

9.10.10. -13

Министерство высшего и среднего специального
образования БССР

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра "Технология машиностроения"

I

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ по дисциплине
"Технология машиностроения" для студентов
специальности 0501

КАФЕДРА
ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

М и н с к 1 9 8 6

Министерство высшего и среднего специального
образования БССР

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра "Технология машиностроения"

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению практических работ по дисциплине
"Технология машиностроения" для студентов
специальности 0501

М и н с к 1 9 8 6

УДК 621.002:658-562.6 (076.5)

В.А.Шкред, А.И.Медведев, В.В.Бабук, С.Г.Бохан

В первой части методических указаний по выполнению практических работ по дисциплине "Технология машиностроения" рассматриваются основы анализа технологических процессов на точность и технико-экономическую эффективность, а также рекомендации по составлению технологических процессов отделочной обработки деталей.

Работы 1, 4, 6 составлены Шкредом В.А., 2, 3 - Медведевым А.И., 5 - Бабуком В.В. и 7 - Боханом С.Г.

Под редакцией В.А.Шкреда

Рецензенты:

В.Е.Антоник, А.И. Шевцов

Практическая работа № I

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА ПО ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКЕ- - КОЭФФИЦИЕНТУ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ

Цель работы – приобретение практических навыков определений типа производства по его характеристике – коэффициенту закрепления операций $K_{з.о}$ и изучение влияния величины $K_{з.о}$ на элементы себестоимости выпускаемой продукции.

Работа рассчитана на два академических часа.

Основные положения

Согласно ГОСТ 3.1108-74 ЕСТД и ГОСТ 14.004-74 одной из характеристик типа производства т.е. классификационной категории производства, выделяемой по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности, объема выпуска изделий является коэффициент закрепления операций $K_{з.о}$.

$K_{з.о}$ показывает отношение числа всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течение месяца, к числу рабочих мест в одной смене. Таким образом, $K_{з.о}$ характеризует число различных технологических операций, приходящихся в среднем на одно рабочее место участка за месяц. Он также характеризует среднюю частоту смены технологических операций на производственном участке. Например, если $K_{з.о} = 22$, а количество рабочих дней в месяц 22, то ежедневно происходит смена операций на каждом рабочем месте участка. Таким образом, $K_{з.о}$ характеризует и время непрерывной работы по выполнению операции на всех деталях производственной партии.

Изменение времени непрерывного выполнения одной работы влияет на специализированные навыки рабочих, трудоемкость обработки и оплату труда рабочих подразделения, затраты на переналадки, периодичность в обслуживании со стороны мастера, планировщика, наладчика и оплату простоев рабочих мест в ожидании обслуживания, на затраты по планированию и учету движения продукции. Все эти величины в руб. показывают изменение элементов себестоимости выпускаемой продукции, непосредственно зависящих от размера величины $K_{з.о}$.

Так как величина $K_{3.0}$ отражает частоту смены различных технологических операций и связанную с этим периодичность, в первую очередь обслуживания рабочего информационными и вещественными элементами производства, то $K_{3.0}$ оценивается применительно к явочному числу рабочих подразделения из расчета на одну смену /И/.

$$K_{3.0} = \frac{\sum P_{oi}}{\sum P_{яi}} = \frac{K_B \phi \sum P_{oi}}{\sum N_i t_i},$$

где $\sum P_{oi}$ - суммарное число различных операций;

$\sum P_{яi}$ - явочное число рабочих подразделения, выполняющих различные операции;

K_B - коэффициент выполнения норм;

ϕ - месячный фонд времени рабочего при работе в одну смену;

$\sum N_i t_i$ - суммарная трудоемкость программы выпуска;

N_i - программа выпуска каждой i -й позиции номенклатуры;

t_i - трудоемкость i -й позиции.

Методические указания

При учебном технологическом проектировании рекомендуется условное число однотипных операций P_{oi} , выполняемых на одном станке в течение месяца при работе в одну смену по формуле:

$$P_{oi} = \frac{\eta_H}{\eta_3},$$

где η_H - планируемый коэффициент загрузки станка /нормативный/ всеми закрепленными за ним однотипными операциями. Его величину при расчетах принимают равной 0,8.

η_3 - коэффициент загрузки станка одной, заданной для проектирования операцией:

$$\eta_3 = \frac{T_{ш.к.} N_{ш.к.}}{60 F_M K_B},$$

где K_B - коэффициент выполнения норм, равный 1,3.

где $T_{ш.к}$ - штучно-калькуляционное время, необходимое для выполнения проектируемой операции, мин; N_M - месячная программа выпуска данной детали при работе в одну смену, шт.

$$N_M = \frac{N_{г.}}{2 \cdot 12} = \frac{N_{г.}}{24},$$

где $N_{г.}$ - годовой объем выпуска заданной детали, шт/г.

F_M - месячный фонд времени работы оборудования в одну смену, ч.

$$F_M = \frac{4055}{2 \cdot 12} = 169 \text{ ч.}$$

Суммарное число различных операций за месяц по участку из расчета на одного сменного мастера определяется

$$\sum \Pi_{0i} = \Pi_{01} + \Pi_{02} + \Pi_{03} + \dots + \Pi_{0n},$$

где 1, 2, ... n - номера рабочих мест.

Число рабочих на один станок, загруженный до $\eta_M = 0,8$ при работе в одну смену, определяется по формуле:

$$P_{\alpha i} = \frac{N_i t_i}{K_B \Phi 60} = \frac{\Pi_{0i} N_M T_{ш.к}}{K_B \Phi 60},$$

где $N_i = \Pi_{0i} N_M$ - приведенный объем выпуска деталей шт/мес.;
 $t_i = T_{ш.к}$ -штучно-калькуляционное время на выполнение заданной операции, мин; Φ - месячный фонд времени рабочего, при 22 рабочих днях в месяц, ч.

$$\Phi = 22 \cdot 8 = 176 \text{ ч.}$$

Явочное число рабочих участка при работе в одну смену определяется суммированием значений $P_{\alpha i}$:

$$\sum P_{\alpha i} = P_{\alpha 1} + P_{\alpha 2} + P_{\alpha 3} + \dots + P_{\alpha n}$$

Если $K_{з.о} \leq 10$, то производство крупносерийное. При $10 < K_{з.о} \leq 20$ производство среднесерийное и при $20 < K_{з.о} \leq 40$ - мелкосерийное.

Исходные данные для расчетов приведены в табл. I.

Оплата затрат подготовительно-заключительного времени может быть подсчитана по формуле в руб.:

$$З_{п.з.г} = 12 \cdot T_{п.з.} \cdot \sum P_{g_i} \cdot C_4 \cdot K_{з.о.},$$

где $T_{п.з.}$ - среднее подготовительно-заключительное время операции, ч;

$\sum P_{g_i}$ - явочное число рабочих участка, приходящихся на одного мастера, чел.:

C_4 - оплата одного нормо-часа с учетом дополнительной зарплаты и отчислений на социотрахование, руб.

В данной работе $T_{п.з.}$ следует принимать равным 0,25 ч, а оплату одного нормо-часа C_4 равной 1,61 руб. (исходя из среднегодовой зарплаты станочника 3-го разряда: 2995 : 1860 = 1,61 руб.)

Оборотные средства в незавершенном производстве рассчитываются по формуле, в руб.:

$$H_0 = \frac{E_H \cdot 3n \left(C_3 + \frac{C}{N_T} \cdot 0,5 \right)}{K_{з.о.}},$$

где 3 - число партий деталей, приходящееся в среднем на одно рабочее место, равное трем /одна партия в ожидании обработки, вторая - на станке в работе, третья - на транспортировке, либо на контроле;

n - размер партии деталей обрабатываемых на одной наладке при 12 запусках партий деталей в год, шт.

$$n = \frac{N_T}{12}.$$

C_3 - стоимость заготовки, руб.; C - себестоимость механической обработки годового выпуска деталей одного наименования, руб.; 0,5 - коэффициент нарастания затрат; E_H - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений / $E_H = 0,15/\%$.

Оплата затрат по планированию и учету движения продукции определяется по формуле, в руб.:

$$З_{г} = 12 \cdot \sum P_{g_i} \cdot K_{з.о.} \left(C_H + \frac{C}{O_g} \right),$$

где C_H - оплата планирования и учета одной операции, руб.;

C_P - оплата планирования и учета одной детали, руб.;

O_d - среднее число операций в одной детали по участку.

В данной работе можно принять $C_H = 0,5$ руб., а $C_P = 0,4$ руб.

Т а б л и ц а I

Исходные данные для определения типа производства, оплаты затрат подготовительно-заключительного времени, затрат по планированию и учету движения продукции и стоимости запасов незавершенного производства

№ вари- антов	№ дета- лей	К-во опе- раций O_d	Т.ш.к на операцию №						N_r	C_3	C
			1	2	3	4	5	6			
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	5	6	5	8	7	9	-	3000	I, I	7875
	2	5	4	7	10	11	5	-	10000	I, 15	25000
2	3	4	3	7	8	5	-	-	2000	I, I	5500
	4	4	5	8	9	6	-	-	8000	I, 15	23000
3	5	5	7	15	12	10	8	-	1000	I, 2	3000
	6	5	6	7	8	5	6	-	9000	I, 25	28125
4	7	6	3	4	3	5	2	4	12000	I, 25	37500
	8	6	6	7	7	5	6	4	2000	I, 2	6000
5	9	5	5	6	7	6	7	-	5000	0,55	6875
	10	5	6	8	9	6	7	-	15000	0,5	18750
6	11	4	3	4	6	5	-	-	7000	0,45	7000
	12	4	5	6	7	8	-	-	1500	0,4	1500
7	13	5	3	4	5	4	6	-	3500	0,62	5425
	14	5	7	6	8	5	7	-	8000	0,61	12200
8	15	6	6	7	5	8	5	4	1500	0,7	2625
	16	6	8	9	10	7	6	9	5000	0,71	8875
9	17	5	8	6	5	7	7	-	15000	0,81	30375
	18	5	9	8	6	5	7	-	6000	0,8	12000
10	19	4	4	5	5	6	-	-	2000	0,95	4750
	20	4	8	10	9	7	-	-	5000	0,94	11750

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	I2
II	21	5	3	4	3	5	6	-	2500	0,91	5687
	22	5	6	7	5	6	4	-	7500	0,92	17250
I2	23	6	8	7	6	7	8	9	8000	1,3	26000
	24	6	4	5	4	6	5	7	3000	1,31	9825
I3	25	5	6	8	7	5	4	-	11000	1,15	31625
	26	5	9	8	7	8	10	-	1000	1,2	3000
I4	27	5	5	4	6	7	3	-	9000	0,75	16875
	28	5	3	4	3	5	4	-	4000	0,76	7600

Порядок выполнения работы

1. Определить число операций $\sum P_{0i}$, выполняемых на участке в течение месяца при односменной работе.

2. Определить явочное число рабочих на участке на одну смену $\sum P_{yi}$.

3. Рассчитать величину $K_{з.о}$ и по его значению определить тип производства.

4. Определить оплату затрат подготовительно-заключительного времени, $З_{п.з.р}$.

5. Определить стоимость запасов незавершенного производства, H_0 .

6. Определить оплату затрат по планированию и учету движения продукции, $З_{п}$.

Примечание. В указанной выше последовательности выполнить расчеты для двух наименований деталей, указанных в варианте задания.

7. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы о влиянии величины $K_{з.о}$ на изучаемые в работе элементы себестоимости выпускаемой продукции.

8. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Название работы. 2. Содержание варианта задания.

3. Сводная таблица результатов расчета. 4. Анализ результатов.
5. Выводы.

Общие требования к отчету по СТП 01-01.02-83.

Контрольные вопросы

1. Какой период времени принимается в расчет при определении $K_{з.о}$?
2. Для каких условий работы /в одну или две смены/ рассчитывается $K_{з.о}$?
3. Как рассчитывается коэффициент загрузки станка, ζ_z ?
4. Что Вы понимаете под термином "нормативный коэффициент загрузки станка" и какова его величина в данной работе ?
5. Каким образом в работе определяется количество операций, выполняемых на станке в течение месяца Π_{oi} ?
6. Как определяется число операций, выполняемых в течение месяца на участке $\sum \Pi_{oi}$?
7. По каким формулам определяется явочное число рабочих в одну смену по участку $\sum P_{яi}$? На один станок $P_{яi}$?
8. По какой формуле рассчитывается $K_{з.о}$?
9. Как влияет величина $K_{з.о}$ на затраты подготовительно-заключительного времени?
10. Каким образом влияет величина $K_{з.о}$ на стоимость запасов незавершенного производства?
11. Как влияет величина $K_{з.о}$ на затраты по планированию и учету движения продукции?
12. При каких значениях $K_{з.о}$ производство считается крупносерийным, среднесерийным и мелкосерийным?

Л и т е р а т у р а

1. Методические указания. ЕСТП. Выбор оптимальной величины коэффициента закрепления операций $K_{з.о}$ для предприятий /цехов и участков предприятия/ машино- и приборостроения. РД 50-174-80. -М.: Изд.стандартов, 1980. - 23 с.

