

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Методические указания для студентов заочной формы обучения
по направлению 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

Составители

А. С. Гренишин
Н.В. Рокотов

Санкт- Петербург
2017

В соответствии с вариантом, определяемым последней цифрой номера студенческого билета, решить три задачи.

Задача 1. Определение типа производства.

Согласно ГОСТ 3.1108-74 ЕСТД и ГОСТ 14.004-74 ЕСТПШ одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций $K_{з.о.}$. Этот коэффициент показывает отношение числа всех операций, выполняемых в цехе (на участке) в течение месяца, к числу рабочих мест, т.е. характеризует число операций, приходящихся в среднем на одно рабочее место в месяц или степень специализации рабочих мест. При $K_{з.о.} = 1$ производство массовое; если $1 < K_{з.о.} < 10$ – крупносерийное, $10 < K_{з.о.} < 20$ – среднесерийное; $20 < K_{з.о.} < 40$ – мелкосерийное. В единичном производстве $K_{з.о.} > 40$.

В соответствии с [1] при расчетах для действующего цеха (участка)

$$K_{з.о.} = \Sigma P_o / P_{р.м} = K_b \Phi \frac{\Sigma P_o}{\Sigma N_i T_i}, \quad (1.1)$$

где ΣP_o – суммарное число различных операций;

$P_{р.м}$ – число рабочих мест;

K_b – коэффициент выполнения норм, $K_b = 1,3$;

Φ – месячный фонд времени рабочего при работе в одну смену, ч;

$\Sigma N_i T_i$ – суммарная трудоемкость программы выпуска, ч;

N_i – программа выпуска каждой i -той позиции номенклатуры;

T_i – трудоемкость i -той позиции, ч.

Условное число однотипных операций P_{oi} , выполняемых на одном рабочем месте, может быть определено как

$$P_{oi} = \eta_n / \eta_\phi, \quad (1.2)$$

где η_n – нормативный коэффициент загрузки рабочего места всеми закрепленными за ним операциями; η_ϕ – фактический коэффициент загрузки данной операцией.

$$\eta_\phi = \frac{T_{ш.к.} N_r}{60 F_d K_b}, \quad (1.3)$$

где $T_{ш.к.}$ – трудоемкость основных операций технологического процесса;

N_r – годовая программа выпуска, шт.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч.

Приняв по справочным данным $K_b = 1,3$; $\eta_n = 0,8$ и $F_d = 4015$ ч, получим

$$P_{oi} = \frac{60\eta_n F_d K_B}{N_r T_{ш.к.}}, \quad (1.4)$$

$$K_{з.о.} = \frac{250536}{N_r P_{р.м.}} \sum_1^{P_{р.м.}} \frac{1}{T_{ш.к.i}}, \quad (1.5)$$

Пример 1. Определить условное число однотипных операций P_{oi} , выполняемых на каждом рабочем месте, коэффициент закрепления операций $K_{з.о.}$ и тип производства при реализации технологических процессов изготовления двух деталей, используя исходные данные (табл. 1).

Решение (вариант 11, деталь 21):

$$P_{o1} = \frac{250536}{3000 \cdot 2,7} = 30,9; \quad P_{o2} = 46,4; \quad P_{o3} = 19,9; \quad P_{o4} = 10,7; \quad P_{o5} = 10$$

$$K_{з.о.} = \frac{250536}{3000 \cdot 5} \left(\frac{1}{2,7} + \frac{1}{1,8} + \frac{1}{4,2} + \frac{1}{7,8} + \frac{1}{8,3} \right) = 23$$

В соответствии с тем, что $20 < K_{з.о.} < 40$ – производство мелкосерийное

Используя исходные данные (табл.1), определить коэффициент закрепления операций $K_{з.о.}$ и тип производства при реализации технологических процессов изготовления двух деталей.

