

*Областное государственное бюджетное
образовательное учреждение
среднего профессионального образования
«Иркутский авиационный техникум»*

УТВЕРЖДАЮ
Директор ОГБОУ СПО «ИАТ»
_____ В.Г. Семенов

**Комплект методических указаний по выполнению
практических работ по дисциплине
ОП.08 Технология машиностроения**

образовательной программы (ОП)
по специальности СПО

151901 Технология машиностроения

базовой подготовки

Иркутск 2013

Перечень практических работ

№ работы	Название работы (в соответствии с рабочей программой)	Объём часов на выполнение работы	Страница
1	Определение погрешностей базирования в основных схемах базирования	4	3
2	Расчет технологичности детали средней сложности	4	12
3	Расчет норм времени для токарных, сверлильных, фрезерных и программных операций	4	17
4	Проектирование технологического процесса обработки детали типа «вал»	6	26
5	Проектирование технологического процесса изготовления корпусной детали	8	29
6	Разработка схемы планировки участка механического цеха	8	34

Практическая работа №1

Название работы: Определение погрешностей базирования в основных схемах базирования

Цель работы:

Закрепить на практике теоретические знания по принципам базирования заготовок на металлообрабатывающих станках, выбору схем базирования и расчету погрешности базирования.

Основные понятия:

Погрешность базирования (ϵ_b) возникает при изменении положения измерительной базы относительно технологической вследствие невозможности совмещения основных конструкторских и технологических баз, технологических трудностей и других причин. На рисунке 1 показаны варианты размещения измерительной базы (ИБ) при различной схеме задания конструктором контролируемого размера и постоянном положении технологической базы (ТБ).

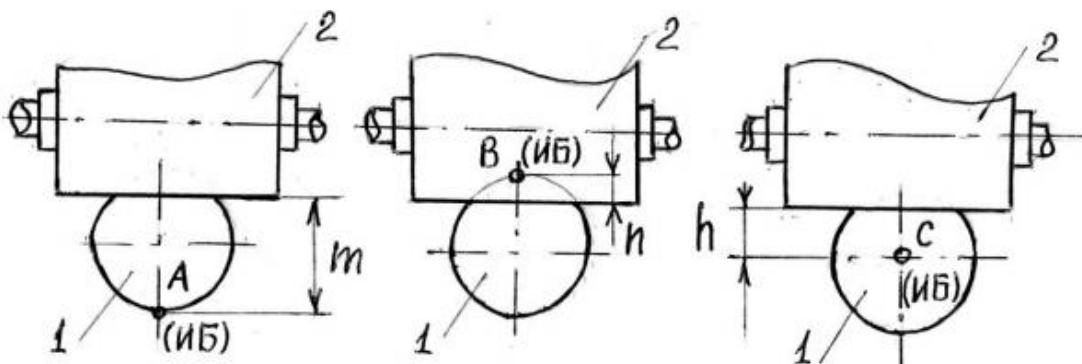


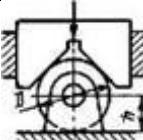
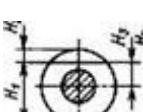
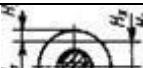
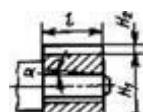
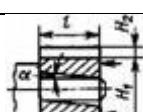
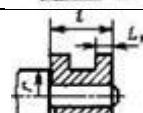
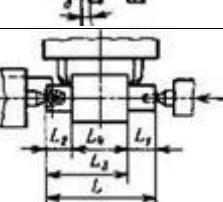
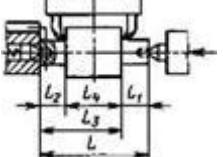
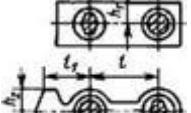
Рисунок 1. Фрезерование лыски на вале: 1 – заготовка, 2 - фреза

Величина (ϵ_b) равна сумме погрешности размеров, соединяющих измерительную и технологическую базу («базисные» размеры) в направлении выдерживаемого размера. Погрешность базирования имеет место только при работе на настроенных станках, т.е. когда партия заготовок обрабатывается при неизменном (заранее установленном) относительном положении инструмента и заготовки.

Основные формулы для определения (ϵ_b) приведены в справочной литературе (таблица 1). Правильное использование этих зависимостей в реальных схемах требует понимания методики расчета. Поверхности, по которым базируют заготовку, несмотря на многообразие конструкций, имеют, как правило, плоскую, цилиндрическую или коническую форму. Встречаются также комбинированные варианты. Рассмотрим основные схемы.

Таблица 1. Погрешность базирования при обработке деталей в приспособлениях

№ схемы	Базирование	Схема установки	Выдерживаемый размер	Погрешность базирования $\Delta \varepsilon_b$	
1	По двум плоским поверхностям		A	0	
			B	$Th \operatorname{tg} \alpha$ при $\alpha \neq 90^\circ$ 0 при $\alpha = 90^\circ$	
	Обработка уступа		C	TH	
			K	TE	
2	По наружной цилиндрической поверхности		H_1	$0,5TD(\sin\beta/\sin\alpha - 1)$, при $\beta = \alpha \div 90^\circ$ $0,5TD(1 - \sin\beta/\sin\alpha)$,	
			H_2	$0,5TD(\sin\beta/\sin\alpha + 1)$	
	В призме при обработке плоской поверхности или паза		H_3	$0,5TD(\sin\beta/\sin\alpha)$, где TD – допуск на наружный диаметр заготовки	
			H_1	$0,5TD(1/\sin\alpha - 1)$	
3	По наружной цилиндрической поверхности		H_2	$0,5TD(1/\sin\alpha + 1)$	
			H_3	$0,5TD(1/\sin\alpha)$	
	В призме при обработке плоской поверхности или паза при $\beta = 90^\circ$		H_1	$0,5TD$	
			H_2	$0,5TD$	
4	То же, при $\beta = 0^\circ$		H_3	0	
			l	$0,5TD$	
			H_1	0	
			H_2	TD	
5	В призме при обработке плоской поверхности или паза		H_1	0	
			H_2	TD	
			H_3	$0,5TD$	
			l	$A - 0,5TD$	
6	То же, при $2\alpha = 180^\circ$ и зажиме призмой		H_1	0	
			H_2	TD	
			H_3	$0,5TD$	
			H_1	$A - 0,5TD$	
7	То же, но призма выполнена со сферическими опорами		H_2	$A + 0,5TD$	
			H_3	A	
				$A = \sqrt{(r + 0,5D_{\min} + 0,5TD)^2 - 0,5L^2} - \sqrt{(r + 0,5D_{\min})^2 - 0,25L^2}$, где L – расстояние между центрами опор	
			h	$0,5TD(1/\sin\alpha - 1)$, при $h > 0,5D$ $0,5TD(1/\sin\alpha)$, при $h = 0,5D$ $0,5TD(1/\sin\alpha + 1)$, при $h < 0,5D$	
8	В призме при сверлении отверстий по кондуктору				

9	То же, при $2\alpha = 180^\circ$ и зажиме призмой		h	$0,5TD$, при любом h
10	То же, но при использовании самоцентрирующихся призм		e	e - эксцентриситет оси отверстий относительно наружной поверхности $e = 0$
11	<i>По отверстию</i> На палец установочный цилиндрический (оправку) с зазором при обработке плоской поверхности или паза		$H_1; H_2$	$0,5TD + 2e + \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$
			H_3	$2e + \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$
			H_4	$\delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$
12	То же, но с односторонним прижатием заготовки		$H_1; H_2$	$0,5TD + 2e + 0,5\delta_2$
			H_3	$2e + 0,5\delta_1 + 0,5\delta_2$
			H_4	$0,5\delta_1 + 0,5\delta_2$
13	На палец (оправку) с натягом или на разжимную оправку		$H_1; H_2$	$0,5TD + 2e$
			H_3	$2e$
			H_4	0
14	На палец (оправку) с зазором. Торец заготовки не перпендикулярен оси базового отверстия		$H_1; H_2$	$0,5TD + 2e + \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta - 2ltg\alpha$
15	То же, но с односторонним прижатием заготовки		$H_1; H_2$	$0,5TD + 2e + 0,5\delta_2 + ltg\alpha$
16	На палец (оправку) без зазора. Торец заготовки не перпендикулярен оси базового отверстия		L_1	$\delta_1 + 2rtgy$
17	<i>По центральным гнездам</i> На жесткий передний центр		L_1	$\delta_L + \Delta_u$
			$L_2; L_3$	$\Delta_u = \delta_d / \operatorname{tg}\alpha$
			L_4	0
18	То же, но с использованием плавающего переднего центра		L_1	δ_L
			$L_2; L_3; L_4$	0
19	<i>По двум отверстиям</i> На пальцах при обработке верхней поверхности		h_1	$2\Delta + \delta_1 + \delta_2$
			h_2	$(2\Delta + \delta_1 + \delta_2)((2l_1 + l) / l)$

Примечания:

- На схемах 10-16 и 19: H_1 - размер от обрабатываемой поверхности до оси наружной поверхности; H_4 - то же, до оси отверстия; e — эксцентриситет наружной поверхности относительно отверстия; δ_1 - допуск на диаметр отверстия; δ_2 – допуск на диаметр пальца, Δ - минимальный радиальный зазор посадки заготовки на палец; δ_L – допуск на длину заготовки.
- Погрешность базирования в схемах 11 – 16 включает погрешность приспособления $\Delta_{\text{пр}}$.
- На схеме 17: δ_d - допуск на диаметр центрового гнезда; α - половина угла центрового гнезда, Δ_u - погрешность глубины центрового гнезда (просадка центра). При угле центра $2\alpha = 60^\circ$ просадку центров Δ_u можно принимать:

Наибольший диаметр центрового гнезда, мм	1; 2; 2,5	4; 5; 6	7; 5; 10	12,5; 15	20; 30
Δ_u , мм	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25

Методика расчета

На рисунке 2а показана схема обработки призматической заготовки путем фрезерования поверхности (M) с обеспечением размера (a).