Практическая работа № 2

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ПАРАМЕТРАМ ТОЧНОСТИ

Цель работы:

1. Определение возможности применения рассматриваемого технологического процесса для изготовления продукции с определенными параметрами качества.

2. Оценка изменения точностных характеристик технологических систем во времени и определение их соответствия требованиям, установленным в научно-технической документации.

3. Получение информации для регулирования технологического процесса /операции/. Работа рассчитана на два академических часа.

Основные положения

Контроль точности технологических систем следует проводить по альтернативному или количественному признаку. При контроле по альтернативному признаку проверяют соответствие параметров технологического процесса и средств технологического оснащения требованиям, установленным в научно-технической документации. Этот контроль следует производить в следующих случаях в соответствии с ГОСТ 27.203 - 83:

1. Разработка технологических процессов на этапе технологической подготовки производства.

2. Управление технологическими процессами.

Контроль точности технологических систем по количественному признаку производится в случаях, когда выполняются:

1. Разработка технологических процессов на этапе технологической подготовки производства.

2. Выбор методов и планов статистического регулирования технологических процессов /операций/.

3. Замена, модернизация или ремонт средств технологического оснащения.

4. Совершенствование технологических систем в части повышения их надежности и качества изготовления продукции.

Для оценки надёжности технологических систем по параметрам точности следует использовать расчетные, опытно-статистические методы, а также метод качеств по ГОСТ 27.202-83.

Области их использования приведены в табл. I

Т а б л и ц а I

Области использования различных методов оценки надёжности технологических систем

Область применения	Вид оценки	
	Количественная	Альтернативная
Технологическая подготовка производства	Расчетные методы	Метод качеств
Изготовление продукции	Опытно - статистические методы	

Расчетные методы основаны:

— на использовании математических моделей изменения параметров качества изготавливаемой продукции или параметров технологического процесса с учетом физики отказов и имеющихся априорных данных о свойствах технологических систем данного класса;

— на использовании данных о закономерностях изменения во времени факторов /износ инструмента, температурные и упругие деформации и т.д./, влияющих на один или одновременно несколько параметров качества продукции.

Из расчетных методов практически применяются:

1. Метод случайных функций, заключающийся в расчёте характеристик изменения математического ожидания и дисперсии.

2. Метод элементарных погрешностей, основанный на расчете суммарной погрешности контролируемого параметра, исходя из известных значений элементарных погрешностей /погрешности установки детали в приспособлении, геометрической неточности, настройки станков и тепловых деформаций и т.д./.

Суммарная погрешность в этом случае

$$\omega = \delta_{\Sigma} = K \sqrt{\lambda_1 \Delta_1^2 + \lambda_2 \Delta_2^2 + \dots + \lambda_n \Delta_n^2} \quad ,$$

где $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ - предельные значения элементарных погрешностей. K - коэффициент риска.

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ - коэффициенты, учитывающие закон распределения элементарных погрешностей.

При нормальном законе распределения элементарных погрешностей и равновероятном их выходе за обе границы поля допуска

$$P = 100[1 - 2\Phi(K)] \%$$

и значение коэффициента K может быть определено по табл.2.

Т а б л и ц а 2
Значения коэффициента K

P, %	32,00	10,00	4,50	1,00	0,27	0,10	0,01
K	1,00	1,65	2,00	2,57	3,00	3,29	3,89

В технологических расчётах чаще всего принимается $P=0,27\%$ и $K=3,00$. Коэффициенты $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ рассчитывают по ГОСТ 19415 - 74 при наличии фактических данных о законе распределения элементарных погрешностей. При нормальном законе распределения коэффициенты $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ равны 0,111.

Для обеспечения надёжности технологических операций по точности необходимо, чтобы $\delta_x < T$, где T - допуск на контролируемый параметр.

Метод качеств основан на сравнении требуемых значений параметров технологической системы с их предельными возможными значениями, установленными в справочной и нормативно-технической документации в зависимости от качеств точности применяемых средств технологического оснащения и предметов производства.

П р и м е р 1.

Оценить точность токарной операции методом качеств. Исходные данные - операция выполняется на многошпиндельном прутковом горизонтальном автомате класса Н, заготовка - пруток из автоматной стали $\phi 30$ мм, максимальное возможное смещение режущей кромки резца 12 мкм/износ, тепловые деформации и т.п./.

Допуск на обработку $28/10$ равен 84 мкм.

По ГОСТ 8831-79 изходим, что допуск на диаметр образца-изделия в поперечном сечении равен 80 мкм.

$$\delta_{\Sigma} = 80 + 2 \cdot 12 = 104 \text{ мкм.}$$

Сравнивая величину δ_{Σ} с допуском на обработку контролируемого параметра $28h_{10}$, делаем вывод о том, что точность рассматриваемой операции следует считать неудовлетворительной.

Опытно-статистические методы основаны на использовании данных измерений параметров качества изделий, полученных в результате специального выборочного обследования и испытаний технологической системы и ее элементов. Они основаны на расчете \bar{x} , S , их доверительных интервалов с последующим определением критериев согласия Пирсона χ^2 , определяющим достоверность выбранного закона распределения.

При контроле по количественному признаку определяют следующие показатели точности технологических систем:

1. Коэффициент точности /по контролируемому параметру/:

$$K_T = \frac{\omega}{T},$$

где ω - поле рассеяния или разность максимального и минимального значений контролируемого параметра за установленную наработку технологической системы, определяемое с доверительной вероятностью f по выражению

$$\omega = l_{(f)} \cdot S,$$

$l_{(f)}$ - коэффициент, зависящий от закона распределения контролируемого параметра и величины f /коэффициент риска/.

При $f = 0,9973$ /нормальный закон/ $\omega = 6 \cdot S$

S - среднее квадратическое отклонение контролируемого параметра.

T - допуск на контролируемый параметр.

$K_T = K_{T,0} < 1$, где $K_{T,0}$ - нормативное /предельное, технически обоснованное значение K_T /.

2. Коэффициент мгновенного рассеяния.

$$K_p(t) = \frac{\omega(t)}{T}$$

$\omega(t)$ - поле рассеяния контролируемого параметра в момент времени t /относится к мгновенной выборке/.

3. Коэффициент смещения /контролируемого параметра/.

$$K_c = \frac{\bar{\Delta}(t)}{T}$$

где $\bar{\Delta}(t)$ - среднее значение отклонения контролируемого параметра относительно середины поля допуска в момент времени t :

$$\bar{\Delta}(t) = |\bar{x}(t) - x_0|,$$

где $\bar{x}(t)$ - среднее значение контролируемого параметра.

x_0 - значение параметра, соответствующее середине поля допуска /при симметричном поле допуска X_0 совпадает с номинальным значением $x_{ном}$.

4. Коэффициент запаса точности

$$K_3(t) = 0,5 - K_c(t) - 0,5 K_p(t)$$

Величина $K_3(t)$ должна быть > 0 .

Пример 2.

Определить величину $K_3(t)$ при следующих исходных данных:

Контролируемый размер $40 \pm 0,1 \text{ мм}$

$T = 0,2 \text{ мм}$; $\omega(t) = 0,12 \text{ мм}$; $\bar{X} / t = 40,05 \text{ мм}$.

$$\bar{\Delta}(t) = \bar{X} / t - x_0 = 40,05 - 40,00 = 0,05 \text{ мм}$$

$$K_c(t) = \frac{\bar{\Delta}(t)}{T} = \frac{0,05}{0,2} = 0,25$$

$$K_p(t) = \frac{\omega(T)}{T} = \frac{0,12}{0,2} = 0,6$$

$$K_3(t) = 0,5 - 0,25 - 0,3 = -0,05$$

Так как величина $K_3(t) < 0$, то в данном случае отсутствует запас точности по контролируемому параметру.

Методические указания

Для выполнения работы студентам выдается задание по одному из вариантов, приведенных в табл.3.4.

На основании исходных данных требуется рассчитать величины K_T и $K_3(t)$ и сделать заключение о точности выполнения операции.

Варианты заданий для выполнения практической работы "Оценка надежности технологических систем по параметрам точности"

I. Определить коэффициент точности K_T операции обработки корпусной заготовки на вертикально-фрезерном станке торцевой

фрезой при следующих исходных данных /табл.3/:

Т а б л и ц а 3

Варианты заданий

Исходные данные /мкм/	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Геометрическая погрешность станка	40	30	35	45	50
Погрешность базирования	60	0	50	45	65
Погрешность закрепления	30	20	35	15	40
Погрешность изготовления приспособления	30	20	15	25	10
Погрешность изготовления инструмента	5	0	10	0	15
Погрешность настройки фрезы на размер	50	40	20	15	30
Погрешность, связанная с размерным износом инструмента	15	0	5	20	10
Погрешность измерений	100	90	60	40	50
Погрешность, вызванная упругими деформациями под действием сил резания	40	30	25	35	20
Допуск на контролируемый параметр	300	200	150	250	350
Принимаемый риск P, %	1,00	0,27	0,10	1,00	0,27

Распределение элементарных погрешностей близко к распределению Гаусса.

2. Определить величину $K_3(t)$ при следующих исходных данных /табл.4/.

Варианты заданий

Исходные данные, мм	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Контролируемый размер	$40 \pm 0,08$	$50^{+0,39}$	$75_{-0,46}$	$100^{+0,22}$	$150^{+0,4}$
Величина допуска	0,16	0,39	0,46	0,22	0,4
Среднее значение контролируемого размера, $\bar{X}(\bar{t})$	40,05	50,3	74,7	100,1	150,3
Поле рассеяния K контролируемого размера в момент времени t	0,12	0,1	0,1	0,08	0,06

Порядок выполнения работы

Табл.3 /варианты 1 - 5 /

1. На основании исходных данных определять величину суммарной погрешности контролируемого параметра /поле рассеяния/ $-\delta_{\Sigma}(\omega)$
2. По найденной величине $\delta_{\Sigma}(\omega)$ и заданному допуску на контролируемый параметр T рассчитать коэффициент точности K_T .
3. Проанализировать полученные результаты и сделать заключение о точности операции по величине коэффициента K_T .

Таблица 4 /варианты 1 - 5 /.

1. На основании значений $\bar{X}(\bar{t})$ и X_0 определить величину $\bar{\Delta}(t)$.
2. По величинам $\bar{\Delta}(t)$ и T рассчитать коэффициент смещения $K_C(t)$.
3. На основании значений $\omega(t)$ и T определить коэффициент мгновенного рассеяния $K_P(t)$.
4. По величинам $K_C(t)$ и $K_P(t)$ определить коэффициент запаса точности $K_3(t)$.

5. Проанализировать полученный результат и сделать заключение о точности данной операции по величине $K_3(t)$.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Исходные данные, необходимые для расчета K_T и $K_3(t)$.
3. Расчет величин δ_{Σ} , $\bar{\Delta}(t)$, $K_C(t)$, $K_P(t)$, K_T и $K_3(t)$.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Каковы цели надежности технологических систем по параметрам точности?
2. В каких случаях производится контроль точности технологических систем по альтернативному признаку?
3. Когда выполняется контроль точности технологических систем по количественному признаку?
4. Какие методы используются для оценки надежности технологических систем по параметрам точности?
5. В чем сущность расчетных методов?
6. Особенности методов качественных и опытно-статистических.
7. Как определяется коэффициент точности K_T ?
8. Основные составляющие и определение коэффициента $K_3(t)$.

Практическая работа № 3

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Цель работы: рассчитать точность выполнения определенной операции технологического процесса и путем сопоставления ее с заданной точностью обработки, сделать вывод о возможности обеспечения ее в заданных условиях. Работа рассчитана на два академических часа.

Основные положения

Величина суммарной погрешности обработки по диаметральным и продольным размерам в общем виде в массовом производстве определяется по формуле

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{и}} + \sqrt{\Delta_{\text{сл}}^2 + \Delta_{\text{н}}^2 + \varepsilon_{\text{у}}^2} \quad ,$$

а в серийном:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{и}} + \Delta_{\text{н}} + \sqrt{\Delta_{\text{сл}}^2 + \varepsilon_{\text{у}}^2} \quad ,$$

где $\Delta_{\text{и}}$ - погрешность, обусловленная износом режущего инструмента; $\Delta_{\text{сл}}$ - поле рассеяния погрешностей обработки, обусловленных такими технологическими факторами случайного характера, как неравномерность припуска, неодинаковая твердость материала заготовки, недостаточная жесткость системы СПИД, а также погрешностью формы детали. Эту величину называют также мгновенным полем рассеяния погрешностей обработки.

$\Delta_{\text{н}}$ - погрешность настройки станка, мкм; $\varepsilon_{\text{у}}$ - погрешность установки заготовки, мкм.

Погрешность, обусловленная износом режущего инструмента, рассчитывается по следующим формулам:
при односторонней обработке

$$\Delta_{\text{и}} = \frac{u_0 \cdot l}{1000} \quad ,$$

при двухсторонней обработке $\Delta_{\text{и}} = \frac{2u_0 l}{1000} \quad ,$

где u_0 - относительный износ инструмента, мкм/мм;
 l - путь резания, м.