Таблица 1

Вариант	№ детали	Т _{ш.к.} на операцию						N _г , шт
		005	010	015	020	025	030	
1	1	3,3	4,8	4,6	5,9	6,3	7,5	4500
	2	2,1	5,3	8,8	7,5	1,8	11,2	10000
2	3	4,7	7,8	5,4	10,3	15,2	-	2500
	4	5,2	4,3	12,4	4,8	1,2	3,8	7500
3	5	1,2	0,8	2,1	2,8	1,9	0,7	15000
	6	12,0	32,3	15,6	10,3	9,2	-	1500
4	7	15,0	42,0	11,3	7,4	-	-	1000
	8	0,9	1,2	7,1	3,4	5,3	-	10000
5	9	3,0	4,5	6,3	5,4	1,2	1,7	7500
	10	1,2	2,1	0,9	1,8	3,2	-	30000
6	11	5,0	6,2	4,2	7,8	8,3	5,4	1500
	12	3,8	4,3	12,0	6,3	-	-	3800
7	13	7,0	6,5	8,3	5,4	7,8	2,4	10000
	14	4,0	7,0	2,2	3,5	4,7	-	50000
8	15	2,7	1,8	3,9	4,6	6,6	-	1500
	16	7,0	8,0	9,0	10,0	7,5	8,5	5000

9	17	13,5	6,8	7,5	14,0	3,5	-	1500
	18	3,0	4,5	2,9	7,4	1,8	-	12000
10	19	9,5	36,0	14,0	22,0	-	-	4000
	20	1,8	6,7	3,8	12,0	6,1	5,3	25000
11	21	2,7	1,8	4,2	7,8	8,3	-	3000
	22	32,3	15,6	9,0	10,0	7,5	-	10000

Задача 2. Расчет шероховатости обрабатываемой поверхности.

Рассчитать среднеарифметическое отклонение шероховатости обрабатываемой поверхности при заданных режимах резания и подачу, требуемую для достижения данной высоты шероховатости при токарной обработке.

Параметры шероховатости поверхности для различных условий обработки можно определить по эмпирическим зависимостям, полученным в процессе эксперимента [2]. При чистовой обработке среднеуглеродистых сталей точением резцами марки Т15К6 среднеарифметическое отклонение профиля R_a можно определить по следующей формуле:

$$R_a = 0.85 \frac{t^{0.32} S^{0.58} \varphi^{0.4} \varphi_1^{0.4}}{V^{0.06} r^{0.66} HB^{0.05}} \quad (2.1)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

φ, φ_1 – главный и вспомогательный углы резца в плане, град;

V – скорость резания, м/мин;

r – радиус при вершине резца, мм;

HB – твердость по Бринеллю.

Пример 2. Определить ожидаемую шероховатость поверхности при точении среднеуглеродистой стали твердостью $HB = 210$ резцом Т15К6 с геометрическими параметрами $\varphi = 60^\circ$, $\varphi_1 = 35^\circ$, $r = 1$ мм и режимами резания $t = 0,8$ мм, $S = 0,1$ мм/об, $V = 150$ м/мин.

Решение. Подставим исходные данные в выражение (2.1), получим

$$R_a = 0.85 \frac{0,8^{0,32} 0,1^{0,58} 50^{0,4} 30^{0,4}}{150^{0,06} 1^{0,66} 210^{0,05}} \approx 2,3 \text{ мкм}$$

Определить требуемую подачу при чистовом точении среднеуглеродистой стали резцом Т15К6 при условии обеспечения шероховатости поверхности $R_a = 3$ мкм. Условия обработки: $t = 0,5$ мм $V = 140$ м/мин, $\varphi = 50^\circ$, $\varphi_1 = 30^\circ$, $r = 1,8$ мм, $HB = 150$.

Решение: Из формулы (2.1) можно определить S .

$$S = \left(\frac{R_a V^{0,06} r^{0,66} HB^{0,05}}{0.85 t^{0,31} \varphi^{0,4} \varphi_1^{0,4}} \right)^{1,72} \quad (2.2)$$

Подставляя исходные данные, получим $S \approx 0,6$ мм/об.