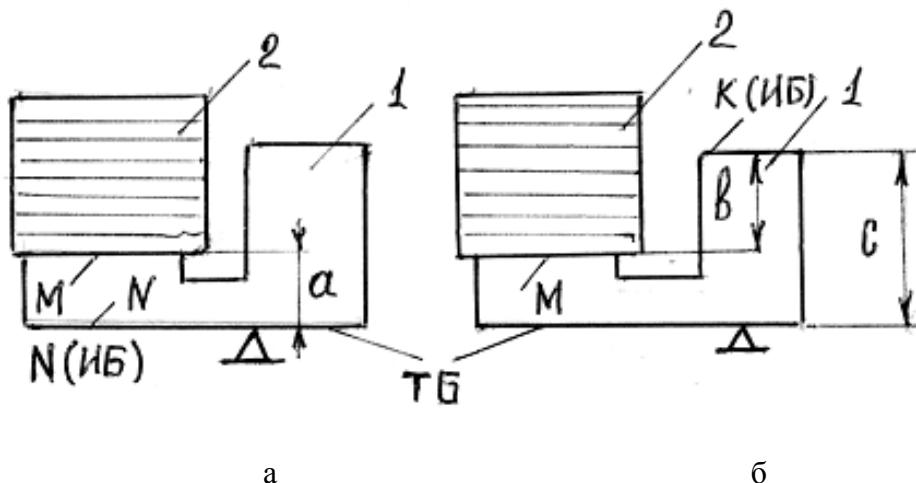


Рисунок 2. Фрезерование плоскости: 1 – заготовка, 2 - фреза

В качестве технологической и измерительной базы использована поверхность (N), установленная на неподвижной опоре. Так как измерительная и технологическая база совмещены действительная погрешность базирования ($\varepsilon_b = 0$).

Возможна ситуация, когда основная конструкторская база не совпадает с технологической базой и конструктор вынужден задать параметр контроля положения поверхности (M) через размер (b) (схема рисунок 2.б). В этом случае измерительная база (поверхность K) смешена относительно технологической базы (поверхность N) в направлении выдерживаемого размера (b) на расстояние С. Значение размера (C) имеет свой допуск (Tc). Величина (Tc) и составит действительное значение (ε_b), так как размер С параллелен направлению выдерживаемого размера (b).

Пример расчета (рисунок 2, а)

Исходные данные:

- контролируемый размер (a) = 30_{-0,15} мм.;
- предусматривается предварительное фрезерование по 10 квалитету Точности

$$(\varepsilon_b) = 0.$$

Сравним (ε_b) с допустимым значением погрешности базирования [ε_b], которое может быть определено в первом приближении по формуле

$$[\varepsilon_b] = T - \Delta$$

где Т - поле допуска выдерживаемого размера (по чертежу);

Δ - средняя экономическая точность обработки.

Для рассматриваемого случая

$$[\varepsilon_b] = 0,15 - 0,10 = 0,05 \text{ мм.}$$

Точность размера (a) при обработке обеспечивается

Схема рисунка 2, б

Исходные данные:

- при тех же условиях обработки выдержать размер (в) = $20_{-0,20}$ мм.

Положение измерительной базы (поверхность К) определяется размером (C) = $50_{-0,20}$ мм. Погрешность базирования составит

$$\varepsilon_b = T_c = 0,2 \text{ мм} > [\varepsilon_b] = 0,20 - 0,10 = 0,10 \text{ мм}$$

Условие обеспечения точности размера (в) не выполняется.

Для изменения ситуации, можно рекомендовать следующие мероприятия:

- увеличить допуск на размер (в);

- уменьшить допуск на размер (C);

- изменить схему базирования (например, рисунок 3)

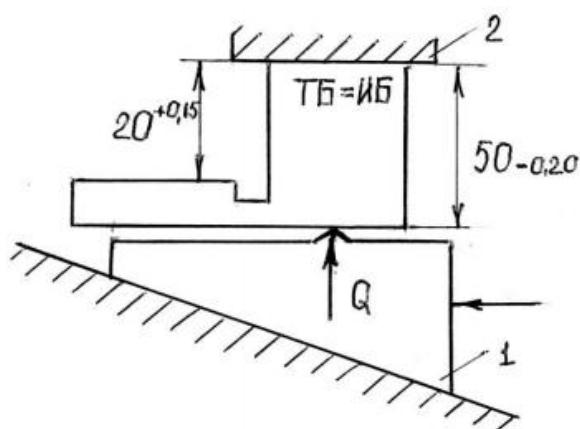


Рисунок 3. Схема станочного приспособления: 1 – клин, 2 – неподвижный упор

Исходные данные (задание):

Варианты заданий для выполнения практической работы №1

№ вар.	1	2	3	№ вар.	1	2	3
1	$2\alpha=90^\circ$ $D=30$ $H2=5$	$\emptyset 10H9/h9$	$\emptyset 20H9/h9$ $\emptyset 52H9/h9$ $L=100$ $L_{max}=250$	16	$2\alpha=120^\circ$ $D=60$ $H2=10$	$\emptyset 12H9/h9$	$\emptyset 20H9/h9$ $\emptyset 52H9/h9$ $L=140$ $L_{max}=350$
2	$2\alpha=90^\circ$ $D=32$ $H2=5$	$\emptyset 14H9/h9$	$\emptyset 22H9/h9$ $\emptyset 50H9/h9$ $L=100$ $L_{max}=250$	17	$2\alpha=120^\circ$ $D=62$ $H2=10$	$\emptyset 16H9/h9$	$\emptyset 22H9/h9$ $\emptyset 50H9/h9$ $L=140$ $L_{max}=350$
3	$2\alpha=90^\circ$ $D=34$ $H2=5$	$\emptyset 18H9/h9$	$\emptyset 24H9/h9$ $\emptyset 48H9/h9$ $L=100$ $L_{max}=250$	18	$2\alpha=120^\circ$ $D=64$ $H2=10$	$\emptyset 20H9/h9$	$\emptyset 24H9/h9$ $\emptyset 48H9/h9$ $L=140$ $L_{max}=350$
4	$2\alpha=90^\circ$ $D=36$	$\emptyset 22H9/h9$	$\emptyset 28H9/h9$ $\emptyset 44H9/h9$	19	$2\alpha=120^\circ$ $D=66$	$\emptyset 24H9/h9$	$\emptyset 28H9/h9$ $\emptyset 44H9/h9$

	H2=5		L=100 L _{max} =250		H2=10		L=140 L _{max} =350
5	2α=90° D=38 H2=5	Ø26H9/h9	Ø32H9/h9 Ø40H9/h9 L=100 L _{max} =250	20	2α=120° D=68 H2=10	Ø28H9/h9	Ø32H9/h9 Ø40H9/h9 L=140 L _{max} =350
6	2α=90° D=40 H2=5	Ø30H9/h9	Ø36H9/h9 Ø38H9/h9 L=100 L _{max} =250	21	2α=120° D=70 H2=10	Ø32H9/h9	Ø36H9/h9 Ø38H9/h9 L=160 L _{max} =400
7	2α=90° D=42 H2=5	Ø36H9/h9	Ø40H9/h9 Ø34H9/h9 L=100 L _{max} =250	22	2α=120° D=72 H2=14	Ø34H9/h9	Ø40H9/h9 Ø34H9/h9 L=160 L _{max} =400
8	2α=90° D=44 H2=5	Ø40H9/h9	Ø44H9/h9 Ø30H9/h9 L=100 L _{max} =250	23	2α=120° D=74 H2=14	Ø38H9/h9	Ø44H9/h9 Ø30H9/h9 L=160 L _{max} =400
9	2α=90° D=46 H2=5	Ø44H9/h9	Ø48H9/h9 Ø26H9/h9 L=100 L _{max} =250	24	2α=120° D=76 H2=14	Ø42H9/h9	Ø48H9/h9 Ø26H9/h9 L=160 L _{max} =400
10	2α=90° D=48 H2=5	Ø48H9/h9	Ø10H9/h9 Ø18H9/h9 L=100 L _{max} =250	25	2α=120° D=78 H2=20	Ø46H9/h9	Ø10H9/h9 Ø18H9/h9 L=160 L _{max} =400
11	2α=90° D=50 H2=7	Ø52H9/h9	Ø14H9/h9 Ø22H9/h9 L=120 L _{max} =250	26	2α=120° D=80 H2=20	Ø50H9/h9	Ø14H9/h9 Ø22H9/h9 L=80 L _{max} =200
12	2α=90° D=52 H2=7	Ø56H9/h9	Ø16H9/h9 Ø26H9/h9 L=120 L _{max} =250	27	2α=120° D=82 H2=20	Ø54H9/h9	Ø16H9/h9 Ø26H9/h9 L=80 L _{max} =200
13	2α=90° D=54 H2=7	Ø60H9/h9	Ø18H9/h9 Ø28H9/h9 L=120 L _{max} =250	28	2α=120° D=84 H2=20	Ø58H9/h9	Ø18H9/h9 Ø28H9/h9 L=80 L _{max} =200
14	2α=90° D=56 H2=7	Ø64H9/h9	Ø20H9/h9 Ø32H9/h9 L=120 L _{max} =250	29	2α=120° D=86 H2=20	Ø62H9/h9	Ø20H9/h9 Ø32H9/h9 L=80 L _{max} =200
15	2α=90° D=58 H2=7	Ø68H9/h9	Ø24H9/h9 Ø50H9/h9 L=120 L _{max} =250	30	2α=120° D=88 H2=20	Ø66H9/h9	Ø24H9/h9 Ø50H9/h9 L=80 L _{max} =200

Порядок выполнения:

1. Начертить несколько схем базирования (при установке в призму; на цилиндрический палец; на два базовых пальца – цилиндрический и срезанный).
2. Выписать формулы для определения погрешностей в выбранных схемах базирования – смотри справочник технолога-машиностроителя 1 том стр.45-48 табл.18.
3. Рассчитать погрешность базирования для конкретных размеров заготовок, выданных преподавателем – смотри Варианты заданий для выполнения практической работы №1 (отклонения полей допусков смотри справочник технолога-машиностроителя 2 том стр.441 табл.2).
4. Оформить отчет.

Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)

ПК преподавателя, проектор, интерактивная доска.

Комплект наглядных пособий: комплект плакатов по теме.

Вопросы для повторения:

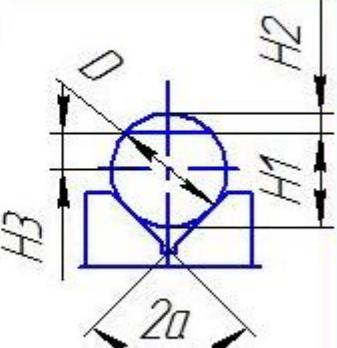
1. Базирование и базы в машиностроении.
2. Правило шести точек.
3. Классификация баз.
4. Правила базирования.
5. Основные принципы выбора технологических баз.
6. Погрешность базирования.

Литература:

1. Данилевский В.В. Технология машиностроения: Учебник для техникумов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1984 г.
2. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Учебник: Технология машиностроения. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М., 2004г.
3. Справочник Приспособления для металлорежущих станков./Под ред. Горошкина А.К. – М.: Машиностроение, 1965 г.
4. Справочник технолога-машиностроителя./Под ред. Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К. Т.1,2.– М.: Машиностроение, 1986 г.

Пример выполнения работы:

I. Схема базирования в призме

По наружной цилиндрической поверхности		H1	$0.5TD(1/\sin\alpha - 1)$
		H2	$0.5TD(1/\sin\alpha + 1)$
		H3	$0.5TD 1/\sin\alpha$

Дано: $2\alpha=90^\circ$; $D=30$; $H_2=5$;

Решение:

$$TD=520 \text{ мкм}$$

$$H_3=D/2-H_2=30/2-5=10 \text{ мм}$$

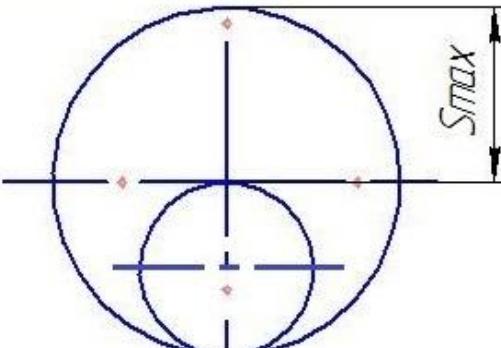
$$H_1=D - H_2=30 - 5=25 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_b H_1=0.5 \times 0.52 (1/\sin 45 - 1)=0.107 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_b H_2=0.5 \times 0.52 (1/\sin 45 + 1)=0.627 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_b H_3=0.5 \times 0.52 \times 1/\sin 45=0.376 \text{ мм}$$

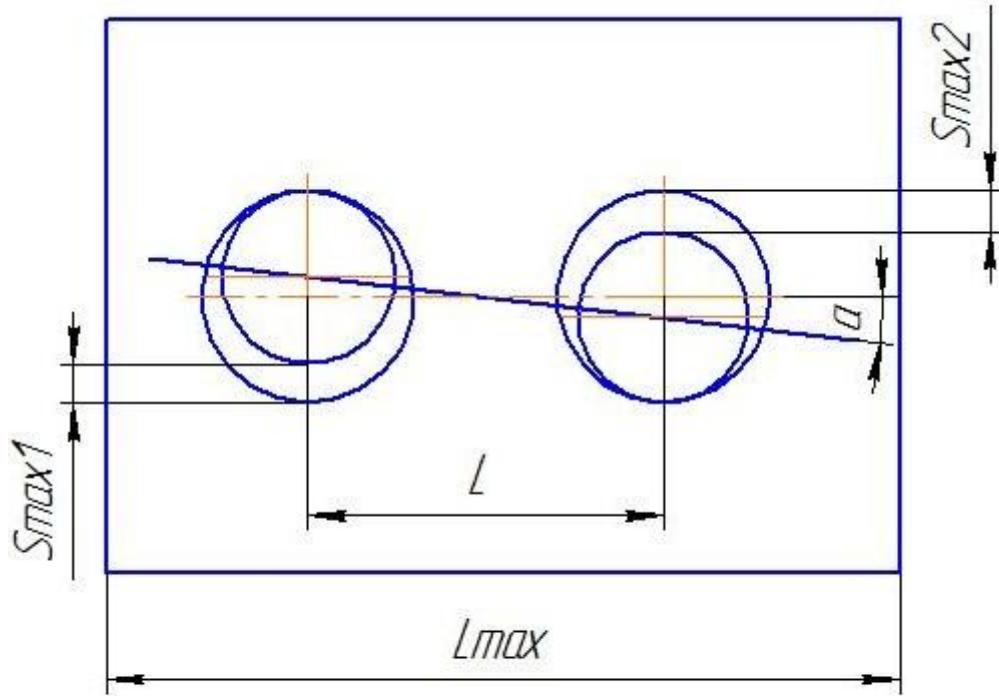
II. Схема базирования на цилиндрический палец

По отверстию На палец установочный цилиндрический (оправку) с зазором при обработке плоской поверхности или паза.	
---	--

Дано: $\varnothing 10H9/h9$

Решение: $S_{max}=72 \text{ мкм} \Rightarrow \varepsilon_b=0.072 \text{ мм}$

III. Схема базирования при установке на два базовых пальца, цилиндрический и срезанный.



Дано: $\varnothing 20H9/h9$; $\varnothing 52H9/h9$; $L=100\text{мм}$; $L_{\max}=250\text{мм}$

Решение: $\varnothing 20$: $S_{\max 1}=104\text{мкм}$; $\varnothing 52$: $S_{\max 2}=148\text{мкм}$
 $\tan \alpha = (S_{\max 1} + S_{\max 2}) / 2L = (0,104 + 0,148) / (2 \times 100) = 0,00126$

$$\epsilon_b = \tan \alpha \times L_{\max} = 250 \times 0,00126 = 0,315\text{мм}$$

Вывод: Я закрепил на практике теоретические знания по принципам базирования заготовок на металлорежущих станках, выбору схем базирования и расчёту погрешности базирования.

Практическая работа №2

Название работы: Расчет технологичности детали средней сложности

Цель работы: Научиться рассчитывать технологичность детали по коэффициентам технологичности и делать общие выводы.

Основные понятия:

Технологичность – это одна из комплексных характеристик технического устройства, которая выражает удобство его производства, ремонтопригодность и эксплуатационные качества.

Технологичность конструкции – это совокупность свойств конструкции детали (изделия), определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ. [ГОСТ 14.205-83]

Оценка технологичности конструкции осуществляется на уровне изделий, сборочных единиц и деталей. Цель обеспечения технологичности конструкции детали – повышение производительности труда и качества изделий при максимальном снижении затрат времени и средств на разработку, технологическую подготовку производства, изготовление, эксплуатацию и ремонт.

Чтобы избежать незамеченных недостатков в конструкции, качественный анализ технологичности целесообразно проводить в определенной последовательности:

1. Установить возможность применения высокопроизводительных методов обработки.
2. Определить целесообразность назначения протяженности и размеров обрабатываемых поверхностей, труднодоступные для обработки места.
3. Определить технологическую увязку размеров, оговоренных допусками, шероховатость поверхностей, необходимость дополнительных технологических операций для получения высокой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей.
4. Определить возможность обработки детали в имеющихся производственных условиях.
5. Определить поверхности, которые могут быть использованы при базировании.
6. Проанализировать возможность выбора рационального метода получения заготовки.

С целью упрощения анализа технологичности возможны рекомендации для типовых классификационных групп деталей.

Для корпусных деталей следует определить:

1. Допускает ли конструкция обработку плоскостей на проход и что мешает данному виду обработки?
2. Возможно ли обрабатывать отверстия одновременно на многошпиндельных станках с учетом расстояний между центрами отверстий.

3. Позволяет ли форма отверстий растачивать их на проход с одной стороны или с двух сторон?
4. Имеется ли возможность свободного доступа инструмента к обрабатываемым поверхностям?
5. Имеются ли глухие отверстия?
6. Имеются ли наклонные обрабатываемые поверхности?
7. Для всех ли отверстий плоскость входа и выхода перпендикулярна оси отверстия?
8. Имеются ли в конструкции детали достаточные по размерам базовые поверхности?

Для валов следует определить:

1. Возможно ли обрабатывать поверхности проходными резцами?
2. Имеются ли буртики большого диаметра (по сравнению с остальными диаметрами)? Как это влияет на коэффициент использования материала?
3. Имеются ли закрытые шпоночные пазы?
4. Каково соотношение длин ступеней вала, эффективна ли их многорезцовая параллельная обработка?
5. Допускает ли жесткость вала получение высокой точности (жесткость вала недостаточна, если для получения 8-9 квалитета точности соотношение его длины к диаметру $l:d > 10-12$; при более низкой точности, это соотношение может быть равно 15; при многорезцовой обработке это соотношение = 10)?

Для зубчатых колес следует определить:

1. Возможность высокопроизводительного формообразования зубчатого венца с применением пластического деформирования в горячем и холодном состоянии.
2. Простоту формы центрального отверстия.
3. Простоту конфигурации наружного контура зубчатого венца (более технологичны плоские, без ступицы).
4. Одно или двухстороннее расположение ступицы (это определяет возможность нарезания зубьев одновременно у нескольких деталей).
5. Симметричность расположения перемычки между ступицей и венцом (нарушение этого требования вызывает значительные односторонние искажения при термической обработке).
6. Правильность форм и размеров канавок для выхода инструментов.
7. Возможность многорезцовой обработки в зависимости от соотношения диаметров венцов и расстояний между ними.