Величина относительного размерного износа инструмента для принятых видов обработки выбирается по табл. I и 2 приложения.

С помощью табл. I рекомендуется определять величину относительного износа инструмента при фрезеровании по формуле:

$$u_{\text{с.фр}} = \left(1 + \frac{100}{B}\right) u_0 \quad ,$$

где B - ширина фрезерования, мм.

Относительный износ разверток составляет 0,005-0,008 мм/км.

Путь резания рассчитывается по формулам:

при точении
$$l = \frac{\pi d L n}{1000 S_{np}}$$
,

при торцовом фрезеровании

$$l = \frac{L \cdot B \cdot n}{1000 S_{np}}$$
,

при круглом и бесцентровом шлифовании с поперечной подачей

$$l = \frac{\pi D_{ш.к.} \cdot n_{ш.к.} \cdot L \cdot n \cdot K}{1000 \cdot n_d \cdot S_{поп}}$$
,

при сверлении, зенкерowaniu и развертывании

$$l = \frac{\pi D L n}{1000 S_{np}}$$
,

где d - диаметр обрабатываемой поверхности, мм; L - расчетная длина обработки с учетом пути врезания и перебега режущего инструмента, мм; n - количество деталей в настроечной партии, обрабатываемой в период между подналадками ствнка;

S_{np} - продольная подача инструмента или детали, мм/об;

B - ширина фрезерования или шлифования, мм; D - диаметр режущего инструмента, мм; $D_{ш.к.}$ - диаметр шлифовального круга, мм; $n_{ш.к.}$ - число оборотов шлифовального круга в минуту;

L - припуск на сторону, мм; K - коэффициент на вывод искры, $K = 1, 1 - 1,3$; n_d - число оборотов детали в минуту;

$S_{поп}$ - поперечная подача на один двойной ход, мм.

Погрешность динамической настройки определяется по формуле

$$\Delta_{н.д.} = \sqrt{\Delta_{см}^2 + \Delta_{рег}^2 + \Delta_{изм}^2}$$
,

где $\Delta_{см}$ - смещение центра группирования размеров пробных деталей относительно середины поля рассеяния размеров, мкм.

$$\Delta_{см} = \frac{\Delta_{сл}}{\sqrt{m}}$$
,

где m - количество пробных деталей;

Значение мгновенной погрешности обработки $\Delta_{\text{сЛ}}$ рекомендуется определять по табл.3 - 6 приложения.

$\Delta_{\text{РЕГ}}$ - погрешность регулирования положения режущего инструмента, зависящая от применяемого способа регулирования и определяемая по табл.8 приложения; $\Delta_{\text{ИЗМ}}$ - погрешность измерения, равная предельной погрешности используемого измерительного инструмента и определяемая по табл.9 приложения.

При обработке деталей в специальных приспособлениях на фрезерных станках фреза устанавливается с помощью щупа по эталону.

В этом случае погрешность настройки

$$\Delta_{\text{Н}} = \sqrt{\Delta_{\text{Э}}^2 + \Delta_{\text{Щ}}^2 + \Delta_{\text{УСТ.ИН}}^2},$$

где $\Delta_{\text{Э}}$ и $\Delta_{\text{Щ}}$ - погрешность изготовления соответственно установка и щупа; $\Delta_{\text{УСТ.ИН}}$ - точность установки фрезы по щупу.

Значения $\Delta_{\text{УСТ.ИН}}$ при установке его с помощью металлического щупа принимается 7 - 10 мкм.

Фрезерные установки принимаются высотой $H = 8-12$ мм с точностью изготовления по Н7 $\Delta_{\text{Э}} = 18$ мкм, щупы принимаются плоские $\delta = 1, 3, 5$ мм с точностью изготовления по Н7 $\Delta_{\text{Щ}} = 10$ мкм.

При использовании мерного режущего инструмента (сверл, зенкеров, разверток и т.д.)

$$\Delta_{\text{Н}} = \sqrt{\Delta_{\text{ИН}}^2 + \Delta_{\text{У.И.}}^2},$$

где $\Delta_{\text{ИН}}$ - погрешность изготовления инструмента, равная допуску на его изготовление по исполнительному размеру и определяемая по табл.7 приложения.

Погрешность установки в центрах $\varepsilon_{\text{У}} = 0$. Такая же она и при плавающим закреплении развертки.

При фрезеровании плоскостей $\varepsilon_{\text{У}} = \varepsilon_{\text{Д}} + \varepsilon_{\text{З}}$

В случае совмещения установочной и измерительной баз погрешность базирования $\varepsilon_{\text{Д}} = 0$.

Погрешность закрепления $\varepsilon_{\text{З}}$ определяется по табл.10 приложения.

Методические указания

Для выполнения работы студентам выдается задание по одному из вариантов, приведенных в табл. I - 4. На основании исходных данных требуется рассчитать суммарную погрешность обработки, сравнить ее с требуемой точностью и сделать заключение о возможности ее обеспечения.

Варианты заданий для выполнения практической работы "Методика расчета производственных погрешностей аналитическим методом"

I. Определить точность чистового обтачивания цилиндрической ступени вала на токарном станке. Способ установки - в центрах. Настройка - динамическая по пробным деталям. Измерение деталей - с помощью микрометра, регулирование размеров - по лимбу станка. Количество пробных деталей $M = 5$. Исходные данные в табл. I.

Т а б л и ц а I

Варианты заданий

Исходные данные	Номера вариантов			
	I	2	3	4
I	2	3	4	
Диаметр обработки, мм	$\phi 45 / h 10 (-0,1)$	$\phi 70 / h 9 (-0,074)$	$\phi 90 / h 11 (-0,22)$	
Расчетная длина обработки L , мм	150	200	250	
Величина настроенной партии, шт.	50	60	80	
Материал детали	Сталь 45	Сталь 25ХГТ	Серый чугун СЧ15	
Жесткость станка, (кгс/мм) Юн/мм	500	800	1200	
Материал режущей части резца	T15K6	T6OK6	BK6	
Подача $S_{прод}$, мм/об	0,15	0,2	0,25	
Величина P_y (кгс), Юн	8,0	12,0	10,0	
Класс точности микрометра	0-й	I-й	2-й	

Продолжение табл. I

	1	2	3	4
Цена деления лимба станка		0,02	0,05	0,01

2. Определить точность чистового фрезерования плоскости торцевой фрезой. Настройка на размер по установкам приспособления. Деталь установлена на пластины по чисто обработанной поверхности в приспособлении с пневматическим зажимом; установочная плоскость является также измерительной базой. Исходные данные в табл.2.

Т а б л и ц а 2

Варианты заданий

Исходные данные	Номера вариантов			
	1	2	3	4
Размер обработки, мм	60/9(-0,074)	70/10(-0,12)	90/10(-0,14)	
Расчетная длина обработки L , мм	200	250	300	
Ширина фрезерования B , мм	60	90	120	
Величина партии деталей, шт.	50	80	100	
Материал детали	Сталь 45	Сталь 25ХГТ	Серый чугун СЧ15	
Жесткость станка, (кгс/мм) Юн/мм	900	600	1400	
Подача S мм/об	0,15	0,25	0,3	
Материал режущей части	T15K6	T30K4	ВК3	
Величина P_y (кгс), Юн	14,5	16,5	20,5	

3. Определить точность шлифования ступени вала на круглошлифовальном станке. Настройка - динамическая по пробным деталям; измерение настроечных деталей - с помощью миниметра; регулирование размера при настройке по лимбу станка; деталь установлена

в центрах; круг шлифовальный - 24А.

Количество пробных деталей $M = 5$. Исходные данные в табл.3.

Т а б л и ц а 3

Варианты заданий

Исходные данные	Номера вариантов			
	1	2	3	4
Диаметр обработки, мм	$\phi 55/76(-0,019)$	$\phi 90/77(-0,035)$	$\phi 110/78(-0,054)$	
Величина настроечной партии	50	120	150	
Материал детали	Сталь 45	Чугун закал.	Цветн. сплав	
Жесткость станка, кгс/мм Юн/мм	1000	1500	2500	
Поперечная подача $S_{\text{пол}}$, мм/об	0,005	0,008	0,010	
Число оборотов круга $n_{\text{ш.к.}}$, об/мин	2500	3000	3500	
Диаметр круга $D_{\text{ш.к.}}$, мм	200	250	300	
Число оборотов детали n_d , об/мин	250	300	350	
Цена деления и точность миниметра	1 мкм, 1-й кл.	2 мкм, 2-й кл.	5 мкм, 3-й кл.	
Цена деления лимба станка	0,01	0,02	0,05	
Припуск на сторону t , мм	0,15	0,18	0,2	

4. Определить точность развергивания отверстий разверткой с плавающим креплением. Настройка - динамическая по пробным деталям. Исходные данные в табл.4.

Т а б л и ц а 4

Варианты заданий

Исходные данные	Номера вариантов		
	1	2	3
Диаметр отверстия, мм	$\varnothing 8H7(+0,015)$	$\varnothing 15H8(+0,018)$	$\varnothing 32H7(+0,025)$
Длина обработки L , мм	30	35	25
Величина настроечной партии, шт	70	60	80
Продольная подача $S_{прод}$, мм/об	0,9	1,0	0,7
Вид развертывания	Однократное	Двукратное	Однократное

Порядок выполнения работы

1. На основании исходных данных, приведенных в табл. I - 4, определить суммарную погрешность обработки.
2. Сравнить эту погрешность с заданной точностью размера.
3. Сделать заключение о возможности обеспечения заданной точности.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Исходные данные, необходимые для расчета Δ_{Σ} .
3. Расчет величин $\Delta_{ц}$, $\Delta_{сл}$, $\Delta_{н}$, $\epsilon_{у}$.
4. Расчет величины Δ_{Σ} .
5. Сравнение величин Δ_{Σ} и δ (требуемая точность размера).
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Как рассчитывается величина суммарной погрешности в массовом производстве?
2. Как определяется величина, обусловленная износом режущего инструмента?

3. Чему равна величина динамической настройки станка и как определяются ее элементы?

4. Как определяется погрешность настройки при обработке деталей на фрезерных станках?

5. Чему равна погрешность настройки при использовании мерного режущего инструмента?

Рекомендуемая литература

1. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. /Под ред. В.В.Бабука. - Мн.: Высшая школа, 1979. - 464 с.

П Р И Л О Ж Е Н И Е

Т а б л и ц а I

Значения U_0 при чистовой обработке, мкм/мм

Материал режущего инструмента	Обрабатываемый материал			
	Углеродистая сталь	Легированная сталь	Серый чугун	Чугун HB 375-400
T6OK6	2 - 4	2 - 4	-	-
T3OK4	3 - 4	4 - 6	-	-
T15K6	5 - 7	9 - 10	-	-
T5K10	8	12 - 13	-	-
BK9	-	65	-	-
BK8	-	17 - 25	13 - 14	-
BK6	-	-	14	-
BK4	-	9 - 10	6	16
BK2	-	-	4 - 26	12
ЛМ - 332	0,5 - 1,0	1 - 6	-	9

Т а б л и ц а 2

Значения U_0 шлифовального круга, мкм/мм

Материал		U_0
Детали	Круга керамического	
1	2	3
Сталь 45	14А, 24А	0,03

Продолжение табл. 2

1	2	3
Чугун закаленный	14А, 24А	0,04
Сплавы цветных металлов	"-	0,01

Т а б л и ц а 3

Значения $\Delta_{с\lambda}$ на круглошлифовальных станках, мкм

Размеры, мм	Жесткость системы, (кгс/мм) IOH/мм		
	700 - 1200	1200 - 2000	2000 - 3000
10 - 18	12	9	6
18 - 30	14	11	8
30 - 50	16	13	10
50 - 80	18	15	12
80 - 120	20	17	14

Т а б л и ц а 4

Значения мгновенной погрешности обработки $\Delta_{с\lambda}$ на токарных станках, мкм

Размеры, мм	Сила P_y , IOH, (кгс)	Жесткость системы, (кгс/мм) IOH/мм		
		400 - 600	600 - 1000	1000 - 1500
10 - 18	5 - 10	37	23	16
	10 - 15	38	24	17
18 - 30	5 - 10	40	26	17
	10 - 15	41	27	18
30 - 50	5 - 10	43	29	18
	10 - 15	44	30	19
50 - 80	5 - 10	46	32	19
	10 - 15	47	33	20
80 - 100	5 - 10	49	35	20

Т а б л и ц а 5

Значения Δ_{CA} на фрезерных станках, мкм

Размеры, мм	Сила P_f , ЮН (кгс)	Жесткость системы, (кгс/мм) ЮН/мм		
		400 - 700	700 - 1000	1000 - 1500
6 - 10	5 - 15	64	46	24
	св. 15	66	48	26
10 - 18	5 - 15	70	52	30
	св. 15	72	54	32
18 - 30	5 - 15	76	58	36
	св. 15	78	60	38
30 - 50	5 - 15	82	64	42
	св. 15	84	66	44
50 - 80	5 - 15	88	70	48
	св. 15	90	72	50
80 - 120	5 - 15	94	76	54
	св. 15	96	78	56

