}^2$$

где $L_{пп} = 0,03\text{м}$ длина платы в миллиметрах (30мм = 0,03м);

$C_{п} = 0,03\text{м}$ ширина платы в миллиметрах (30мм = 0,03м).

2. Определяем объем печатной платы по формуле:

$$V_{пп} = S_{пп} * H_{пп} = 0,0009 * 0,0015 = 0,00000135(\text{м}^3)$$

$H_{пп} = 0,0015\text{м}$.

Рассчитываем вес печатной платы из стеклотекстолита по формуле:

$$M_{пп} = V_{пп} * g = 0,00000135 * 1700 = 0,002295\text{кг}.$$

Нормы расхода на припой ($H_{р пр.}$), флюс ($H_{р фл.}$) и спирт ($H_{р сп.}$) рассчитываются в зависимости от применяемой технологии по формуле:

$$\begin{aligned} \text{Нр. пр., фл, сп.} &= S_{\text{пл}} * \text{нр } 1\text{м}^2 + (\text{нр на } 100 \text{ пак} * N_{\text{допак}}) / 100 = \\ &= 0,0009 * 0,350 + 0,005/100*34=0,002015 \end{aligned}$$

Определяем норму расхода спирта:

$$\text{Нр. спирта} = 0,0009 * 0,030 + 0,0054/100*34=0,00186.$$

Определяем норму расхода флюса:

$$\text{Нр. флюса} = 0,0009 * 0,120 + 0,001/100*34=0,000448.$$

В качестве норм расхода ПКИ принимается количество установленных на плату элементов.

Задание для самостоятельного выполнения

Рассчитать нормы расхода материала для платы из стеклотекстолита размерами 25x37,5x1,5мм.

Список литературы

1. Тимирязев, В.А. Основы технологии машиностроительного производства: Учебник / А.В. Тимирязев, В. П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе. СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 448с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3722#book_name.
2. Валетов, В.А. Технология приборостроения. Учебное пособие / В.А. Валетов, Ю. П. Кузьмин, А.А. Орлова, С.Д. Третьяков. СПб: Университет ИТМО, 2008 – 336 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/40745#book_name.
3. Билибин, К.И. Проектирование технологических процессов в производстве электронной аппаратуры: Учеб. Пособие / К. И. Билибин, В. А. Соловьев. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 76 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/61998#book_name
4. Седель, О.Я. Техническое нормирование: пособие / О.Я. Седель. Минск: Новое знание, 2008. – 202 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2930#book_name
5. Горохов, В.А. Материалы и их технологии: учебник / В. А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе. Под ред. В.А. Горохова. В 2 ч. Ч. 1. М.: ИНФРА-М, 2014. – 589с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/49450#book_name.
6. Туктарова, В.В. Нормирование операций механической обработки деталей: учебно-методическое пособие – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2017. – 63 с. [Электронный ресурс] – <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-3119/3036.pdf/index.html>
7. Соболев, С. Ф. Методические указания по разработке технологических процессов изготовления деталей механической обработкой / С.Ф. Соболев, Ю. П. Кузьмин. – СПб: Университет ИТМО, 2007 – 113с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/43641#book_name.
8. Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия [Текст] ГОСТ 9038-90. – Введ. 1991-07-01. – М.: Издательство стандартов, 1995, 14с.: ил.
9. Штангенциркули. Технические условия [Текст] ГОСТ 166-89 – Введ. 1991-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1991, 13с.: ил.
10. Микрометры. Технические условия [Текст] ГОСТ 6507-90 – Введ. 1991-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1994, 12с.: ил.
11. Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм. Технические условия [Текст] ГОСТ 868-82 – Введ. 1984-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004, 7с.: ил.
12. Нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм. Технические требования [Текст] ГОСТ 9244-75 – Введ. 1978-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004, 7с.: ил.
13. Глубиномеры микрометрические. Технические условия [Текст] ГОСТ 7470-92– Введ. 1993-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003, 8с.: ил.
14. Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия [Текст] ГОСТ 577-68 – Введ. 1968-07-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002, 12с.: ил.