Технологичность конструкций изделия оценивают количественно с помощью системы показателей, которая включает в себя:

1. Базовые (исходные) значения показателей технологичности, являющиеся предельными нормативами технологичности, обязательными для выполнения при разработке изделия;
2. Значения показателей технологичности, достигнутые при разработке изделия;
3. Показатели уровня технологичности конструкции разрабатываемого изделия.

Для количественной оценки технологичности конструкции проводится расчет коэффициентов технологичности: Кт.о., Кш., Ку.э., Ки.м., которые сравниваются со средними нормативными значениями этих коэффициентов.

В результате такого сравнения определяется, что в конструкции детали существенно будет влиять на трудоемкость изготовления (высокие требования по точности); потребует использования стандартного или специального инструмента?

Анализ технологичности производства по коэффициентам.

1. Коэффициент точности $K_{т.о.} = 1 - \frac{1}{A_{cp}}$
 A_{cp} - средний квалитет точности.

$$A_{cp} = \frac{\sum Ani}{\sum ni} = \frac{9*2+14*22}{2+22} = \frac{18+308}{24} = \frac{326}{24} = 13.6$$

Где ni – число размеров чертежа соответствующих квалитетов точности.

$$K_{т.о.} = 1 - \frac{1}{13.6} = 0.92 \geq 0.5 \Rightarrow \text{технологична.}$$

Если коэффициент точности больше чем 0.5, то деталь считается технологичной.

2. Коэффициент шероховатости $K_{ш.} = \frac{1}{B_{cp}}$
 B_{cp} - средний класс шероховатости.

$$B_{cp} = \frac{\sum Bni}{\sum ni} = \frac{6*26+5*45}{26+45} = \frac{156+225}{71} = \frac{381}{71} = 5.36$$

ni – число поверхностей соответствующих классов шероховатости.

$$K_{ш.} = \frac{1}{5.36} = 0.18 \geq 0.16 \Rightarrow \text{технологична}$$

Если коэффициент шероховатости больше чем 0.16, то деталь считается технологичной.

3. Коэффициент унификации $K_{у.э.} = \frac{Q_{у.э.}}{Q_э.}$

Где $Q_{у.э.}$ – число унифицированных конструктивных элементов (резьба, фаски, отверстия, радиусы и т.д.)

$Q_э.$ - общее число конструктивных элементов.

$$Q_{у.э.} = \frac{8+14+4+13+4}{25+12+7+23+4} = \frac{40}{64} = 0.62$$

$$0.62 \geq 0.6 \Rightarrow \text{технологична}$$

Если коэффициент унификации больше чем 0.6, то деталь считается технологичной.

4. Коэффициент использования материала

$$K_{и.м.} = \frac{M_d}{M_3} = \frac{0.72}{1.01} = 0.712$$

M_d – масса детали.

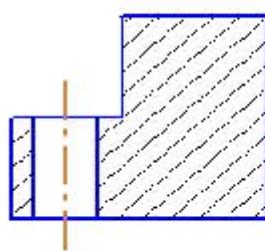
M_3 – масса заготовки.

$0.712 \geq 0.7$ – технологична

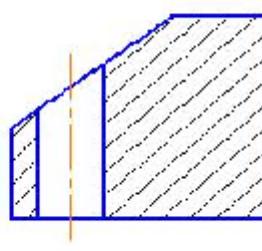
Если коэффициент использования материала больше 0.7, то деталь считается технологичной.

Кроме коэффициентов при анализе детали на технологичность рассматривают и другие технологические требования:

1. Деталь должна быть жесткой и прочной, стенки и перегородки должны быть достаточных размеров, чтобы при закреплении заготовки и в процессе обработки не возникали деформации а следовательно и погрешность обработки.
2. Базовые поверхности детали должны иметь достаточную протяженность позволяющую осуществить полную механическую обработку от одной неизменной базы.
3. Обрабатываемые поверхности должны быть открыты и доступны для подхода режущего инструмента при врезании и отхода при выходе.
4. Внешняя форма детали должна давать возможность одновременно обрабатывать несколько наружных поверхностей путем много инструментальной обработки.
5. Отверстия корпусных деталей по возможности должны иметь простую геометрическую форму без кольцевых канавок и фасок.
6. Возможность сквозной обработки при помощи расточных инструментов.
7. Отверстия, оси которых расположены под углом относительно стенки обрабатываемой детали, нежелательны. При сверлении подобных отверстий создаются неудобства резания, так как режущие кромки начинают резать не одновременно.



Технологично



Не технологично

8. В стенках и перегородках не желательны различные окна, прерывающие отверстия и т.д.
9. Крепежные отверстия деталей должны быть стандартными.

Вывод: В ходе выполнения работы я научился рассчитывать коэффициенты технологичности изделия (детали).

Исходные данные (задание):

Чертежи деталей на бумажном носителе.

Порядок выполнения:

1. Выполнить чертеж детали.
2. Рассчитать коэффициенты: точности, шероховатости и унификации.
3. Дать качественную оценку технологичности конструкции детали.
4. Сделать общий вывод о конструкции детали.

Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)

ПК преподавателя, проектор, интерактивная доска.

Комплект наглядных пособий: комплект чертежей деталей.

Вопросы для повторения: (при необходимости)

Литература:

1. Данилевский В.В. Технология машиностроения. - М.: Высшая школа, 1984 г.
2. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения». – М.: Машиностроение, 1985 г.
3. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Учебник: Технология машиностроения. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М., 2004г.
4. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах. – М.: Высшая школа, 1986 г.
5. Справочник технолога-машиностроителя./Под ред. Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К. Т.1,2.– М.: Машиностроение, 1986 г.

Практическая работа №3

Название работы: Расчет норм времени для токарных, сверлильных, фрезерных и программных операций

Цель работы:

Отработать навыки и умения по расчету времени для токарных, сверлильных, фрезерных и программных операций.

ЗАДАЧИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ:

1. Освоить методику определения нормы времени
2. Рассчитывать основное (технологическое) время на обработку поверхностей заготовки на одну операцию;
3. Определить вспомогательное и подготовительно - заключительное время;
4. Рассчитывать время на организационное и техническое обслуживание;
5. Определять норму времени на выполнение всей операции.

Основные понятия:

При нормировании операций технологического процесса время можно определить следующими методами:

- расчетом по отдельным элементам на основе анализа последовательности и содержания действий рабочего и станка;
- приближенно по типовым нормам в условиях единичного и мелкосерийного производства;
- на основе хронометража фактических затрат времени.

Время работы состоит:

- из подготовительно-заключительного времени, которое рабочий затрачивает на подготовку рабочего места к обработке партии заготовок и приведение его в исходное состояние по окончании обработки этой партии заготовок;
- основного времени, затрачиваемого непосредственно на изменение формы, размеров и качества поверхности заготовки, превращая ее в деталь;
- вспомогательного времени, затрачиваемого рабочим на действия, способствующие выполнению основной работы, а именно: на установку и закрепление заготовки, снятие детали, изменение режимов работы станка, измерения и др.;
- времени обслуживания рабочего места.

Основное время зависит от режимов обработки: глубины резания, подачи и скорости резания, которые зависят в основном от свойства обрабатываемого

материала, формы и жесткости заготовки, материала режущей части инструмента и мощности станка.

Число проходов зависит от величины припуска и глубины резания. Глубину резания выбирают исходя из мощности станка, жесткости заготовки и системы обработки в целом. При наличии черновой обработки целесообразно припуск снимать за один проход. При чистовой обработке глубину резания назначают в зависимости от требуемой шероховатости поверхности.

Следует иметь в виду, что нормативные данные предусматривают усредненные значения глубины резания, подачи и скорости резания, поэтому практически их можно несколько или увеличивать, или уменьшать.

Таблица 1. Алгоритм определения параметров фрезерной операции

Номер действия	Цель действия	Источник получения результата
1	Определение вида производства	Годовая программа выпуска деталей Nп
2	Определение числа заготовок в партии при серийном производстве	$q_{\text{парт}} = 5N_p / 254$
3	Выбор алгоритма для расчета штучно-калькуляционного времени	$t_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + t_{\text{u-3}} / q_{\text{парт}}$
4	Выбор алгоритма для расчета штучного времени	$T_{\text{шт}} = t_o + t_b + t_{\text{опт}} + t_{\text{т.о}} + t_u$
5	Выбор алгоритма для расчета основного (технологического времени)	$t_o = L_p i / (S_{\text{мин}} a)$
6	Выбор алгоритма для определения расчетной длины	$L_p = L_{\text{бр}} + L + L_u$
7	Выбор алгоритма для определения длины L обработки и снимаемого припуска z	Схема фрезерования и эскиз заготовки
8	Выбор алгоритма для определения длины врезания $L_{\text{бр}}$ и длины перебега резца L_u	Схема фрезерования
9	Определение расчетной длины L_p	$L_p = L_{\text{бр}} + L + L_u$
10	Определение оборотной подачи $S_{\text{об}}$ мм/об, заготовки	$S_{\text{об}} = S_z z$
11	Определение минутной подачи $S_{\text{мин}}$ мм/об, заготовки	$S_{\text{мин}} = S_{\text{об}} n$
12	Определение расчетной скорости резания V' , м/мин	Справочник
13	Определение расчетного числа оборотов в минуту шпинделя станка n'	$n' = 1000v / (\pi D)$
14	Определение фактического числа n оборотов в	По паспорту станка