Т а б л и ц а 6

Значения Δ_{CA} при развертывании, мкм

Вид развертывания	Диаметр отверстия, мм			
	3 - 6	6 - 10	10 - 18	18 - 30
Однократное	25	30	35	35
Двукратное	13	14	15	16

Т а б л и ц а 7

Точность изготовления разверток $\Delta_{цн}$, мкм

Номинальные диаметры инструмента, мм	Квалитет точности		
	7	8	8,9
I	2	3	4
3 - 6	4	5	8
6 - 10	4	6	9

Т а б л и ц а 8

Погрешности регулирования $\Delta_{\text{рег}}$ инструмента по
лимбу станка, мкм

Цена деления лимба, мм	На сторону	На диаметр
0,01	5 - 10	10 - 20
0,02	10 - 15	20 - 30
0,05	15 - 30	30 - 60
0,1 - 0,5	30 - 70	-

Т а б л и ц а 9

Предельные погрешности методов измерения длин

Наименование инструментов	Класс точности	Предельные погрешности / \pm /, мкм		
		Интервалы размеров, мм		
		1 - 10	50 - 80	300 - 500
Миниметр с ценой деления 0,001 мм	0	0,5	0,8	1,8
	1	0,6	1,0	3,0
	2	0,7	1,4	4,5
	3	1,0	2,0	8,0
Миниметр с це- ной деления 0,002 мм	1	1,0	1,4	3,5
	2	1,2	1,8	5,0
	3	1,4	2,5	8,0
Миниметр с це- ной деления 0,005 мм	2	2,0	2,5	5,0
	3	2,2	3,0	8,5
Микрометр	0	4,5	6,0	15,0
	1	7,0	9,0	25,0
	2	12,0	14,0	35,0

Т а б л и ц а 10

Погрешности закрепления заготовок ϵ_g при установке на опорные пластинки приспособлений по чисто обработанной поверхности в приспособлении с пневмозажимом

Поперечные размеры заготовки, мм	60-100	100-180	180-300	300-500	500-800	800-1200	1200-1800	1800-2200	2600-3600	3600-5000
ϵ_g , мкм	25	30	35	40 - 50	60	70	80	90	100	

Практическая работа №4

НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Цель работы – приобретение практических навыков нормирования работ, выполняемых на станках с числовым программным управлением.

Работа рассчитана на два академических часа.

1. Основные положения

Норма штучно-калькуляционного времени при работе на одном станке с ЧПУ в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства определяется по формуле:

$$T_{ш.к} = (T_a + T_g \cdot K_{т.г}) \cdot \left(1 + \frac{\Pi_{обс} + \Pi_{отв}}{100}\right) + \frac{T_{п.з}}{n},$$

где T_a – время автоматической основной работы по программе, мин;
 T_g – время выполнения ручной вспомогательной работы, не перекрываемой временем автоматической работы станка, мин;
 $K_{т.г}$ – поправочный коэффициент на время выполнения ручной вспо-

вспомогательной работы, учитывающий ее сменный характер;

$P_{обс} + P_{отд}$ - затраты времени соответственно на обслуживание станка и отдых в процентном отношении к оперативному времени, %;

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

n - количество обрабатываемых деталей в партии, шт.

Время автоматической основной работы по программе T_a определяется по формуле

$$T_a = T_{oa} + T_{ba},$$

где T_{oa} - автоматическая основная работа станка, мин.;

T_{ba} - автоматическая вспомогательная работа станка, мин.

Автоматическая основная и вспомогательная работа станка рассчитывается соответственно по формулам:

$$T_{oa} = \sum_{i=1}^m \frac{L_i}{S_{M_i}}; \quad T_{ba} = T_x + T_{ост.}$$

В этих формулах: L_i - длина пути, проходимого инструментом или деталью в направлении подачи при обработке i -го технологического участка с учетом врезания и перебега, мм;

S_{M_i} - минутная подача на данном участке, мм/мин.;

$i = 1, 2, 3 \dots m$ - число технологических участков обработки;

T_x - время автоматической вспомогательной работы, затрачиваемое на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод, установку инструмента на размер, изменение направления и величины подачи, мин.;

$T_{ост.}$ - время технологических пауз-остановок подачи и вращения шпинделя для проверки размеров, осмотра или смены инструмента, перезакрепления детали, мин.

Время выполнения ручной вспомогательной работы, не перекрывающей временем автоматической работы станка T_b , вычисляется по формуле

$$T_b = T_{by} + T_{бсн.} + T_{б.д.}$$

где T_{by} - вспомогательное время на установку и снятие детали, мин.;

$T_{бсн.}$ - вспомогательное время, связанное с выполнением опера-

ции, затрачиваемое на следующее: включить и выключить станок, установить заданное взаимное положение детали и инструмента по координатам X , Y , Z и, в случае необходимости, произвести поднастройку, включить и выключить лентопротяжной механизм, открыть и закрыть крышку лентопротяжного механизма, перемотать, заправить ленту в считывающее устройство, проверить приход детали или инструмента в заданную точку после обработки, отвести деталь или инструмент из зоны обработки, мин.;

$T_{\text{в.и}}$ - вспомогательное непрерываемое время на измерение, мин.;

Методические указания

При нормировании работ, выполняемых на станках с ЧПУ, в первую очередь нужно установить затраты времени на автоматическую основную работу станка T_Q . Для этого нужно назначить период стойкости режущих инструментов, выбрать режимы резания, определить мощность, потребную на резание и сумму длин рабочих ходов на деталь.

Стойкость сверл из быстрорежущей стали при обработке серого чугуна, в зависимости от диаметра сверла D , /приложение 2 [1]/

D мм	5	10	20	40	50	60	30
T мин	20	35	60	110	140	170	75

Значения подач при сверлении чугуна для деталей средней жесткости можно принимать в зависимости от диаметра сверла следующими: /карта 31 [1] /

D мм	4	6	8	10	13	16	20	25-30
S_0 мм/об	0,13- -0,18	0,18- -0,27	0,24- -0,35	0,31- -0,46	0,34- -0,5	0,41- -0,6	0,47- -0,68	0,52- -0,74

Скорость резания при сверлении отверстий в сером чугуне твердости 170...255 НВ, в соответствии с картой 36 [1], в зависимости от подачи и диаметра сверла принимается в м/мин:

S_0 мм/об	до 0,18	0,23	0,3	0,4	0,53	0,71	0,98
D до 8 мм	2Г	18,8	16,5	15	12,8	16,3	10,5
D до 20 мм	23	21	18,8	16,5	15	12	16,3
D св.20 мм	-	24,8	22,1	19,5	17,3	15,8	13,5

Число оборотов шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

Затем число оборотов шпинделя n об/мин и скорость резания v_m /мин корректируются в соответствии с паспортными данными станка. Минутная подача S_M мм/мин рассчитывается по формуле:

$$S_M = S_0 \cdot n$$

Мощность, необходимая на резание, определяется по карте 37 [I].

Величины врезания и перебега берутся из карты 3 приложения 5 [I]. При этом нужно помнить, что при центрировании учитывается только врезание, равное 2 мм, а при сверлении - врезание и отдельный перебег. Величина врезания при сверлении отверстий после их зацентровки уменьшается на 2 - 3 мм.

Ниже приведены значения врезания и перебега для сверления на проход, в зависимости от диаметра сверла D мм:

D мм	3	5	10	15	20	25	30	40	50	60 и более.
l_1 мм	2	2,5	5	6	8	10	12	15	18	23
l_2 мм	2	2,5	5	6	8	10	12	15	18	23

где l_1 - врезание, l_2 - перебег.

Глубина обработки l определяется по чертежу детали. Длина рабочего хода инструмента получается суммированием глубины обработки, врезания и перебега:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Время автоматической вспомогательной работы T_x , затрачиваемое на подвод инструментов в зону обработки, переход от одного отверстия к другим / быстрые ходы по осям x, y / , отвод инструментов и переход через выступающие части заготовки / быстрые ходы по оси z / рассчитываются соответственно по формулам:

$$T_x = T_x(x, y) + T_x(z);$$

$$T_x(x, y) = \frac{L_x(x, y)}{V_x(x, y)}; \quad T_x(z) = \frac{L_x(z)}{V_x(z)}$$

где $L_x(x, y)$ - длина холостых ходов по осям x, y , мм;

$L_x(z)$ - длина холостых ходов по оси z , мм;

$V_x(x, y)$ и $V_x(z)$ - скорости быстрых ходов по осям соответственно x, y и z , мм/мин.

Длины холостых ходов по осям определяются по чертежу детали.

Затраты времени на технологические паузы $T_{ост.}$ можно подсчитать по формуле:

$$T_{ост.} = \sum T_{с.и.}_i + \sum T_{о.к.}_i,$$

где $T_{с.и.}_i$ - затраты времени на одну смену инструмента /0,17 мин./;
 $T_{о.к.}_i$ - затраты времени на обработку одного кадра первой строки программы. В условиях данной работы можно принять количество кадров первой строки программы равным 60, а время отработки одного кадра 0,01 сек. или 0,00017 мин. Например:

$$\sum T_{с.и.}_i = 0,17 \cdot 3 = 0,51 \text{ мин. /для трех сверл/.$$

$$\sum T_{о.к.}_i = 0,00017 \cdot 60 = 0,01 \text{ мин.}$$

Следовательно, $T_{ост.} = 0,51 + 0,01 = 0,52 \text{ мин.}$

Вспомогательное время на установку подъемником на столе по упорам, с креплением детали болтами и планками, а также открепление, снятие детали принимается по карте 5 [1], выдержки из которой приведены ниже, где $T_{в.у.}$ определяется в зависимости от массы детали:

Масса детали, кг	30	80	200	500	1000
$T_{в.у.}$ мин	4,2	4,7	5,6	7,0	8,5

Вспомогательное время, связанное с выполнением операции $T_{в.с.}$, определяется по карте 8 [1] как сумма на отдельные действия, приведенные ниже:

- включить, выключить станок - 0,04 мин.
- открыть заградительный щиток и закрыть - 0,03 мин
- включить и выключить пульт лентопротяжного механизма - 0,03 мин
- продвинуть ленту в исходное положение - 0,25 мин
- установить координаты - 0,1 мин
- ввести коррекцию /на один корректор/ - 0,04 мин
- перемотать ленту длиной до 10 м. - 0,22 мин

Время на измерения можно, при необходимости, определить по нормативам /карта 9 [1] или по табл.5.16 [2]/. Обычно оно перекрывается временем автоматической работы станка и не учитывается.

Поправочный коэффициент $K_{т.в.}$ на время выполнения ручной вспомогательной работы, учитывающий ее сменный характер, определяется по

табл. I. Его значение зависит от продолжительности обработки партии деталей, выраженной в рабочих сменах $T_{part.}$, и вида станков.

$$T_{part.} = \frac{n(T_a + T_g) + T_{n.з.}}{480},$$

где $T_{part.}$ - суммарное время на партию деталей в рабочих сменах;
/Остальные обозначения см. выше/.

Т а б л и ц а I

Определение значения коэффициента $K_{г.в}$

Вид станков	$T_{part.}$, смен					
	Мелкосерийное производство			Среднесерийное производство		
	0,25	0,25-0,5	0,6-1,0	1 - 2	3 - 4	5 - 6
Мелкие	0,15	0,5	0,87	0,76	0,66	0,57
Средние	-	1,32	1,15	1,0	0,87	0,76
Крупные	-	-	-	1,3	1,15	1,0

Подготовительно-заключительное время на партию деталей $T_{п.з.}$, мин., определяется по карте 12 [1], как сумма затрат времени на организационную подготовку и наладку станка, инструмента и приспособлений. Значения затрат времени на эти действия приведены, для сверления отверстий диаметром до 30 мм, ниже:

- получить наряд, чертежи, инструмент и сдать их - 5 мин.
- ознакомиться с работой - 2 мин.
- инструктаж мастера - 3 мин.
- установить и снять болты с планками - 3 мин
- установить и снять режущие инструменты и
- заменить новыми. Время на один инструмент - 1,2 мин.
- установить исходные режимы работы станка
- /число оборотов и т.д./ Время на 1 измерение - 0,5 мин.
- установить программноноситель и считывающее устройство и снять - 1,0 мин.

Значение оперативного времени определяют по формуле:

$$T_{оп} = T_a + T_B \cdot K_{т.б}$$

Затраты времени на организационно-техническое обслуживание одного станка согласно нормативам составляют $\Pi_{об} = 10\%$ от оперативного.

Время на отдых и личные надобности принимается по нормативам в процентах от оперативного времени $\Pi_{от.} = 5\%$.

Штучно-калькуляционное время при обслуживании двух станков одним рабочим уменьшается в два раза:

$$T_{ш.к} = \frac{T_{ш.к}}{2}$$

В данной практической работе требуется определить $T_{ш.к}$ при обработке корпусной детали - чугунной отливки СЧ21, НВ 179...241. Масса отливки для различных вариантов и основные размеры приведены в табл.2. Шероховатость обработанных отверстий $R_a = 12,5$, точность II квалитет, величина партии деталей n задается преподавателем. Обработке подлежат 10 отверстий, которые необходимо сначала центровать сверлом $\varnothing 5$ мм на глубину 4 мм, а затем сверлить на проход на станке модели 2Н56Ф2. Материал сверл Р6М5. Пределы чисел оборотов шпинделя станка 20 - 2000 об/мин. Пределы подач 0,056 - 2,5 мм/об. Мощность двигателя - 4 кВт. Программно-сигнальный - перфолента. Смена инструмента - автоматическая. Скорости быстрых ходов по осям X, Y - 400 мм/мин, по оси Z - 2000 мм/мин. Эскиз обрабатываемой детали представлен на рис.1.