Таблица 2.1

№ варианта	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	φ, град	φ ₁ , град	r, мм	НВ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,5	0,12	100	60	25	1,5	180
	0,5	0,08	100	60	25	1,5	180
2	0,5	0,12	120	60	25	1,5	210
	0,5	0,08	120	60	25	1,5	210
3	1,5	0,10	120	50	35	2,0	210
	1,5	0,08	120	50	35	2,0	210
4	1,0	0,18	150	75	30	0,5	140
	1,0	0,10	150	75	30	0,5	140
5	1,0	0,18	150	75	30	0,5	210
	1,0	0,10	150	75	30	0,5	210
6	1,0	0,18	80	75	30	0,5	210
	1,0	0,10	80	75	30	0,5	210
7	1,5	0,16	140	70	35	1,8	200
	1,5	0,08	140	70	35	1,8	200
8	1,2	0,15	180	60	35	0,8	180
	1,2	0,08	180	60	35	0,8	180
9	1,8	0,12	100	50	30	1,0	150
	1,8	0,06	100	50	30	1,0	150
10	0,8	0,10	170	70	35	1,1	170
	0,8	0,06	170	70	35	1,1	170

Таблица 2.2

№ варианта	R _a , мкм	t, мм	V, м/мин	φ, град	φ ₁ , град	r, мм	НВ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,5	1,5	140	60	35	1,0	180
	2,0	1,5	140	60	35	1,0	180
2	1,5	0,5	140	60	35	1,0	180
	2,0	0,5	140	60	35	1,0	180
3	1,5	1,5	100	60	35	1,0	180
	2,0	1,5	100	60	35	1,0	180

4	1,5	1,5	140	45	35	1,0	180
	2,0	1,5	140	45	35	1,0	180
5	1,5	1,5	140	60	35	1,0	210
	2,0	1,5	140	60	35	1,0	210
6	2,0	1,0	120	60	30	2,0	210
	3,0	1,0	120	60	30	2,0	210
7	2,5	0,8	160	45	35	0,5	140
	3,0	0,8	160	45	35	0,5	140
8	1,25	1,4	140	70	30	1,2	140
	2,0	1,4	140	70	30	1,2	140
9	1,25	1,2	140	70	30	1,2	200
	2,5	1,2	140	70	30	1,2	200
10	2,5	0,8	160	45	35	0,5	160
	3,0	0,8	160	45	35	0,5	160

Задача 3 Разработка маршрутов изготовления основных поверхностей деталей.

Ряд операций обработки, необходимых для изготовления поверхностей детали и расположенных в порядке повышения точности, образуют маршруты изготовления основных поверхностей заготовки. В каждой операции рассматриваемого маршрута используют определенный технологический метод. Целью применения любого технологического метода является достижение желаемого множества значений показателя качества обработанной поверхности заготовки (результата), например качества точности (IT) и параметра шероховатости (R_a):

$$(IT_{\min})_p \leq IT_z \leq (IT_{\max})_p \quad (3.1)$$

$$(R_{a \min})_p \leq R_{a z} \leq (R_{a \max})_p \quad (3.2)$$

где $(IT_{\min})_p, (IT_{\max})_p$ – границы диапазона значений IT в результате применения технологического метода; $(R_{a \min})_p, (R_{a \max})_p$ – границы диапазона значений (R_a) в результате применения технологического метода.

Таблица 3.1

Результаты реализации технологических методов обработки плоскостей.