	минуту шпинделя станка	
15	Определение фактической скорости урезания	$v = \pi Dn / 1000$
16	Определение основного времени t_{oi} для каждого перехода	$t_{oi} = L_{pi} / S_{min}$
17	Определение основного времени t_o для всей операции (i переходов)	$t_o = \sum t_{oi}$
18	Определение вспомогательного времени t_b	По справочнику
19	Определение оперативного времени t_{op}	$t_{op} = t_o + t_b$
20	Определение времени технического обслуживания рабочего места тт.о.	По справочнику
21	Определение времени на физические потребности тп.	По справочнику
22	Определение времени организационного обслуживания рабочего места торг	По справочнику
23	Определение штучного времени Тшт	$T_{шт} = t_o + t_b + t_{op} + t_{т.о} + t_n$
24	Занесение результатов расчета в операционную карту	

Порядок определения параметров сверлильной операции:

1. По справочнику определить нормативное значение подачи для каждой операции. Уточните по паспорту станка подачу, выбирая такую, которая не превышает нормативное значение.
2. Определить скорость резания по справочнику. Рассчитать предварительное значение частоты вращения шпинделя для каждой операции
3. По паспорту станка определить действительное значение частоты вращения шпинделя
4. Определить машинное время

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S_{min}}$$

Величина рабочего хода назначается исходя из длины $L_{p.x.} = l_{рез} + l_1 + l_2$
где $l_{рез}$ – длина обрабатываемой поверхности детали; l_1 - величина врезания инструмента; l_2 - величина перебега инструмента

5. Определить по справочнику вспомогательное и подготовительно-заключительное времена. Вспомогательное время состоит из нескольких составляющих:
 - Вспомогательного времени на переходе $t_{пер}$,
 - Времени на установку и снятие детали $t_{у.с.д.}$,
 - Времени на включение и выключение станка $t_{вкл}$,

- Времени на установку и снятие инструмента $t_{инстр}$,
- Времени на смену кондукторных втулок $t_{см.к.вт.}$,
- Времени на смазку инструмента $t_{см.ин}$,
- Времени на измерения $t_{изм}$

$$T_B = t_{nep} + t_{y.c.d} + t_{вкл} + t_{инстр} + t_{см.к.вт.} + t_{см.ин} + t_{изм}.$$

6. Рассчитать оперативное время

$$T_{on} = T_m + T_e$$

7. Рассчитать время на обслуживание рабочего места

$$T_{обс} = 3\% T_{on}$$

8. Рассчитать время на отдых и личные надобности

$$T_{олн} = 4\% T_{on}$$

9. Рассчитать штучное время

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обс} + T_{олн}$$

10. Рассчитать штучно-калькуляционное время на партию деталей:

$$T_{ш.к.} = T_{шт} + \frac{T_{n.з}}{N_3}$$

Таблица 2. Алгоритм определения параметров токарной операции

Номер действия	Цель действия	Источник получения результата
1	Определение длины L обработки и снимаемого припуска z	Рабочие чертежи детали и заготовки
2	Определение оборотной подачи $S_{об}$ мм/об, заготовки	Справочник
3	Определение расчетной скорости резания V', м/мин	Справочник
4	Определение расчетного числа оборотов в минуту шпинделя станка n'	$n' = 1000v/(\pi D)$
5	Определение фактического числа n оборотов в минуту шпинделя станка	По паспорту станка
6	Определение фактической скорости урезания	$v = \pi Dn/1000$
7	Определение минутной подачи $S_{мин}$ мм/мин	$S_{мин} = S_{об}n$
8	Определение длины врезания $L_{вр}$ и длины перебега резца $L_{п}$	По справочнику
9	Определение расчетной длины L_p	$L_p = L_{вр} + L + L_{п}$
10	Определение основного времени t_{oi} для каждого перехода	$t_{oi} = L_{pi}/S_{мин}$
11	Определение основного времени t_o для всей	$t_o = \sum t_{oi}$

	операции (<i>i</i> переходов)	
12	Определение вспомогательного времени t_b	По справочнику
13	Определение оперативного времени $t_{оп}$	$t_{оп} = t_o + t_b$
14	Определение времени технического обслуживания рабочего места $t_{т.о.}$	По справочнику $t_{т.о.} = 2,5t_o / 100$
15	Определение времени на физические потребности t_n	По справочнику $t_n = 2,5t_{оп} / 100$
16	Определение времени организационного обслуживания рабочего места $t_{орг}$	По справочнику $t_{орг} = 4,6t_{оп} / 100 - t_{т.о.} - t_n$
17	Определение штучного времени $T_{шт}$	$T_{шт} = t_o + t_b + t_{орг} + t_{т.о.} + t_n$
18	Определение числа заготовок в партии при серийном производстве	$q_{парт} = 5N_п / 254$
19	Определение подготовительно-заключительного времени $t_{п-з}$	По справочнику
20	Определение штучно-калькуляционного времени	$t_{шт-к} = T_{шт} + t_{п-з} / q_{парт}$
21	Занесение результатов расчета в операционную карту	

Исходные данные (задание):

1. По одному из вариантов задания (рисунок 1 и таблица 3):

- рассчитать основное (технологическое) время на обработку поверхностей заготовки в одну операцию;
- определить вспомогательное и подготовительно – заключительное время;
- рассчитать время на организационное и техническое обслуживание;
- определить норму времени на выполнение всей операции;
- составить выводы по работе.

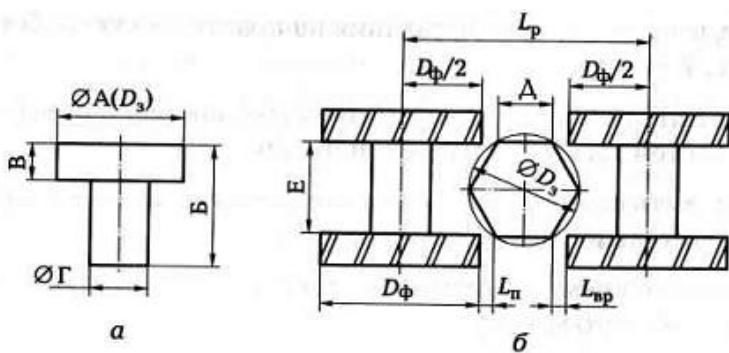


Рисунок 1. Фрезерование поверхностей: а – заготовка; б – схема обработки

Таблица 3. Индивидуальные варианты для выполнения задания №1

Показатели детали и заготовки		Вариант											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Заготовка	А	Номинальный размер, мм	40	50	55	40	50	60	40	60	50	50	40
		Точность	h14	h15	h16	h13	h14	h14	h13	h14	h14	h14	h16
		Rz, мкм	80	40	80	60	80	80	60	80	80	80	80
	Б	Номинальный размер, мм	60	60	80	70	60	80	90	70	80	60	80
		Точность	h14										
		Rz, мкм	80	40	80	60	80	40	80	80	60	80	80
	В	Номинальный размер, мм	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Точность	h14										
		Rz, мкм	80	80	60	40	80	40	80	60	80	40	80
Деталь	Г	Номинальный размер, мм	20	30	35	20	30	40	20	40	30	30	20
		Точность	h14										
		Rz, мкм	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Д	Номинальный размер, мм	20	25	27	20	25	30	20	30	25	25	20
		Точность	Js16										
		Rz, мкм	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Показатели детали и заготовки		Вариант											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Деталь	Е	Номинальный размер, мм	34	42	46	34	42	50	34	50	42	42	34
		Точность	h14	h14	h14	h14	h14	h14	h14	h14	h14	h14	h14
		Rz, мкм	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
N , шт./год		15 000	9 000	4 000	9 000	6 000	3 000	13 000	7 000	8 000	9 000	12 000	
Диаметр фрезы D_f , мм		80	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
Количество вставных ножей, шт.		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	

Примечания: 1. Материал заготовки — сталь 45 ($\sigma_u = 71 \dots 79$ МПа).

2. Материал вставных ножей фрезы — Р9.

3. Работа с охлаждением (СОЖ).

4. Масса заготовки — до 1 кг.

2. Определить штучное и штучно-калькуляционное время на сверлильную операцию в условиях серийного производства.

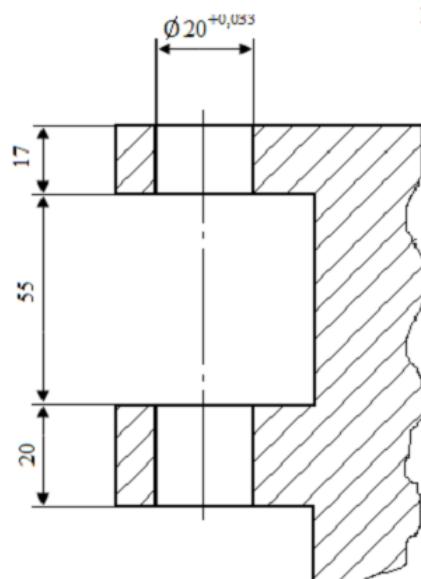
Деталь — колодка ручного тормоза.

Заготовка — отливка из ковкого чугуна КЧ37-1, 130...170 НВ

Шероховатость обработанной поверхности $Ra 2,5$

Операция:

1. Сверлить до $\varnothing 18,5$ напроход.
2. Зенкеровать до $\varnothing 19,7^{+0,15}$ мм напроход.
3. Развернуть до $\varnothing 20^{+0,033}$ мм.



Оборудование: вертикально-сверлильный станок, модели 2С135.

Приспособление: кондуктор с эксцентриковым зажимом и быстросменными втулками.

Инструмент: сверло Р6М5 Ø18,5 мм с нормальной заточкой, зенкер Ø19,7 мм, развертка Ø20 мм.

Партия 400 шт.

3. По одному из вариантов задания (рисунок 2 и таблица 4):

- рассчитать основное (технологическое) время на обработку поверхностей заготовки в одну операцию;
- определить вспомогательное и подготовительно – заключительное время;
- рассчитать время на организационное и техническое обслуживание;
- определить норму времени на выполнение всей операции.