Рабочий обслуживает 2 станка. Варианты заданий см.табл.2.

Т а б л и ц а 2

Варианты заданий

№ варианты	Q, кг	Размеры, мм									
		L_1 (α_1)	L_2 (α_2)	L_3 (α_3)	L_4 (α_4)	L_5	L_6	α_0	h_1	h_2	n шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	12
1	35	50	200	465	670	190	620	10	25	185	150
		4	25	8	10						
2	75	55	205	460	665	195	610	16	30	180	120
		5	20	10	16						

Продолжение табл.2

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
33	80	<u>60</u>	<u>210</u>	<u>455</u>	<u>660</u>	200	600	12	36	175	130	
		6	16	13	12							
4	85	<u>65</u>	<u>215</u>	<u>450</u>	<u>655</u>	205	590	13	40	170	140	
		7	10	16	13							
5	100	<u>70</u>	<u>220</u>	<u>445</u>	<u>650</u>	210	580	14	45	165	110	
		8	16	18	14							
6	40	<u>75</u>	<u>225</u>	<u>440</u>	<u>670</u>	215	595	15	50	160	100	
		8	10	20	15							
7	80	<u>80</u>	<u>230</u>	<u>435</u>	<u>665</u>	220	585	16	55	155	160	
		10	8	25	16							
8	90	<u>50</u>	<u>230</u>	<u>435</u>	<u>660</u>	215	610	17	27	150	175	
		6	22	8	17							
9	95	<u>55</u>	<u>225</u>	<u>440</u>	<u>655</u>	220	600	18	33	145	90	
		5	20	10	18							
10	105	<u>60</u>	<u>220</u>	<u>445</u>	<u>650</u>	225	590	19	38	140	80	
		6	18	13	19							
11	45	<u>65</u>	<u>215</u>	<u>450</u>	<u>655</u>	200	590	20	43	135	75	
		7	16	14	20							
12	50	<u>70</u>	<u>210</u>	<u>455</u>	<u>660</u>	195	610	17	48	130	60	
		8	14	20	17							
13	55	<u>75</u>	<u>205</u>	<u>460</u>	<u>665</u>	190	590	18	53	125	105	
		9	13	25	18							
14	60	<u>80</u>	<u>200</u>	<u>465</u>	<u>670</u>	210	590	19	20	120	50	
		10	12	17	19							
15	70	<u>75</u>	<u>220</u>	<u>440</u>	<u>660</u>	200	585	25	30	115	145	
		12	8	19	25							

Порядок выполнения работы

1. Установить виды, количество и диаметры режущих инструментов, необходимых для выполнения работы по заданному варианту.

2. Назначить периоды стойкости для каждого инструмента и определять стойкость лимитирующего инструмента.

3. Назначить режимы резания: подачу S_0 мм/об и скорость резания V м/мин.

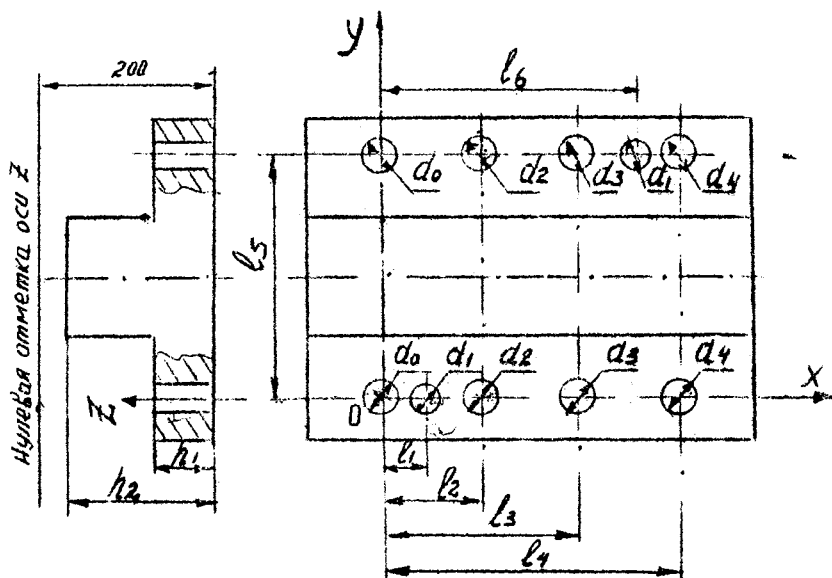


Рис. I. Корпус

4. Рассчитать число оборотов шпинделя станка n об/мин и согласовать их с данными станка.
5. Рассчитать минутную подачу S_M мм/мин.
6. Определить мощность резания по наибольшему сверлу и сверлить ее с мощностью принятого станка.
7. Определить значения врезания и перебега для каждого инструмента.
8. Рассчитать длину рабочего хода для каждого инструмента.
9. Определить сумму длин рабочих ходов на всю работу.
10. Рассчитать основное время T_{oa} .
- II. Рассчитать длину холостых ходов по осям X, Y, Z с учетом переходов через верх детали.
12. Определить затраты времени на холостые ходы по осям X, Y ($T_x(x, y)$) и по оси Z ($T_x(z)$) и их сумму.
13. Рассчитать затраты времени на смену инструментов /автоматически/ в соответствии с заданным количеством инструментов $\sum T_{cu}$.

14. Определить затраты времени на обработку кадров первой серии программы $\Sigma T_{ак}$.
15. Определить сумму затрат времени на технологические паузы $T_{вст}$.
16. Определить время автоматической вспомогательной работы станка по программе $T_{в.а}$.
17. Определить время автоматической основной работы станка по программе T_a .
18. Определить затраты времени на установку и снятие детали $T_{в.у}$.
19. Определить вспомогательное время, связанное с выполнением операции $T_{в.с.}$.
20. Определить время на измерение детали $T_{и.и}$ /при необходимости/.
21. Определить время выполнения ручной вспомогательной работы $T_{р}$.
22. Определить подготовительно-заключительное время $T_{п.з}$ на партию деталей.
23. Определить суммарное время обработки партии деталей $T_{парт. смен}$.
24. Определить по таблице I значение поправочного коэффициента $k_{т.в}$.
25. Определить оперативное время $T_{оп}$.
26. Установить значение $Поб, \%$, для расчета затрат времени на организационно-техническое обслуживание станка.
27. Установить значение $Пот, \%$, для расчета затрат времени на отдых и личные надобности.
28. Определить штучно-калькуляционное время $T_{ш.к}$ на обработку детали при обслуживании одного станка.
29. Определить штучно-калькуляционное время $T_{ш.к}$ при обслуживании двух станков.
30. Представить результаты расчета $T_{ш.к}$ в виде таблицы.

Содержание отчета

Содержание задания. Эскиз обрабатываемой детали.
 Основные зависимости для расчета $T_{ш.к}$. Сводная таблица результатов расчета отдельных элементов штучно-калькуляционного

времени. Расчет штучно-калькуляционного времени $T_{ш.к.}$ и $C_{ш.к.}$.

Контрольные вопросы

1. Из каких элементов затрат времени состоит время автоматической основной работы по программе T_a ?
2. Как определяется автоматическая основная работа станка $T_{б.а}$?
3. Как определяется автоматическая вспомогательная работа станка $T_{в.а}$?
4. Как определяется время на холостые хода $T'_х$?
5. Как определяется время технологических пауз-остановок $T'_{ост}$?
6. Из каких элементов состоит время выполнения ручной вспомогательной работы $T'_в$?
7. Как определяется поправочный коэффициент на время выполнения ручной вспомогательной работы $K_{г.в}$?
8. Напишите зависимость для определения суммарного времени на партию деталей $T'_{парт.}$ смен.
9. Из каких элементов состоит оперативное время $T_{оп}$?
10. Какие работы входят в состав подготовительно-заключительного времени $T_{п.з.}$?
11. Каким образом определяются затраты времени на организационно-техническое обслуживание станка, на отдых и личные надобности $T_{об.}$ и $T_{от}$?
12. Напишите формулу для определения штучно-калькуляционного времени $T_{ш.к.}$?

Л и т е р а т у р а

1. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с программным управлением. - М.: НИИ труда, 1980. - 209 с.
2. Г о р б а ц е в и ч А.Ф., Ш к р е д В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Мн.: Выш.школа, 1983. - 256 с.

Практическая работа № 5

АНАЛИЗ ОБЪЕКТА ПРОИЗВОДСТВА

Цель работы – приобретение практических навыков анализа детали, заданной для разработки технологического процесса механической обработки.

Работа рассчитана на два академических часа.

Основные положения

Процесс создания машины складывается в основном из двух взаимосвязанных частей: конструирования и изготовления. Эксплуатационные показатели качества машины зависят не только от ее конструкции, но в большей степени от технологии изготовления деталей и сборки их в изделие. Четкое уяснение служебного назначения машины, конкретизация ее функций, выяснение области и условий эксплуатации, причин нарушения ее работоспособности и т.п. совершенно необходимо для обоснованной постановки задач на разработку технологических процессов изготовления и сборки всех ее составных частей.

После рассмотрения служебного назначения машины следует проанализировать заданную для проектирования технологии деталь с точки зрения ее роли в машине. При этом нужно установить, в какую простейшую сборочную единицу она входит и какие функции в ней выполняет, в какую более сложную сборочную единицу входит та в свою очередь и т.д. до машины в целом.

При анализе заданной для разработки технологии детали сначала следует охарактеризовать ее общую конструкцию, затем форму всех ее элементов и поверхностей, отметить наличие шлицев, шпоночных пазов, резьб, зубьев, канавок, профильных выступов или западин и прочие. Нужно установить функциональную роль каждого элемента и поверхности детали. При этом следует иметь в виду, что с конструкторской точки зрения различают исполнительные и свободные поверхности, основные и вспомогательные базы.

Исполнительные (функциональные) поверхности позволяют детали, сборочной единице или машине выполнять свои рабочие функции. К исполнительным поверхностям, как правило, предъявляются наиболее

жесткие требования, причем они вытекают из функционального назначения и условий работы машины, сборочной единицы, детали и обычно подвергаются упрочнению при обработке (беговые дорожки в подшипниках качения, поверхности шариков и роликов; боковые поверхности зубьев в зубчатых передачах; поверхность резьбы в винтовых механизмах).

Свободные поверхности не выполняют никаких рабочих функций, предусмотренных служебным назначением детали, и не сопрягаются с поверхностями других деталей машины. Они лишь придают детали нужную конструктивную форму и, как правило, не обрабатываются.

Согласно ГОСТ 21495-76 по своему назначению базы делятся на конструкторские, технологические и измерительные. Основные и вспомогательные базы являются конструкторскими и принадлежат данной детали или сборочной единице. Первые из них (основные) определяют положение детали в изделии, вторые (вспомогательные) — положение присоединяемых деталей или сборочных единиц. При сборке соединений основные базы одной детали опираются на вспомогательные базы другой. Между основными и вспомогательными базами всегда существуют размерные связи, определяющие их взаимное расположение в пространстве и реализуемые в виде линейных и угловых размеров. При анализе детали с точки зрения функционального назначения ее поверхностей рекомендуется строить схемы размерных цепей, характеризующие взаимосвязь конструкторских (основных и вспомогательных) баз между собой и исполнительными поверхностями. Это позволит в дальнейшем более обоснованно подойти к выбору технологических и измерительных баз и установлению последовательности обработки поверхностей детали.

Режимы и условия работы детали в машине и возможные причины ее выхода из строя должны быть рассмотрены наиболее подробно. При этом следует дать общую характеристику среды, в которой работает деталь (в изолированном или открытом внешним воздействиям пространстве, при какой температуре и давлении, при наличии или отсутствии смазки, абразивных частиц, агрессивных веществ и т.д.); выявить лимитирующие, с точки зрения долговечности поверхности и дать описание условий их работы и механизма разрушения (усталость, изнашивание) в процессе эксплуатации; указать режимы работы этих поверхностей (передаваемое усилие, удельное давление, скорость относительного перемещения, величину и частоту знакопеременной нагрузки и т.д.); проанализировать материал детали (химический

систем, механические и технологические свойства) [1].

Методические указания

В качестве задания на выполнение работы студентам выдается чертеж изделия, спецификация входящих в него сборочных единиц и деталей, техническая характеристика изделия. В качестве вариантов задания могут быть приняты, например, муфта предохранительная, червячный редуктор, механизм поворота, вакуум-насос, вариатор и др.

По указанию преподавателя студент анализирует одну из деталей изделия. Такими деталями могут быть, например, колесо зубчатое, вал, втулка, червячный вал, барабан и др.