№ п/п	Технологический метод	Результат			
		IT _{min}	IT _{max}	R _{a min}	R _{a max}
1	Фрезерование черновое	11	13	4,0	15,5
2	Фрезерование чистовое	9	11	0,85	3,2

3	Фрезерование тонкое	8	9	0,4	1,25
4	Шлифование предварительное	7	9	1,5	3,4
5	Шлифование чистовое	6	7	0,5	1,5
6	Шлифование тонкое	5	6	0,2	0,5

Таблица 3.2

**Результаты реализации технологических методов обработки
наружных цилиндрических поверхностей.**

№ п/п	Технологический метод	Результат			
		IT _{min}	IT _{max}	R _{a min}	R _{a max}
1	Точение черновое	12	13	12,5	36
2	Точение получистовое	11	12	3,2	12,5
3	Точение чистовое	8	9	1,4	4,6
4	Точение тонкое	6	7	0,32	1,0
5	Шлифование предварительное	7	9	1,5	3,4
6	Шлифование окончательное	6	7	0,5	1,5
7	Шлифование тонкое	5	6	0,2	0,5

Таблица 3.3

**Результаты реализации технологических методов обработки
внутренних цилиндрических поверхностей.**

№ п/п	Технологический метод	Результат			
		IT _{min}	IT _{max}	R _{a min}	R _{a max}
1	Сверление	11	14	20	20
2	Рассверливание	9	11	3,6	14
3	Зенкерование черновое	11	13	5	10
4	Зенкерование чистовое	9	11	2,1	5,8
5	Развертывание черновое	6	7	0,5	1,5
6	Развертывание чистовое	7	9	0,63	1,2

7	Развертывание тонкое	6	7	0,3	0,68
8	Растачивание черновое	11	13	3,0	17,5
9	Растачивание чистовое	8	10	1,6	3,8
10	Растачивание тонкое	7	8	0,3	1,1
11	Шлифование предварительное	7	9	1,5	3,4
12	Шлифование окончательное	6	7	0,5	1,5
13	Шлифование тонкое	5	6	0,2	0,5

Пример 3. Составить маршрут обработки наружной цилиндрической поверхности диаметром $\varnothing 50h7$, $R_a=0,63$. Исходная заготовка – горячекатаный прокат IT14, $R_a=20$. Один из двух возможных вариантов маршрута обработки.

- | | | |
|-------------------------|------------|------------------|
| 1. Заготовка | IT 14 | $R_a=20$ |
| 2. Точение черновое | IT 12 - 13 | $R_a=12,5 - 36$ |
| 3. Точение получистовое | IT 11 - 12 | $R_a=3,2 - 12,5$ |
| 4. Точение чистовое | IT 8 - 9 | $R_a=1,4 - 4,6$ |
| 5. Точение тонкое | IT 6 - 7 | $R_a=0,32 - 1,0$ |

Таблица 3.4

Варианты заданий

Вариант	Обрабатываемая поверхность	Заготовка	
		Тип	Квалитет
1	Отверстие $\varnothing 15 h8$, $R_a=1,0$	Штамповка	16
2	Вал $\varnothing 45_{-0,19}$, $R_a=2,5$	Прокат	15
3	Ступень $\varnothing 15 h8$, $R_a=6,3$	Штамповка	14
4	Шейка $60 f7$, $R_a=1.25$	Штамповка	14
5	Паз $20^{+0,084} \times 25_{-0,052}$, $R_a=2,5$	Штамповка	16
6	Ступень $\varnothing 40k6$, $R_a=0.63$	Штамповка	15
7	Вал $\varnothing 40_{-0,025}$, $R_a=1,25$	Прокат	14
8	Отверстие $\varnothing 110 h7$, $R_a=2,5$	Литье	16
9	Вал $\varnothing 30H7$, $R_a=1,25$	Штамповка	16
10	Отверстие $\varnothing 24 h7$, $R_a=1.25$	Литье	16

Библиографический список

1. Аверченко и др. Сборник задач, упражнений и практических заданий по технологии машиностроения. - Новополюцк: ПГУ, 2008.
2. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов.- М.: Машиностроение, 2004.
3. Прилуцкий В.А. Основы технологии машиностроения.- Самара: СГУ, 2010.
4. Горбачев А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроению.- Минск.: Высшая школа, 2005.
5. Данилевский В.В. Справочник молодого технолога-машиностроителя.- М.: Высшая школа, 2009.
6. Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя Т. 1 и Т.2, М.: Машиностроение, 2006.
7. Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту М.: Машиностроение, 2006.