Материал режущей части резцов - Р9, диаметр сечения оправки 16 мм, угол резца в плане 45° .

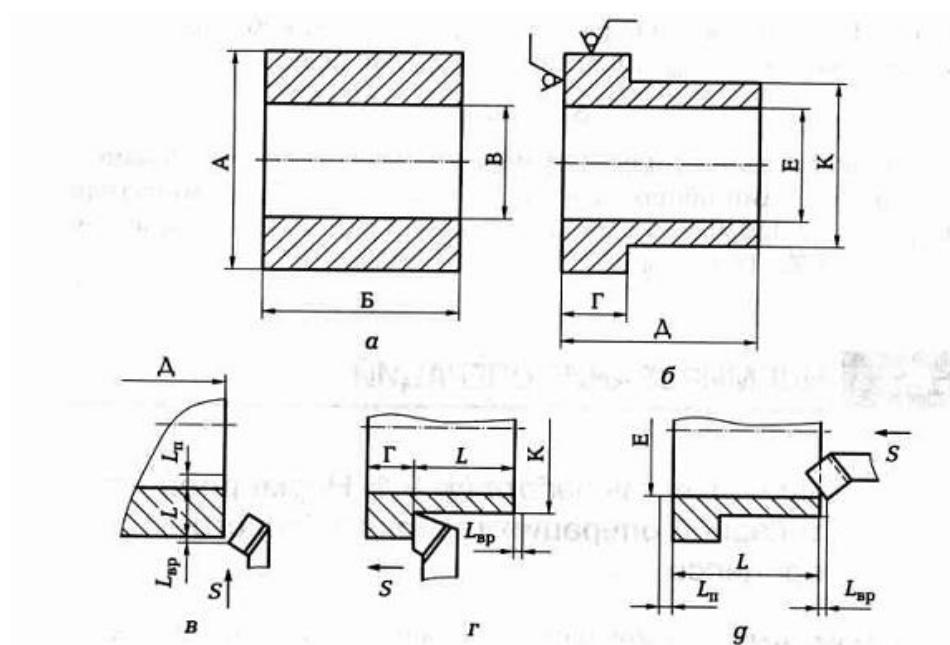


Рисунок 2. Обтачивание поверхностей: а – заготовка; б – обрабатываемая поверхность; в – подрезка торца; г – обтачивание до упора; д – растачивание поверхностей

Таблица 4. Индивидуальные варианты для выполнения задания №3

Показатели детали и заготовки		Вариант											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Заготовка	A	Номинальный размер, мм	100	80	65	100	100	70	80	100	100	60	90
		Точность	h14	h12	h16	h13	h14	h14	h13	h14	h14	h14	h16
		Rz, мкм	80	40	80	60	80	80	60	80	80	80	80
	Б	Номинальный размер, мм	80	60	80	70	60	80	90	70	80	60	80
		Точность	h14										
		Rz, мкм	80	40	80	60	80	40	80	80	60	80	80
	В	Номинальный размер, мм	75	55	40	65	57	40	50	66	64	30	60
		Точность	H14										
		Rz, мкм	80	80	60	40	80	40	80	60	80	40	80
Деталь	Г	Номинальный размер, мм	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Точность	h12										
		Rz, мкм	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Д	Номинальный размер, мм	75	55	76	65	57	78	86	66	75	54	76
		Точность	h12										
		Rz, мкм	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Показатели детали и заготовки		Вариант										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	Номинальный размер, мм	80	60	45	70	62	46	55	70	70	34	64
	Точность	H12	H12	H12	H12	H12	H12	H12	H12	H12	H12	H12
	Rz, мкм	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
K	Номинальный размер, мм	90	70	55	80	72	56	65	80	80	44	74
	Точность	h12	h12	h12	h12	h12	h12	h12	h12	h12	h12	h12
	Rz, мкм	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
N, шт./год		8 000	9 000	4 000	9 000	6 000	3 000	13 000	7 000	8 000	9 000	12 000

Порядок выполнения:

1. Написать цель и тему работы
2. Записать условия заданий, выполнить чертеж детали с указанием размеров и операционные эскизы
3. По алгоритму (таблица 1) определить норму времени на фрезерную обработку данной детали
4. Определить штучное и штучно-калькуляционное время на сверлильную операцию
5. По алгоритму (таблица 2) определить норму времени на токарную обработку данной детали
6. Ответить на вопросы для повторения

7. Оформить отчет и сдать практическую работу преподавателю в установленный срок

Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)

ПК преподавателя, проектор, интерактивная доска.

Вопросы для повторения:

1. Что такое норма времени?
2. Назовите известные вам методы определения нормы времени.
3. Что такое штучное время?
4. На какие работы рабочий затрачивает подготовительно-заключительное время?
5. На какие работы затрачивается основное время?
6. На какие работы рабочий затрачивает вспомогательное время?
7. Назовите составляющие расчетной длины обработки.

Литература:

1. Гузеев В.И. Режимы резания для токарных и сверильно-фрезерных-расточных станков и числовым программным управлением : справочник / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков; под ред. В.И. Гезеева. - 2-е изд.. - М. : Машиностроение, 2007. - 368 с.
2. Данилевский В.В. Технология машиностроения : учебник для техникумов / В.В. Данилевский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш.шк, 1984. - 416 с.
3. Иконников А.Н. Нормирование труда в машиностроении : учебное пособие для авиационных техникумов / А.Н. Иконников, Л.Н. Баимов, А.В. Носов. - М. : Машиностроение, 1983. - 160 с.
4. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения : учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2004. - 860 с.
5. Обработка металла резанием: справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2004. - 784 с.
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник: В 2-х т.: Т.1 / А. Д. Локтев, И. Ф. Гущин, В. А. Батуев и др. - М. : Машиностроение, 1991. - 640 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп.. - М. : Машиностроение, 1986. - 496 с.
8. Силантьева Н.А. Техническое нормирование труда в машиностроении : учебник для СПО по курсу "Техническое нормирование труда в машиностроении" / Н.А. Силантьева, В.Р. Малиновский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1990. - 256 с.

Практическая работа №4

Название работы: Проектирование технологического процесса обработки детали типа «вал»

Цель работы: Отработать навыки разработки технологического процесса

Основные понятия:

Вал - круглый стержень, длина которого превышает три диаметра.

Длинный вал – вал, длина которого превышает 12 диаметров

Валы бывают гладкие, ступенчатые, с участками сложной формы, пустотелые.

Технологический маршрут токарной обработки валов:

1. Подрезание торцов заготовки в размер длины и центрование с двух сторон
2. Черновое обтачивание в патроне и заднем центре с припуском на чистовую обработку точных поверхностей 1 – 2 мм на диаметр
3. Чистовое обтачивание точных поверхностей в центрах.

Исходные данные (задание):

Разработать технологический процесс обработки ступенчатого вала.

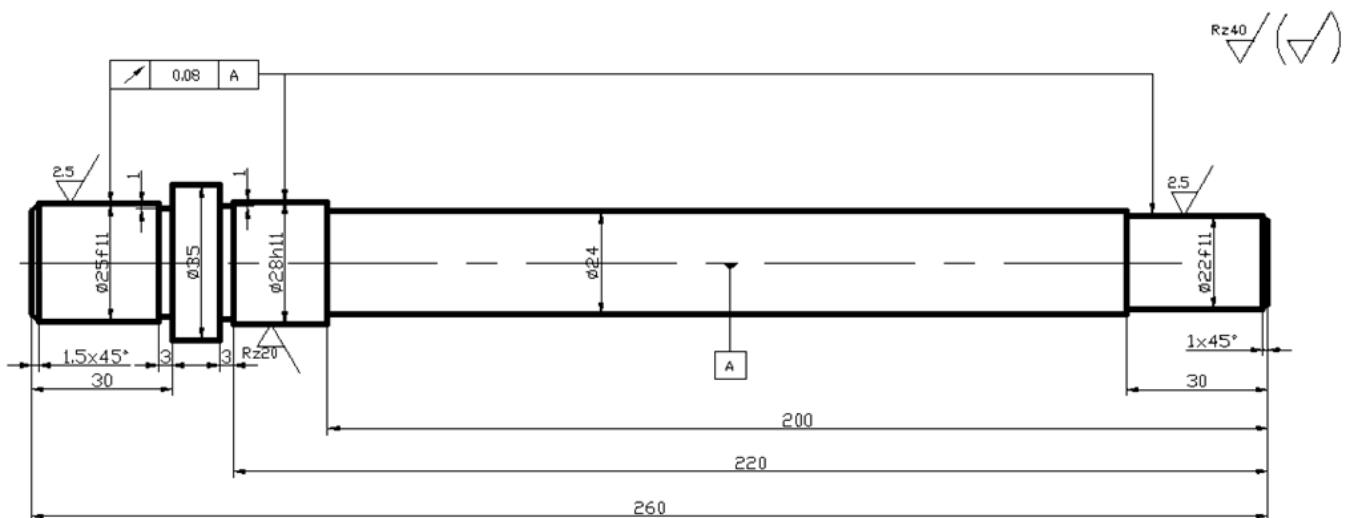
Вал имеет три цилиндрических участка, точность которых соответствует 11 квалитету. Остальные размеры без допусков обрабатываем по 14 квалитету.

Точность взаимного расположения поверхностей Ø25, Ø28 и Ø22 ограничивается радиальным биением относительно общей оси.

Шероховатость поверхностей (за исключением обозначенных на контуре детали) Rz 40.

Деталь не подвергается термообработке, следовательно ее полную обработку (при невысокой точности размеров) можно выполнить на токарном станке.

Заготовка – круглый прокат на одну деталь, имеет припуски по диаметру и длине 4 мм.