Для наглядности рекомендуется вычертить эскиз детали, выделив утолщенными линиями поверхности или элементы, лимитирующие ее долговечность. На эскизе должны быть приведены размеры, параметры шероховатости и технические требования, относящиеся только к рассматриваемым лимитирующим поверхностям или элементам, а также габаритные размеры детали.

На основании проведенного анализа объекта производства следует сформулировать основные задачи, которые необходимо решить при разработке технологического процесса, в принципе наметить методы обработки детали, в особенности финишные, схемы базирования и прочие. Применительно к рассмотренным поверхностям и элементам детали нужно установить, какие параметры качества и в каких пределах необходимо обеспечить в результате выполнения технологического процесса для достижения требуемого ресурса работы детали. Такими параметрами могут быть: характеристики размерной и геометрической точности, качества поверхностей (шероховатость, микротвердость), физико-механические свойства материала детали и др. В результате рассмотрения материала детали должно быть сделано заключение о том, в какой мере он удовлетворяет ее служебному назначению, целесообразна ли его замена, общее или локальное упрочнение, какие методы предпочтительно использовать для упрочнения детали.

П р и м е р. Изучение и анализ объекта производства – внутреннего кольца радиального двухрядного роликового сферического подшипника 53614.

Подшипники этого типа предназначены для работы в основном с радиальными нагрузками, но могут воспринимать и осевые усилия, действующие в обоих направлениях и не превышающие 25% неиспользо-

ванной допустимой нагрузки. Подшипники могут работать также при чисто осевом нагружении. Они имеют два ряда бочкообразных роликов, благодаря чему обладают значительно большей грузоподъемностью, чем аналогичные сферические шарикоподшипники. Рассматриваемые подшипники допускают значительный перекос осей внутреннего и наружного колец ($2-3^{\circ}$), так как дорожка качения роликов на наружном кольце у них имеет сферическую форму. Предельный угол поворота ограничивается условием сохранения контакта всех роликов обоих рядов со сферической поверхностью дорожки качения наружного кольца подшипника. Это позволяет компенсировать погрешности обработки деталей и сборки различных сборочных единиц и механизмов, где применяются данные подшипники. Возможность поворота осей наружного и внутреннего кольца подшипника используется также в тех случаях, когда имеет место прогиб вала под действием больших усилий.

Роликовый подшипник 53614, в который входит рассматриваемая деталь (внутреннее кольцо), изготавливается в основном для обезличенного потребителя, имеет расчетную грузоподъемность до 25 кН при максимальной частоте вращения — 2500 об/мин и допускает перекос оси внутреннего кольца относительно оси наружного до $2-3^{\circ}$ [2]. Подшипник может работать в диапазоне температур от -60 до $+100^{\circ}\text{C}$. При наличии смазки в виде масляного тумана это не оказывает существенного влияния на его грузоподъемность. Расчетная долговечность подшипника зависит от воспринимаемой радиальной и осевой нагрузки и числа оборотов вала. Рекомендуемая долговечность подшипников для общего машиностроения составляет 2500–10000 часов.

Внутреннее кольцо подшипника (рис.1) имеет в качестве исполнительных поверхностей сферические дорожки качения (1). Эти же поверхности являются вспомогательными конструкторскими базами, так как к ним присоединяются, или точнее, на них опираются ролики подшипника. Основной конструкторской базой кольца является внутренняя цилиндрическая поверхность (2), так как она служит для посадки подшипника на сопрягаемый вал. Торцовые поверхности (3) при работе подшипника выполняют вспомогательные функции. Они могут использоваться для ориентирования подшипника на валу в осевом направлении и также являются основными конструкторскими базами.

Требования к точности размеров и шероховатости поверхностей приведены на рис.1. По взаимному расположению к исполнительным поверхностям и базам предъявляются следующие требования: радиаль-

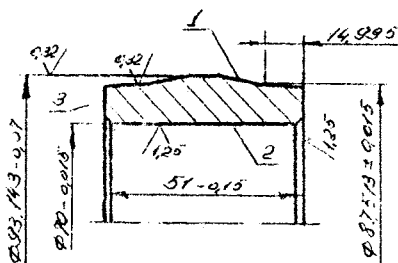


Рис.1. Внутреннее кольцо подшипника

ное и взаимное биение дорожек качения не более 0,013 мм, разность диаметров обеих дорожек не более 0,015 мм, отклонения по наклону дорожек качения от номинального расположения не более $\pm 0,010$ мм на базовом расстоянии 10 мм от торца детали, что оказывает существенное влияние на величину линейного контакта кольца с роликами.

Внутреннее кольцо подшипника изготавливается из стали ШХ15, имеющей следующий химический состав: 0,95–1,05% С, 0,2–0,4% Mn, 0,17–0,34% Si, 1,3–1,65% Cr, 0,30% Ni при содержании примесей не более 0,02% P, 0,02% S, 0,25% Cu.

Механические свойства стали ШХ15 после закалки и отпуска составляют $\sigma_{\text{вн}} = 2500\text{--}2600$ МПа, $\sigma_{-1} = 665$ МПа, $\alpha_n = 20\text{--}25$ кДж/м², НКЭ 6I–63. Технологические свойства: в горячем состоянии (1150–800°C) шарикоподшипниковая сталь легко куется, поддается деформации прокаткой и высадкой. Обрабатываемость резанием в отожженном состоянии хорошая. Наиболее благоприятной структурой для обработки точением является однородный мелкозернистый перлит с твердостью НВ 187–207.

Дорожки качения колец подшипника работают при значительных контактных напряжениях, достигающих 6000 МПа, и являются лимитирующими с точки зрения их долговечности.

При работе подшипника каждый элемент поверхности дорожек качения испытывает циклические переменные напряжения, в результате чего на рабочих поверхностях возникают усталостные трещины, приводящие к хрупкому разрушению материала в зоне контакта. Преобладающим видом разрушения, вызываемого контактной усталостью рабочих поверхностей, является выкрашивание материала в виде мелких

раковин (питтингов) или отслаивание элементов материала.

На основании изложенного можно констатировать, что внутреннее кольцо подшипника является ответственной, тяжело нагруженной деталью. Основные задачи по его обработке состоят в обеспечении размерно-геометрической точности, высокой твердости и стойкости к усталостному износу дорожек качения. При этом должна быть обеспечена высокая производительность и экономичность технологического процесса. Заданные показатели качества внутреннего кольца подшипника достигаются в технологическом процессе при использовании заготовки в виде трубы обычно следующей последовательностью операций: токарная обработка дорожек качения фасонным резцом, термическая обработка (закалка при температуре 850°C – 860°C и отпуск при температуре 150 – 160°C), шлифование и полирование дорожек качения.

Для повышения долговечности внутреннего кольца подшипника можно рекомендовать следующие мероприятия:

1. Получение заготовки методом горючей раскатки. При этом происходит ориентации волокон в продольном направлении. Контактная выносливость материала при продольном расположении волокон в $1,5$ – $2,0$ раза больше, чем при их поперечном расположении.

2. При окончательном шлифовании беговых дорожек следует применять выхаживание в течение 6 секунд, что улучшает физико-механические свойства поверхностного слоя.

Однако экономически более целесообразно применять шлифование для обработки поверхности с шероховатостью $R_a = 1,25$ – $0,32$ мкм с последующим полированием для снижения шероховатости до $R_a = 0,32$ – $0,04$ мкм. При полировании также улучшаются физико-механические свойства поверхностного слоя.

Перечисленные мероприятия повышают долговечность изделия, но увеличивают трудоемкость его изготовления. Поэтому для решения вопроса о целесообразности их применения требуется экономическое обоснование.

Порядок выполнения работы

1. Изучить служебное назначение изделия и дать его описание.
2. Изучить назначение обрабатываемой детали, как составной части сборочной единицы.
3. Проанализировать служебное назначение отдельных элементов детали и поверхностей.

4. Собрать сведения о материале детали, физико-механических свойствах материала, его химическом составе. Оценить его соответствие целевому назначению детали.

5. Установить требования к долговечности детали, износостойкости ее поверхностей и к другим эксплуатационным характеристикам.

6. Изучить режим и условия работы лимитирующих поверхностей или элементов детали и выявить возможные причины выхода ее из строя.

7. Дать предложения по отделочной и упрочняющей обработке лимитирующих поверхностей с целью обеспечения долговечности детали или по замене материала детали и технологии ее изготовления.

8. Составить отчет.

П р и м е ч а н и е. Задание и набор справочного материала, необходимого для выполнения практической работы выдается преподавателем.

Содержание отчета

1. Название работы и содержание задания.

2. Эскиз анализируемой детали с обозначением рабочих поверхностей и технических требований к ней. Характеристика материала.

3. Результаты анализа служебного назначения узла, детали и отдельных элементов и поверхностей детали.

4. Результаты анализа условий работы и причин возможного выхода детали из строя.

5. Предложения по отделочной и упрочняющей обработке рабочих поверхностей детали, выводы о соответствии материала детали заданной долговечности.

Л и т е р а т у р а

1. А н у р ь е в В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. Т.1. - М.: Машиностроение, 1980. - 728 с.

2. А н у р ь е в В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. Т.2. - М.: Машиностроение, 1980. - 559 с.

Практическая работа № 6

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИНЫ

Цель работы— приобретение практических навыков анализа рабочих технологических процессов механической обработки деталей машин и разработки рекомендаций по их совершенствованию.

Работа рассчитана на четыре академических часа.

Основные положения

Для оценки соответствия рабочего технологического процесса механической обработки детали уровню научно-технического прогресса в машиностроении необходимо подвергнуть его подробному разбору, результаты которого будут служить предпосылкой для разработки рекомендаций по его совершенствованию.

Анализ проводится с точки зрения обеспечения заданного качества изделия и производительности обработки. Он базируется на оценке количественных и качественных показателей как отдельных технологических операций, так и процесса в целом. Оценка качественных показателей производится путем логических рассуждений. Значения количественных показателей определяются в результате технико-экономических расчетов /например, производительность, себестоимость/ или по данным технологической документации /точность, шероховатость поверхностей/. Содержание и степень углубленности анализа зависят от конструкции изделия и служебного назначения детали. В общем случае, при анализе технологического процесса рассматриваются вопросы:

- обоснованность принятой последовательности обработки детали;
- метод получения заготовки;
- станочное оборудование и рациональность его использования;
- автоматизация технологических операций и процесса в целом;
- базирование заготовок при обработке и определение погрешностей базирования;
- оснащение технологического процесса /установочно-зажимные приспособления, режущие и вспомогательные инструменты, средства технического контроля/.

В результате анализа должны быть сформулированы конкретные мероприятия по устранению имеющихся недостатков при разработке нового варианта технологического процесса.

Методические указания

В связи с тем, что сведения об элементах технологического процесса рассредоточены по отдельным маршрутным и операционным картам, для удобства рассмотрения их необходимо свести в соответствующие таблицы по объектам анализа.

При рассмотрении технологического процесса, заполнении таблиц и оценке их содержания применительно к данному типу и условиям производства можно руководствоваться следующим.

Общая последовательность обработки оценивается на основании изучения технологического процесса по маршрутным и операционным картам. При этом заполняется табл.2 Сведения, содержащиеся в табл.2, позволяют проследить динамику изменения размеров и других показателей качества заготовки по мере ее прохождения по операциям технологического процесса. При большом количестве выдерживаемых параметров в таблицу следует заносить лишь основные из них – в первую очередь те, от которых зависит нормальная работа детали в механизме. Целесообразно вычертить отдельный эскиз детали с указанием только этих параметров.

Оценку метода получения заготовки рекомендуется выполнять по методике, изложенной в учебном пособии /1/ с.25. Результаты оценки следует занести в табл.3. Особое внимание нужно обратить на экономное использование материала заготовки. Метод получения заготовки должен обеспечивать построение безотходного или малоотходного технологического процесса. При его минимальной себестоимости.

При анализе сведений о станочном оборудовании прежде всего необходимо оценить технологические возможности этих станков по обработке деталей заданной формы и размеров и обеспечение требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей /табл.4/. Эти сведения берутся из технических характеристик станков и из справочных таблиц экономической точности и шероховатости обработки на металлорежущих станках и затем сопоставляются с соответствующими параметрами объекта производства. Если на рассматриваемых операциях используются станки слишком больших размеров и мощности по

сравнению с требуемыми, то их следует заменить на меньшие. Соответствующие выводы должны быть сделаны при сопоставлении требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей с технологическими возможностями используемых станков.

Далее оценивается возраст, стоимость и сложность применяемого оборудования /табл.5/. При этом нужно установить, не устарел ли тот или иной станок физически или морально и продолжается ли его выпуск промышленностью. Если станок снят с производства, то следует дать предложения по его замене на станок более совершенный. При физическом износе оборудования, его нужно заменить новой той же модели. Стоимость станка следует принимать по прейскуранту, с учетом изменения оптовых цен с I.01.82г. О степени сложности оборудования можно судить по категориям его ремонтной сложности, значения которых приводятся в технических характеристиках.

