

Міністерство освіти і науки України
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з дисципліни **"Теорія різання"**
для студентів спеціальності
"Технологія машинобудування"
заочної форми навчання

Методичні вказівки з дисципліни "Теорія різання" для студентів спеціальності "Технологія машинобудування" заочної форми навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2006.-28 с.

Укладач: С.Г. Ясько, магістр, асистент.

Відповідальний за випуск: зав. кафедри технології машинобудування А.В. Васильєв, канд. техн. наук, доцент.

Затверджено радою університету
Протокол №___від" "____2006 р.

Редактор Я.В. Новічкова
Коректор Н.О. Янкевич

ВСТУП

Методичні вказівки з теорії різання призначені для студентів спеціальності "Технологія машинобудування" заочної форми навчання. Ці методичні вказівки містять три розділи. У першому наведені варіанти завдань письмової контрольної роботи №1. Пояснення до розв'язання цих завдань подані у відповідних розділах методичних указівок [7].

Другий розділ уміщує завдання контрольної роботи №2. У цьому розділі наведені варіанти завдань із детальними поясненнями порядку їх розв'язання.

У третьому розділі подано програму дисципліни "Теорія різання" з посиланнями на літературні джерела відповідно до кожної з тем програми.

Список літератури, яка необхідна для виконання контрольних робіт і вивчення дисципліни "Теорія різання", пропонується наприкінці даних указівок.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №1

Ця контрольна робота містить п'ять завдань. Методику їх розв'язання подано в [7]. Нижче наведені умови завдань за варіантами.

Завдання 1. Визначити статичні кути: $\gamma_{ст}$ і $\alpha_{ст}$ за умови, якщо вершина різця зміщена вгору або вниз на величину h від осьової площини заготовки діаметром D при її обточуванні, розточуванні чи відрізанні, а також кінематичні кути γ_k та α_k у процесі різання з подачею S (табл. 1). Побудувати графік залежності $\alpha_k = f(D)$ при зміні D від нуля до заданого рівня, зробити висновок [7, с.9].

Таблиця 1.1 – Вихідні дані до завдання 1

Варіант	Вид обробітку	D,мм	α ,град.	γ ,град.	h,мм*	S,мм/об	ϕ ,град.
1	обточування	40	6	0,0	+2	0,20	75
2		45	8	5,0	-3	0,18	60
3		50	10	10	-2	0,24	45
4		55	12	12	+1,5	0,30	70
5		60	10	14	-3,5	0,18	40
6	відрізання	32	7	3,0	+1,5	0,10	90
7		36	9	5,0	-2,0	0,16	80
8		42	11	8,0	-2,5	0,40	75
9		46	13	15	-1,8	0,35	85
10		52	9	17	+4,0	0,25	78
11	розточування	28	8	20	-1,0	0,10	45
12		30	9	18	+1,2	0,15	55
13		34	10	16	-1,5	0,24	60
14		38	11	14	+2,0	0,18	75
15		44	12	18	-1,8	0,20	80
16	обточування	62	7	25	+5,0	0,60	45
17		64	9	23	+4,0	0,50	50
18		66	11	21	-3,0	0,45	56
19		68	13	19	-2,8	0,64	65
20		70	9	17	+1,8	0,36	70
21	розточування	25	12	15	+1,2	0,12	75
22		30	11	14	-1,8	0,15	80
23		35	10	13	+1,5	0,18	60
24		40	8	12	-2,5	0,20	40
25		45	7	11	-3,0	0,32	45

*знак "+" означає зміщення вершини різця вгору, а знак "-" -униз.