Порядок выполнения:

1. Написать тему и цель работы
2. Ответьте на вопросы по чертежу (устно):
 - Какую форму имеет деталь?
 - Чему равны габаритные размеры детали?
 - Есть ли классные размеры на детали? Какие?
 - Какова шероховатость поверхностей детали? Что называется шероховатостью?
 - Какие требования предъявляются к валам?
3. Провести анализ технологичности детали
4. Составить технологический процесс обработки «вала» по плану:
 - выберите оборудование, на котором будет обрабатываться заготовка;
 - выберите приспособления для установки детали;
 - выполните схемы базирования;
 - составьте маршрутный технологический процесс
 - составьте операционный технологический процесс
 - выберите режущий инструмент;
 - выберите измерительный инструмент;
 - назначьте режимы резания на все основные переходы;
 - определите время на основные переходы и на всю операцию.
 - заполнение карты технологического процесса
5. Выполнить операционные эскизы
6. Ответить на вопросы для повторения
7. Оформить отчет и сдать на проверку преподавателю в установленный срок

Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)

ПК преподавателя, ПК студенческие, проектор, интерактивная доска.

Комплект наглядных пособий: комплект деталей (чертежей деталей) типа «вал».

Штангенциркули ШЦ-І-125-0.1; Штангенциркули ШЦ-ІІ-250-0.05

Вопросы для повторения:

1. Перечислить основные способы базирования заготовок при изготовлении валов.
2. Назвать основные этапы изготовления валов.
3. Охарактеризовать приспособление люнет и объяснить его назначение.
4. Какие поверхности заготовок для валов используют в качестве первичной установочной базы при их обработке на металлорежущих станках?

Литература:

1. Гузеев В.И. Режимы резания для токарных и сверильно-фрезерных-расточных станков и числовым программным управлением : справочник / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков; под ред. В.И. Гезеева. - 2-е изд.. - М. : Машиностроение, 2007. - 368 с.

2. Данилевский В.В. Технология машиностроения : учебник для техникумов / В.В. Данилевский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш.шк, 1984. - 416 с.
3. Иконников А.Н. Нормирование труда в машиностроении : учебное пособие для авиационных техникумов / А.Н. Иконников, Л.Н. Баимов, А.В. Носов. - М. : Машиностроение, 1983. - 160 с.
4. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения : учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2004. - 860 с.
5. Обработка металла резанием: справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2004. - 784 с.
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник: В 2-х т.: Т.1 / А. Д. Локтев, И. Ф. Гущин, В. А. Батуев и др. - М. : Машиностроение, 1991. - 640 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп.. - М. : Машиностроение, 1986. - 496 с.
8. Силантьева Н.А. Техническое нормирование труда в машиностроении : учебник для СПО по курсу "Техническое нормирование труда в машиностроении" / Н.А. Силантьева, В.Р. Малиновский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1990. - 256 с.

Практическая работа №5

Название работы: Проектирование технологического процесса изготовления корпусной детали

Цель работы: Отработать навыки разработки технологического процесса

Основные понятия:

Структура и содержание технологического маршрута обработки резанием корпусной детали зависят от ее конструктивного исполнения, от геометрической формы, размеров, массы и вида заготовки, от сложности предъявляемых технических требований и характера производства.

Конструктивные исполнения корпусных деталей весьма многообразны: детали отличаются друг от друга геометрическими формами и размерами; предъявляемые к ним технические требования также различны. Тем не менее в разработке и построении технологического маршрута их обработки резанием имеются общие закономерности. Эти закономерности относятся к задачам выбора технологических баз, к определению последовательности обработки поверхностей в соответствии с намеченными технологическими базами, к определению необходимого количества переходов по обработке определенных поверхностей заготовки, к выбору оборудования и формированию операций.

Технологический маршрут обработки корпусной детали состоит из следующих этапов:

- обработка полного комплекта технологических баз, которые в дальнейшем будут использованы при обработке других поверхностей;
- черновая и получистовая обработка плоскостей и других наружных поверхностей;
- черновая и чистовая обработка главных отверстий;
- обработка мелких и резьбовых отверстий;
- чистовая и отделочная обработка плоских поверхностей и главных отверстий.

В зависимости от технических требований, предъявляемых к детали, между этапами черновой и чистовой обработки могут быть предусмотрены операции термической обработки для улучшения структуры и физико-механических свойств материала, для снятия внутренних остаточных напряжений и т.п.

При построении технологического маршрута обработки корпусных деталей следует исходить из некоторых принципов:

- для корпусных деталей в качестве первой операции назначают обработку поверхностей, которые при дальнейшей обработке должны быть использованы как технологические базы (обработка с одного установка: трех плоскостей образующих координатный угол; плоскости и двух технологических отверстий; торца фланца и центрирующего отверстия). Если дальнейшая обработка корпусной детали предусматривается на станке с ЧПУ или в автоматизированном производстве, то базовые поверхности желательно получить до обработки на этом оборудовании;

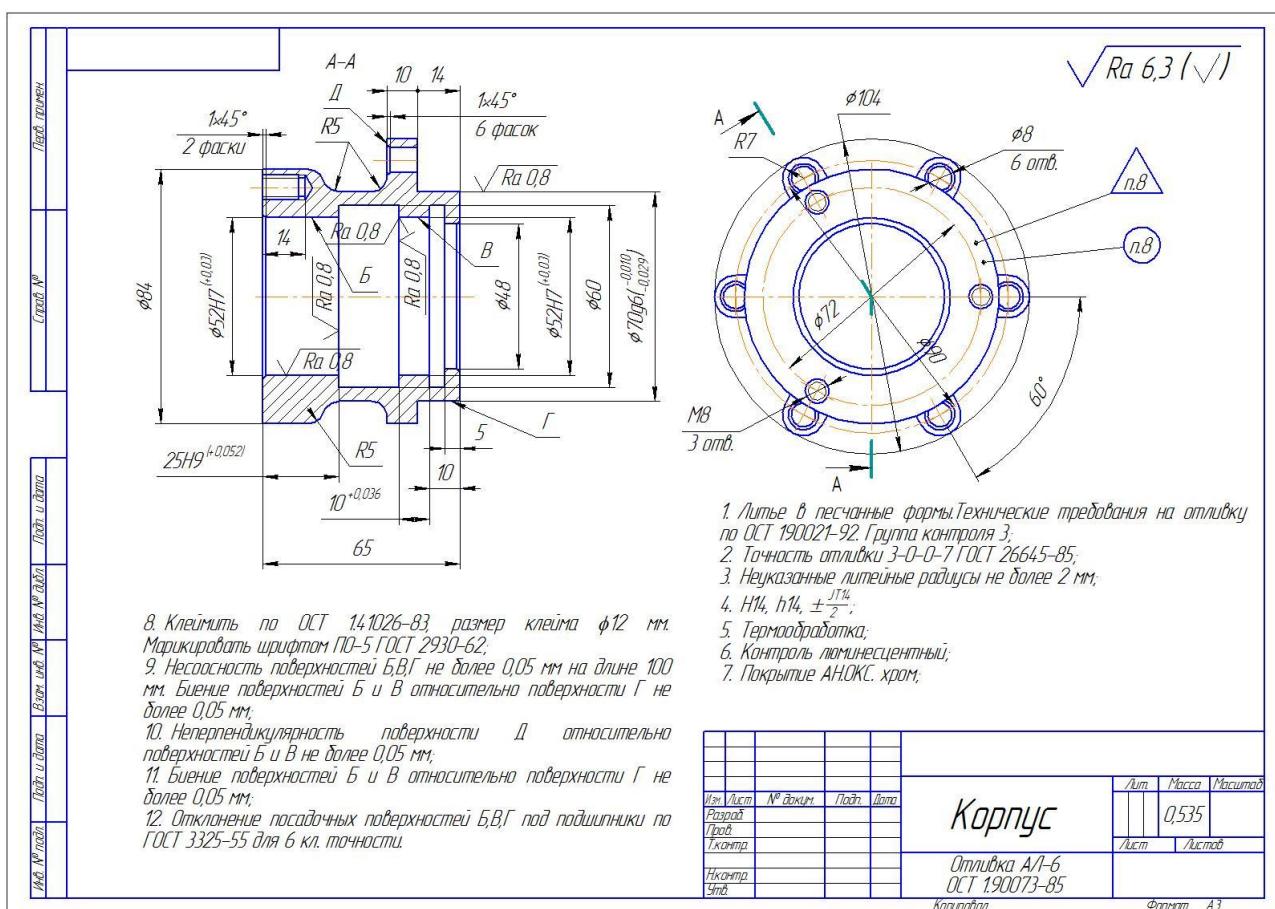
- черновую обработку заготовок следует начать с обработки привалочных плоскостей, а затем основных отверстий, чтобы обеспечить лучшие условия работы консольного инструмента для обработки отверстий (особенно при врезании инструмента);
- после выполнения черновой обработки поверхностей и съема основного припуска для перераспределения внутренних остаточных напряжений заготовки наиболее ответственных деталей должны пройти старение (естественное или искусственное);
- после выполнения черновой обработки поверхностей не рекомендуется сразу же на них выполнять чистовую обработку, так как обильное тепловыделение при черновой обработке может значительно изменить размеры и форму заготовки и нужно время, чтобы она успела остывть (можно предусмотреть обработку мелких участков поверхностей, мелких крепежных отверстий, желательно с обильным охлаждением);
- рекомендуется после выполнения черновой обработки поверхностей и термической обработки заготовки улучшить точность и качество поверхностей, используемых в дальнейшем в качестве технологических баз;
- чистовую обработку поверхностей следует выполнять на другом оборудовании, более точном, также выполняя сначала обработку плоскостей, а затем отверстий;
- окончательную обработку плоскостей, а также основных отверстий следует выполнять после обработки крепежных отверстий на них или вблизи них, поскольку их обработка приводит к возникновению погрешности формы;
- на окончательных этапах обработки необходимо соблюдать условие, чтобы поверхности (основные базы детали и основные исполнительные поверхности) были взаимоувязаны схемой базирования и обработки, т.е. используя в качестве технологических баз основные базы детали, обработать основные исполнительные поверхности;
- для корпусных деталей повышенной точности все промежуточные этапы технологического процесса разделяют на черновую, получистовую (одно- или многократную) и чистовую обработку, каждая из которых сопровождается старением, термообработкой с последующим улучшением точности и качества базовых поверхностей;
- в условиях единичного и мелкосерийного производства после получения полного комплекта технологических баз рекомендуется выполнить обработку по черновому переходу возможно большего количества поверхностей, используя для этого многоцелевые станки с ЧПУ, универсальные с ручным управлением (максимально концентрировать технологические переходы в пределах одной операции, что в целом сократит общее количество оборудования и обслуживающего персонала);
- для обработки прерывистых плоских поверхностей корпусных деталей необходимо выбирать методы обработки, исключающие сколы при выходе режущего инструмента из зоны резания, т.е. методы, сопровождаемые минимальными силами резания или исключающими