Производительность обработки и загрузка оборудования оцениваются по трудоемкости, количеству станков, занятых на каждой операции, и коэффициенту их загрузки /табл.5/. Штучное время, необходимое для выполнения операции на данном станке, берется из технологической карты, а при ее отсутствии определяется по укрупненным нормативам. Наличие нескольких станков на одной операции свидетельствует о их недостаточной производительности. В этом случае необходимо рассмотреть вопрос о мерах по увеличению производительности обработки. Коэффициент загрузки станка определяется делением штучного времени на такт выпуска детали с учетом количества занятых на операции станков. При его существенном отличии от нормативного, установленного для данного типа производства, нужно предложить мероприятия по улучшению загрузки станка или замене его на другой.

О степени концентрации или дифференциации обработки можно судить по количеству рабочих позиций на станке, количеству деталей, обрабатываемых в каждой позиции параллельно, последовательно или параллельно-последовательно, количеству режущих инструментов, установленных на станке, применению комбинированных, профильных и других сложных режущих инструментов, количеству многошпindelных головок, производящих обработку детали одновременно с нескольких сторон.

При анализе этих данных /табл.6/ следует рассмотреть возможность повышения степени концентрации обработки или, наоборот, расчленения ее по позициям и станкам с целью увеличения производитель-

ности, а также увеличении точности обработки. Сведения, необходимые для заполнения табл.6 берутся из технологических карт.

Автоматизация технологических операций и процесса осуществляется с целью повышения производительности труда, сокращения числа рабочих, снижения себестоимости и повышения качества изделий.

Категории автоматизации технологических процессов характеризуют его по степени замены ручного труда машинным. Категория автоматизации определяется по значению основного показателя уровня автоматизации: см.табл.1

$$\alpha = \frac{T_{м}}{T_{шт}}$$

где $T_{м}$ и $T_{шт}$ — машинное и штучное время на операцию соответственно. При этом заполняется по данным технологического процесса табл.7 .

Т а б л и ц а 1

Категории автоматизации

Категория автоматизации		Показатель	
Номер 1	Наименование	Свыше	До
0	Нулевая		0,0
1	Низшая	0,01	0,25
2	Малая	0,25	0,45
3	Средняя	0,45	0,6
4	Большая	0,6	0,75
5	Повышенная	0,75	0,9
6	Высокая	0,9	0,99
7	Полная	0,99	1,00

В табл.7 дается характеристика управления станком /вручную, автоматически, по программе ЧПУ, от ЭВМ и др./ способа загрузки заготовок на станок, снятия их со станка после обработки или с транспортного устройства /вручную, электротельфером, краном, автоматически из бункера или накопителя, при помощи автоматической руки, работающей по жесткой программе, при помощи робота-манипулятора, работающего по программе или управляемого от ЭВМ. Загрузка заготовок может осуществляться периодически или непрерывно.

В качестве межоперационного транспорта могут использоваться склизы, скаты, рольганги, напольные или подвесные конвейеры, в

том числе с автоматическим адресованием грузов. После определения категории автоматизации по операциям рассчитывается средняя категория автоматизации технологического процесса в целом.

Для анализа схем базирования заготовок при обработке и возникающих при этом погрешностей базирования составляется табл.8, для чего необходимо выявить поверхности, являющиеся технологическими базами, установить их виды по лишаемым степеням свободы в соответствии с ГОСТ 21495-76. Следует рассмотреть, соблюдаются ли основные принципы базирования – постоянство и совмещение баз. Если технологическая установочная база не совмещена с измерительной, то необходимо определить погрешность базирования и сравнить ее с допуском на выдеждаваемый размер.

Погрешность базирования не должна превышать допустимые значения, т.е. ее доли в суммарной погрешности обработки. Если последнее условие не выполняется, то необходимо изменить схему установки детали или путем решения размерной цепи установить приемлемые допуски на звенья технологической размерной цепи.

Для оценки технологического оснащения процесса составляются таблицы 9 – 12. При заполнении таблиц нужно руководствоваться следующим.

В соответствии с ГОСТ 14.305-73 все приспособления разделяются на неразборные специальные /НСП/, универсально-наладочные /УНП/, универсально-сборные /УСП/, сборно-разборные /СРП/, универсально-безналадочные /УБП/ и специализированные наладочные /СНП/.

Целесообразность применения того или иного приспособления при обработке данной детали может быть установлена по его нагрузке и продолжительности периода производства изделия /см. приложение I к ГОСТ 14.305-73./. Следует также оценить, оправдано ли применение данного вида привода /ручного, пневматического, гидравлического и др./ в рассматриваемых приспособлениях. Затраты времени на установку и снятие детали, ее закрепление и открепление, позволяют судить о совершенстве приспособлений и их соответствии данному типу производства. Затраты времени определяются по нормативам /I/.

При анализе режущих инструментов, применяемых в технологическом процессе, рассматривается вид инструмента по степени его специализации /стандартный, унифицированный, специальный/, материал режущей части и другие данные по табл.10.

Стойкость инструмента оценивается: при одноинструментной обработке по таблицам экономической стойкости инструментов, а при многоинструментной обработке по формуле:

$$T_M = K \sum T_i$$

где T_M — стойкость лимитирующего инструмента в мин. машинного времени;

T_i — экономическая стойкость отдельного инструмента, мин;

K — коэффициент, зависящий от количества инструментов на станке.

Количество инструментов, n	2	3	4	5	6	7	Более 7-и
K	0,7	0,64	0,55	0,52	0,48	0,44	$3,1/n$

Значения параметров режима резания берутся из операционных карт. Следует также предложить метод настройки инструмента на размер /партионный, по эталону, вне станка и др./.

Данные табл. I0 нужно сравнить с новейшими достижениями научно-технического прогресса в этой области и предложить целесообразные изменения.

При анализе вспомогательной оснастки /табл. II/ время на установку в ней режущих инструментов или смену инструмента можно определить по нормативам /I/. Вспомогательный инструмент должен обеспечивать быструю и точную установку в нем режущего инструмента.

При анализе средств технического контроля — измерительных инструментов и приспособлений по табл. I2 следует иметь в виду, что инструменты, у которых отсчет результатов измерений производится по нониусу, шкале и др. неприемлемы для массового и крупносерийного производства, так как требуют специального освещения и относительно больших затрат времени.

Погрешность измерения определяется по таблицам ГССТ 8.051-81 или по методическим указаниям по внедрению этого стандарта.

Следует сопоставить погрешность измерения с допуском на выполняемый размер. Погрешность измерения не должна превышать 20-35% значений допусков на размер. Время на одно измерение, характеризующее производительность контроля, принимается по нормативам /I/.

Шероховатость поверхностей деталей на участке проверяется в

основном по образцам шероховатости ГОСТ 9378-75, которые имеют стандартизованные значения R_a 100, 50, 25 12,5 6,3, 3,2 и т.д. Эти же значения R_a нужно проставлять на технологических эскизах.

Т а б л и ц а 2

Основные пооперационные и окончательные размеры детали

Наименование операции	Номинальные размеры и предельные отклонения детали на соответствующих переходах /операциях/, мм							
	D_1	D_2	D_3	и т.д.	L_1	L_2	L_3	и т.д.
Заготовка Токарная операция и т.д.								
Окончательные размеры и отклонения								

Т а б л и ц а 3

Оценка метода получения заготовки

Метод получения заготовки	Q заг., кг	q дет., кг	$K_{и.м}$	Стоимость I т.заг., руб.	Объем дополнит. мех. обраб., %
1. По технологич. процессу					
2. Предлагаемый метод					

Т а б л и ц а 4

Технологические характеристики применяемого оборудования

№ операции	Модель станка	Предельные или наибольшие размеры, обрабатываемых заготовок, мм			Экономич. точность обработки /узк.литей/	Экономич. шероховатость обработки /узк.литей/ R_a , мкм
		Диаметр /ширина/	Длина	Высота		

Т а б л и ц а 5

Характеристики возраста, стоимости, сложности и
производительности оборудования

Модель станка	Год выпуска	Цена станка, руб.	Категория рем. сложности	К-во станков на операции	Тшт. д.к. мин	Коэффициент загрузки
---------------	-------------	-------------------	--------------------------	--------------------------	---------------	----------------------

Т а б л и ц а 6

Характеристика концентрации обработки

Модель станка	Кол-во позиций раб/загр.	Кол-во деталей на одной позиции	Кол-во инструм. головок на станке	Кол-во инструментов на станке	Схема обработки		
					Пос-ледоват.	Парал-лельн.	Парал-последоват.

Т а б л и ц а 7

Характеристика механизации и автоматизации
технологического процесса

№ операции	Модель станка	Управление рабочим циклом	Способ загрузки готовок	Вид межоперационного транспорта	α	Категория автоматизаций
------------	---------------	---------------------------	-------------------------	---------------------------------	----------	-------------------------

Т а б л и ц а 8

Базирование заготовок при обработке

№ и название операции /перехода	Выдерживаемые размеры, мм		Номера поверхностей - баз				
	Номинал	До-пуск	Устано-вочная	Направ-ляющая	Двой-ная нап-равл.	Опор-ная	Двой-ная опор-ная

Т а б л и ц а 9

Установочно-зажимные приспособления

№ операции	Название приспособления	Вид приспособления	Вид привода приспособл.	Количество приспособлений на станке	Время на установку и закрепление заготовки, мин.
------------	-------------------------	--------------------	-------------------------	-------------------------------------	--

Т а б л и ц а 10

Режущие инструменты

№ операции	Название инструмента	Вид инструмента /станд./ спец.	Материал реж. части	Стойкость, мин	СОЖ	Режимы резания			Метод настройки на размер
						V	S	f	

Т а б л и ц а 11

Вспомогательные инструменты

№ операции	Наименование инструмента	Вид инструмента /станд./ спец.	Установка режущего инструмента во вспомогательный	
			Способ крепления режущ. инструмента	Время на смену одного режущего инструмента, мин.

Т а б л и ц а 12

Средства технического контроля

№ операции	Наименование инструмента, прибора	Вид инструмента /универс. спец./	Точность измерения, мм	Допуск на измеряемый размер, мм	Время на одно измерение, мин.
------------	-----------------------------------	----------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------------

Порядок выполнения работы

1. Получить комплект технологических документов для анализа.
2. Установить перечень характеристик технологического процесса, подлежащих анализу.
3. Вычертить таблицы для записи характеристик технологического процесса.

4. Заполнить таблицы по данным технологического процесса.
5. Провести анализ отдельных элементов технологического процесса.
6. Дать предложения по совершенствованию процесса.
7. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Название работы. 2. Содержание задания. 3. Эскиз детали с основными размерами и пронумерованными поверхностями. 4. Таблицы, характеризующие процесс. 5. Предложения по совершенствованию технологического процесса /по каждой таблице/.

Контрольные вопросы

- I. Как определяется коэффициент использования материала?
2. Объясните сущность понятия "Объем дополнительной механической обработки заготовки".
3. Что Вы понимаете под экономической точностью обработки и экономической шероховатостью?
4. Как определяется коэффициент загрузки станка и количество станков на выполняемой операции.
5. Чем отличаются последовательная, параллельная и параллельно-последовательная схемы обработки?
6. Как определяется основной показатель автоматизации операции?
7. Дайте характеристику технологическим базам: установочной, направляющей и опорной.
8. Как определяется погрешность базирования в данном случае?
9. Какие классификационные виды приспособлений Вы знаете?
10. Каким образом выбирается вид приспособления?
- II. Какие виды приводов для приспособлений Вы знаете и какие значения давлений в МПа характерны для цилиндров гидравлических и пневматических приспособлений?
12. Назовите марки современных материалов для режущих инструментов и методы их упрочнения.
13. Как выбирается тип СОЖ для различных видов обработки?
14. Какие методы настройки инструментов на размер Вы знаете?
15. Перечислите способы крепления инструментов на станке с использованием вспомогательных инструментов.

16. В каких условиях применяются предельные калибры?

Л и т е р а т у р а

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Мн.: Выш.школа, 1983. - 256 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах. - М.: Машиностроение, 1985. - Т. I - 694 с. Т. II - 568 с.

П р а к т и ч е с к а я р а б о т а № 7

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Цель работы - ознакомление с принципами проектирования маршрутных технологических процессов и практическое освоение правил оформления маршрутных карт, используемых при разработке технологических процессов механической обработки изделий.

Работа рассчитана на два академических часа.

Основные положения

Проектирование маршрута обработки изделия является сложной и ответственной задачей с большим количеством вариантов решений. При установлении общей последовательности обработки учитывается то, что в первую очередь обрабатываются поверхности, принятые за технологические базы и по которым во время дальнейшей обработки базируется деталь. Затем всю остальную обработку детали можно условно разделить на три стадии: черновую, чистовую и отделочную. В процессе черновой обработки удаляется основная часть припуска, при этом происходит нагрев детали, возникают различные погрешности, происходит перераспределение внутренних напряжений. Чередование черновой и чистовой обработки в таких условиях не обеспечит заданной точности изделия. Вынесение чистовых и отделочных операций в конец маршрута обработки уменьшает риск случайного повреждения обработанных поверхностей в процессе обработки и транспортировки. Осуществление предварительной обработки поверхностей позво-

ляет также уже на ранних стадиях обработки выявить возможные дефекты поверхностей детали из-за дефектов заготовки.

После определения общего плана обработки следует наметить содержание операций и выбрать тип оборудования. При проектировании содержания операций необходимо стремиться к уменьшению ее трудоемкости, к максимально возможной концентрации выполняемых переходов на одном рабочем месте. Выбор оборудования определяют условия производства, технологические возможности станков, их точность, производительность, возможность обработки данного вида детали и др. В зависимости от типа производства используются и различные модели станков. Для массового производства следует использовать автоматы, полуавтоматы, автоматические линии, агрегатные станки, а для серийного производства предпочтение следует отдавать станкам с ЧПУ, переналаживаемым линиям и т.д. Разрабатывая технологический процесс в условиях конкретного производства, следует в наибольшей степени использовать имеющееся в цехе или на участке оборудование.

Окончательный выбор маршрута технологического процесса осуществляется на стадии сравнения вариантов обработки по технико-экономическим показателям. Для окончательной разработки принимается тот технологический процесс, который при обязательном условии обеспечения требуемого качества изделия обеспечивает наименьшую себестоимость его обработки. В маршрутном технологическом процессе также следует предусматривать в случае необходимости контрольные, моечные, слесарные и др. операции.

Итоги работы по рассмотренным этапам проектирования заносят в технологическую маршрутную карту.

Маршрутная карта /МК/ является составной и неотъемлемой частью комплекта технологической документации, разрабатываемой на технологические процессы изготовления или ремонта изделий и их составных частей. Формы МК устанавливаются ГОСТ 3.1118-82, являются унифицированными и их следует применять независимо от типа и характера производства, а также степени детализации описания технологических процессов.

При маршрутном и маршрутно-операционном описании технологического процесса маршрутная карта является одним из основных документов, на котором описывается весь технологический процесс в технологической последовательности выполнения операций. При операционном описании технологического процесса маршрутная кар-

та выполняет роль сводного документа, в котором указывается адрес информации /номер цеха, участка, рабочего места/, наименования операции, перечень документов при выполнении операций, технологическое оборудование и трудозатраты.

Методические указания

В соответствии с ГОСТ 3.1118-82 при заполнении маршрутной карты информацию о технологическом процессе в нее заносят построчно, причем каждой строке присваивается определенный служебный символ, зависящий от содержания информации. Служебные символы условно выражают состав информации в строке и предназначены для ее обработки средствами автоматизации. В качестве обозначения служебных символов приняты буквы русского алфавита, проставляемые перед номером соответствующих строк.

Для форм маршрутной карты с горизонтальным полем подшивки используются следующие символы в зависимости от информации, содержащейся в строке:

- А - в строке указываются номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции, номер инструкции по охране труда;
- Б - в строке указываются код, наименование оборудования и информация по трудозатратам;
- М - в строке указывается информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, информация о применяемых вспомогательных и комплектующих материалах с указанием наименования и кода материала, обозначения подразделения, откуда поступают материалы, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода;
- О - содержание операции;
- Т - информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке.

Для форм маршрутной карты с вертикальным полем подшивки следует использовать дополнительные служебные символы в соответствии с ГОСТ 3.1118-82.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ О, следует руководствоваться требованиями соответствующих стандартов, устанавливающих правила записи операций и переходов. Запись информации следует выполнить в технологической последователь-

ности по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. Для случая операционного описания технологического процесса на маршрутной карте номер перехода следует проставлять в начале строки.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ Т, используются классификаторы, отраслевые и государственные стандарты на кодирование, обозначения и наименование применяемой на операции технологической оснастки. Информацию по технологической оснастке записывают в следующей последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент, режущий инструмент, слесарно-монтажный инструмент, специальный инструмент для выполнения специфических технологических процессов, средства измерения. Запись следует выполнять по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять через знак ";". Количество одновременно применяемых единиц оснастки следует указывать после кода технологической оснастки, заключая в скобки.

Для единичных технологических процессов, выполняемых с применением различных методов механической обработки, в зависимости от вида описания технологических процессов для маршрутной карты формы I используется следующая очередность заполнения строк по служебным символам:

при маршрутном описании - MO1, MO2, А,Б, О,Т;

при операционном описании - MO1, MO2, А,Б.

Графы маршрутной карты формы I следует заполнять в соответствии с табл. I.

Для проектирования технологического процесса исходными данными являются рабочий чертеж детали, технические условия на ее изготовление, годовая программа выпуска деталей. После анализа технологичности детали, выбора типа производства и метода получения заготовки следует приступать непосредственно к разработке технологического процесса. Разработка маршрута технологического процесса начинается с выбора технологических баз. При выборе баз необходимо четко представлять общую последовательность обработки детали, стремиться к более полному выдерживанию принципа совмещения баз. Выдерживание принципа постоянства баз способствует повышению точности взаимного положения поверхностей деталей. Соблюдение принципа постоянства баз повышает однотипность приспособлений и схем

установки, что особенно важно при автоматизации процессов обработки. При вынужденной смене баз надо переходить от менее точной к более точной базе. При выборе технологических баз следует также учитывать некоторые дополнительные соображения: удобство установки и снятия заготовки, надежность и удобство ее закрепления, возможность подвода режущих инструментов с разных сторон заготовки.

После окончательного выбора технологических баз переходят к установлению маршрутов обработки отдельных поверхностей, к которым предъявляются повышенные требования по точности и по шероховатости. Такой маршрут обработки устанавливается исходя из требований рабочего чертежа и вида принятой заготовки. По заданным точности и шероховатости данной поверхности и с учетом размеров, массы и формы заготовки выбирается метод окончательной обработки. Базируясь на завершающий и начальный методы обработки, устанавливаются промежуточные методы обработки. При построении маршрута исходят из того, что каждый последующий метод обработки должен быть точнее предыдущего. Закончив анализ маршрутов обработки отдельных поверхностей, определяют маршрут обработки всей детали с учетом приведенных выше соображений. Разработанный технологический процесс записывают в маршрутную карту. Пример оформления маршрутной карты на единичный технологический процесс обработки резанием маршрутного описания приведен на рис.1.

Т а б л и ц а I

Содержание информации в графах маршрутной карты
формы I

Наименование графы	Служебный символ строки	Содержание информации
1	2	3
	MO1	Наименование, сортамент, размер и марка материала, обозначение стандарта, технических условий. Запись выполняется на уровне одной строки с применением разделительного знака дроби "/". Например: Круг В22 ГОСТ 2590-71/45 ГОСТ 1050-71.
Код	MO2	Код материала по классификатору.
ЕВ	MO2, М	Код единицы величины детали, заготовки, материала по классификатору СОВЕС.
МЦ	MO2	Масса детали по конструкторскому документу

Продолжение табл. I

	1	2	3
ЕН	МО2,Б		Единица нормирования, по которой устанавливается норма расхода материала или норма времени, например, I, IO, IOO.
Н.расх.	МО2,М		Норма расхода материала
КЭИМ	МО2		Коэффициент использования материала
Код заготовки	МО2,МО3		Код заготовки по классификатору. Допускается указывать вид заготовки - отливка, и т.д.
Профиль и размеры	МО2,МО3		Профиль и размеры исходной заготовки. Допускается профиль не указывать.
Р _н КД	МО2,МО3		Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки
МЗ	МО2,МО3		Масса заготовки
Цех	А		Номер цеха, в котором выполняется операция
Уч	А		Номер участка
РМ	А		Номер рабочего места
Опер.	А		Номер операции в технологической последовательности изготовления изделия
Еод, наименование опер.	А		
Обозначение документа			Обозначение документа на операцию, инструкции по охране труда, применяемых на данной операции. Состав документов следует указывать через разделительный знак ";". При необходимости возможен перенос информации на последующие строки.
Код, наименование оборудов.	Б		Код оборудования по классификатору, краткое наименование оборудования, его инвентарный номер. Информацию следует указывать через разделительный знак ";". Допускается вместо краткого наименования оборудования указывать его модель, допускается не указывать инвентарный номер.
СМ	Б		Степень механизации
Проф.	Б		Код профессии по классификатору ОКЦИТР.
Р	Б		Разряд работы, необходимый для выполнения операции.
УТ	Б		Код условий труда по Классификатору ОКЦИТР и код вида норм.

Продолжение табл. I

I	1	2	3
КР		Б	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции
КОИД		Б	Количество одновременно обрабатываемых деталей при выполнении одной операции
ОП		Б	Объем производственной партии в шт.
Кшт		Б	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании
Тпз		Б	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию
Тшт		Б	Норма штучного времени на операцию
Наименование детали, сб. единицы или материалы		М	Наименование деталей, сборочных единиц по конструкторскому документу или материалов по классификатору
ОПП			Обозначение подразделения, откуда поступают комплектующие детали /для МК сборки/
КИ		М	Количество деталей, применяемых при сборке /для МК сборки/

Порядок выполнения работы

1. Получить задание у преподавателя.
2. Изучить конструкцию детали, определить технологические базы, наметить маршрут обработки детали.
3. Выполнить чертеж детали, получить у преподавателя или вычертить бланк маршрутной карты по форме 1.
4. Заполнить маршрутную карту в соответствии с разработанным технологическим процессом, приняв маршрутный способ описания. /1, 2, 3 /.
5. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Задание и чертеж детали для разработки маршрутного технологического процесса.
3. Перечень операций маршрутного технологического процесса с указанием схем базирования.
4. Маршрутная карта разработанного технологического процесса.

Контрольные вопросы

1. Какие поверхности заготовки обрабатываются в первую очередь?
2. Можно ли использовать необработанные поверхности в качестве технологических баз в середине и конце обработки?
3. Какие условные стадии техпроцесса обработки можно выделить?
4. Что определяет выбор оборудования?
5. Что является критерием окончательного выбора типа оборудования?
6. Что записывается в маршрутную карту при маршрутно-операционном описании техпроцесса?
7. Что отражают служебные символы МК?
8. Как записывается информация в МК?
9. В какой строке указываются требования по технике безопасности или охране труда?

Л и т е р а т у р а

1. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1985. - 304 с.
2. ГОСТ 3.1118-82. Формы и правила оформления маршрутных карт. - М.: Изд-во стандартов, 1983. - 22 с.
3. Методические указания по оформлению технологических документов в курсовых и дипломных проектах по курсу "Технология машиностроения". - Мн.: БТИ. 1985. - 20 с.

ВЗРОС	БОЛОЖ	ЕПН	76 - 150181	507 10. 11. 2001	
				ШТОК	0,
И.контр.					
M01	АДРС Б.22 ГОСТ 2590-21 / 45 ГОСТ 1050-71				
Код	ЕБ	МЛ	ЕН	И.брок	КЛМ
2257	786	2-38	А	3,7	0,05
А	И.в.т.ч. ДМ: И.брок: Код наименования операции				
Б	Код наименования оборудования				
M03	01	005 4280 Отрезная			
M04	25204	34647	2 16925 3 1/2 1 1 1 - 1 - 3.41		
M05	Отрезная заточилка L=125 10,5				
M06	2200-0727 тиски МН 5791-65; 1250x3 АА ГОСТ 2679-71 РЕМ 5 прореза;				
M1	ШЛТ 200-01 ГОСТ 166-80 шланговидные, одну зажимные				
M8					
M09	01	010 4269	Презервно-испытательное ШУИ по СТБ 7		
M10	27060	2982	2 4832 2 1/2 1 1 1 - 1 - 0.501		
M11	Презервно-испытательная, испытательная резина L=122-05, 4 шт. по плану				
M12	И.брок: И.брок: И.брок: И.брок: D=4743, D=613705, L=20702				
M13	И.брок: И.брок: И.брок: И.брок: 6222-0036 ГОСТ 13785-68 отрезная;				
M14	2214	0221	71546 ГОСТ 22085-76 (2) прореза; 2317-0009 РЕМ 5 ГОСТ		
M15	14552	75 (2)	съемно чехольное; ШЛТ 200-01 ГОСТ 166-80 шланговидные;		
M16	шланговидные; колесо сред. Ø 6,3; Диск зажимные				

МК

С о д е р ж а н и е

1. Определение типа производства по его характеристике -- коэффициенту закрепления операций	3
2. Оценка надежности технологических систем по параметрам точности	10
3. Методика расчета производственных погрешностей аналитическим методом	17
4. Нормирование работ, выполняемых на сверлильных станках с числовым программным управлением	29
5. Анализ объекта производства	40
6. Анализ технологического процесса механической обработки деталей машин	47
7. Проектирование маршрутного технологического процесса	57

Виктор Андреевич ШКРЕД
Анатолий Иванович МЕДВЕДЕВ
Виталий Валентинович БАБУК
Сергей Герасимович БОХАН

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению практических работ по дисциплине
"Технология машиностроения" для студентов
специальности 0501

Редактор Л.В.Иванова

Подписано в печать 22.07.86.

Формат 60x84¹/16. Бумага т.№2. Офс.печать.

Усл.печ.д.4,12. Уч.-изд.д.3,0. Тир.300. Зак.298. Бесплатно.

Отпечатано на ротапринте БПИ. 220027, Минск, Ленинский пр., 65.