прерывистость обработки, или вести обработку вдоль прерывистой поверхности, обходя ее по контуру, используя систему ЧПУ станка;

- обработку отверстий, лежащих на одной оси и расположенных в нескольких параллельных плоскостях, на обрабатывающих центрах лучше вести с двух сторон, осуществляя поворот заготовки, что дает возможность применять короткие оправки большей жесткости;
 - если необходима обработка отверстий в сплошном материале нежестким сверлом, то рекомендуется предварительно выполнить засверливание коротким центровочным сверлом или коротким сверлом большего диаметра (причем оставшийся след после этого можно использовать как фаску);
 - первый технологический переход по обработке отверстий, имеющихся еще у заготовки, лучше выполнять расточным резцом, установленным в борштангу, или фрезеровать концевой фрезой по контуру отверстия, чтобы уменьшить отжим инструмента;
 - при фрезеровании плоских поверхностей корпусных деталей лучше выполнять обработку фрезами малого диаметра последовательными проходами, чтобы уменьшить силы резания и отжим технологической системы.

Исходные данные (задание):

Разработать технологический процесс обработки детали «Корпус»



Порядок выполнения:

1. Написать тему и цель работы
2. Внимательно ознакомиться с теоретическим материалом
3. Ответить на вопросы по чертежу (устно):
 - Какую форму имеет деталь?
 - Чему равны габаритные размеры детали?
 - Есть ли классные размеры на детали? Какие?
 - Какова шероховатость поверхностей детали? Что называется шероховатостью?
 - Какие требования предъявляются к данной детали?
4. Провести анализ технологичности детали
5. Составить технологический процесс обработки детали «Корпус» по плану:
 - выберите оборудование, на котором будет обрабатываться заготовка;
 - выберите приспособления для установки детали;
 - выполните схемы базирования;
 - составьте маршрутный технологический процесс
 - составьте операционный технологический процесс
 - выберите режущий инструмент;
 - выберите измерительный инструмент;
 - назначьте режимы резания на все основные переходы;
 - определите время на основные переходы и на всю операцию.
 - заполнение карты технологического процесса
6. Выполнить операционные эскизы
7. Оформить отчет и сдать на проверку преподавателю в установленный срок

Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)

ПК преподавателя, ПК студенческие, проектор, интерактивная доска.

Комплект наглядных пособий: комплект электронных моделей корпусных деталей.

Вопросы для повторения:

1. Перечислить основные способы базирования заготовок при изготовлении корпусных деталей.
2. Назвать основные этапы изготовления корпусных деталей.
3. Охарактеризовать приспособления для изготовления корпусных деталей и объяснить их назначение.
4. Какие поверхности заготовок для корпусных деталей используют в качестве первичной установочной базы при их обработке на металлорежущих станках?

Литература:

1. Аверьянов О.И. Технология фрезерование изделий машиностроения : учебное пособие / О.И. Аверьянов, В.В. Клепиков. - М. : ФОРУМ, 2008. - 432 с.
2. Гузеев В.И. Режимы резания для токарных и сверильно-фрезерных-расточных станков и числовым программным управлением : справочник / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков; под ред. В.И. Гезеева. - 2-е изд.. - М. : Машиностроение, 2007. - 368 с.
3. Данилевский В.В. Технология машиностроения : учебник для техникумов / В.В. Данилевский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Вышш.шк, 1984. - 416 с.
4. Иконников А.Н. Нормирование труда в машиностроении : учебное пособие для авиационных техникумов / А.Н. Иконников, Л.Н. Баимов, А.В. Носов. - М. : Машиностроение, 1983. - 160 с.
5. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения : учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2004. - 860 с.
6. Обработка металла резанием: справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2004. - 784 с.
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник: В 2-х т.: Т.1 / А. Д. Локтев, И. Ф. Гущин, В. А. Батуев и др. - М. : Машиностроение, 1991. - 640 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп.. - М. : Машиностроение, 1986. - 496 с.
9. Силантьева Н.А. Техническое нормирование труда в машиностроении : учебник для СПО по курсу "Техническое нормирование труда в машиностроении" / Н.А. Силантьева, В.Р. Малиновский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1990. - 256 с.

Практическая работа №6

Название работы: Разработка схемы планировки участка механического цеха.

Цель работы: Отработать навыки проектирования участков механических цехов

Основные понятия: (*при необходимости*)

Планировка участка механического цеха зависит от характера производства, объема производственного задания, габаритных размеров и массы обрабатываемых заготовок.

В состав механических цехов входят производственные отделения или участки, вспомогательные отделения, служебные помещения, бытовые помещения и т.п. Производственный участок служит для размещения на нем оборудования, служащего для выполнения технологических процессов обработки и сборки изделий. К вспомогательным относятся заготовительные, ремонтные, заточные, контрольные отделения, а также складские помещения для материалов, заготовок, деталей. В служебных и бытовых помещениях располагаются кабинеты административно-технического персонала, гардеробные, уборные, душевые, буфеты, медпункты.

При планировке механического цеха все его отделения, участки и вспомогательные отделения располагают так, чтобы обеспечить прямоточность и последовательность прохождения материалов, заготовок и изделий по стадиям обработки, максимальное использование производственной площади, удовлетворить требования охраны труда и техники безопасности, противопожарной безопасности. При планировании оборудования на участке следует соблюдать нормы расстояний между оборудованием и элементами зданий, ширину проходов и проездов.

Количество оборудования на механическом участке рассчитывается по трудоемкости (по видам работ с учетом годовой программы выпуска):

$$C_p = \frac{T}{F_{\text{з}} \cdot K_B},$$

где:

Т – годовая трудоемкость по видам работ (операциям).

Фз – годовой эффективный фонд времени работы одного станка в часах.

Кв – коэффициент выполнения норм. Кв = 1,1;

Ср – расчетное количество станков по операциям.

Фз = ((Дк-Дв-Дпр)·Ts-Тсокр)·С·(1-а/100),

Здесь:

Дк – количество календарных дней в году (365).

Дв - количество выходных дней в году (104).

Дпр - количество праздничных дней в году (8).

Ts – продолжительность рабочей смены (8,2).

Тсокр – количество часов сокращения рабочей смены в предпраздничные дни (6).

С – количество смен (2).

а - процент потерь времени работы на ремонт и регламентированные перерывы (3%).

Коэффициент загрузки будет равен:

$$K_s = \frac{C_p}{C_{np}},$$

где

Спр – принятое количество оборудования.

Ср – расчетное количество станков по операциям.

Исходные данные (задание):

1. Рассчитать количество основного технологического оборудования на участке и коэффициент его загрузки.
2. Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – вал.

Технологический маршрут обработки детали:

№	Операция	T _{шт} , с	Модель станка (рабочее место)
005	Заготовительная	-	–
010	Фрезерно-центровальная	3,53	МР76М
020	Токарная	5,75	1719
030	Токарная	4.15	1719
040	Фрезерная	6,56	6Н13П
050	Слесарная	0,54	Верстак
060	Контрольная	3,78	Контрольный стол
070	Шлифовальная	2,64	ЗМ175
080	Контрольная	1.52	Контрольный стол
090	Маркировочная	2.37	Стол подготовителя работ
100	Контрольная	0,54	Контрольный стол

Годовая программа выпуска - 650 шт.

Производство - серийное.

Порядок выполнения:

1. Написать тему и цель работы
2. Рассчитать количество станков для каждой операции
3. Определить коэффициент загрузки оборудования для каждой операции
4. Определить общий коэффициент загрузки
5. Полученные данные занести в таблицу:

Номер операции	Наименование операции	Расчетное количество станков, Ср	Принятое количество станков, Спр	Годовая трудоемкость по операциям	Коэффициент загрузки оборудования, Кз
1					
Итого					

6. Для планировки цеха изобразить ряд колонн.
7. По отношению к ряду колонн расположить оборудование (в виде темплетов), соблюдая нормативные расстояния между станками и колоннами, в ряду и между рядами.
8. Выполнить планировку каждого рабочего места (шкафчик для инструмента, деталей, заготовок, емкость для стружки ...).
9. Расположить на участке место для заготовок, готовых деталей, место мастера, место контролера.
10. Выбрать и изобразить средства для транспортировки деталей, стружки.
11. Проставить нормативные размеры расстояний, размеры длины и ширины участка.
12. Рассчитать площадь участка (S_0), рассчитать удельную площадь ($S_{уд}$).
13. Нанести условные обозначения, спецификацию.
14. Заполнить штамп угловой надписи.
15. Оформить отчет и сдать на проверку преподавателю в установленный срок

Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)

ПК преподавателя, ПК студенческие, проектор, интерактивная доска.

Комплект наглядных пособий: комплект электронных схем участков механических цехов.

Литература:

1. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения : учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2004. - 860 с.