Завдання 2. Для операції "поздовжнє точіння" гострозаточеним різцем визначити:

- товщину **a** та ширину **b** зрізуваного шару;
- висоту **h_з** залишкових гребінців;
- площу номінального перерізу зрізуваного шару **f_н**;
- площу залишкового перерізу гребінців **f_з**;
- площу дійсного перерізу зрізуваного шару **f_д**,

якщо відомі подача **S**, глибина різання **t**, головний ϕ та допоміжний ϕ_1 кути різця в плані (таблиця 1.2). Побудувати графік залежності висоти залишкових гребінців від подачі **h_з=f(D)** у діапазоні **S** від нуля до заданого рівня і зробити за графіком відповідний висновок [7, с. 12].

Таблиця 1.2 - Вихідні дані до завдання 2

Варіант	S, мм/об	t, мм	φ, град.	φ₁, град.
1	0,10	0,8	40	20
2	0,15	1,2	45	24
3	0,20	1,6	50	22
4	0,25	2,0	55	18
5	0,30	2,5	60	16
6	0,08	0,9	65	14
7	0,10	1,0	70	12
8	0,12	1,1	75	10
9	0,14	1,2	80	8
10	0,16	1,4	85	15
11	0,18	1,6	90	17
12	0,22	1,8	44	20
13	0,24	2,6	48	21
14	0,21	2,2	52	45
15	0,23	2,0	54	40
16	0,25	2,0	56	42
17	0,27	2,5	58	15
18	0,29	2,8	62	10
19	0,31	2,6	64	8
20	0,33	3,0	44	5
21	0,35	3,2	46	18
22	0,37	3,6	48	16
23	0,39	4,0	50	14
24	0,41	4,5	55	12
25	0,43	4,8	60	10

Завдання 3. Визначити критерій оптимального зношування токарних різців h_{opt} (критерій професора М. Н. Ларіна) за даними таблиці 1.3. За результатами розрахунків зробити необхідні

Таблиця 1.3 – Вихідні дані до завдання 3

Варіант	α, град.	γ, град.	В, мм	Δ, мм	hз, мм*	Т, хв*
1	10	12	18	0,18	0,5	10
2	12	18	16	0,20	1,5	30
3	15	20	20	0,22	3,0	60
4	8	25	14	0,16	4,0	70
5	13	16	24	0,24	4,5	72
6	8	22	22	0,17	0,8	15
7	10	20	18	0,19	2,0	40
8	12	18	14	0,21	2,5	50
9	14	16	12	0,15	3,0	58
10	16	14	15	0,16	3,5	60
11	6	24	26	0,20	1,0	18
12	7	20	24	0,20	1,8	34
13	8	16	22	0,16	2,8	55
14	9	12	20	0,16	3,9	64
15	10	8	18	0,14	4,5	66
16	16	10	25	0,22	0,4	10
17	14	12	23	0,20	1,6	35
18	12	14	21	0,18	2,5	50
19	10	16	19	0,16	3,5	55
20	8	18	17	0,14	4,0	57
21	15	12	22	0,20	0,5	12
22	13	16	20	0,19	1,5	36
23	11	20	19	0,18	3,0	70
24	9	24	18	0,17	4,0	90
25	7	25	17	0,15	4,5	92

***Дані стосуються всієї групи з п'яти варіантів.**

Завдання 4. За даними таблиці 1.4 визначити допустиму швидкість різання V , м/хв, при обточуванні заготовки [7, с. 19].

Таблиця 1.4 – Вихідні дані до завдання 4

Вар.	Матер. PI	Матер. загот.		Стан мат. загот.	T, хв	t, мм	S, мм/об	ϕ , град.	ϕ_1 , град.
1	Т5К10	Сталь σ_B , МПа	640	прокат	60	4,0	0,7	60	10
2			660		50	3,0	0,6	50	12
3			680		45	3,5	0,5	45	15
4			700		48	3,2	0,4	40	20
5			720		75	2,8	0,36	35	24
6	ВК4	СЧ36 НВ, МПа	2200	поверхня з ливарною кіркою	30	3,6	0,6	45	30
7			2100		35	3,2	0,5	50	25
8			2050		40	2,8	0,4	60	35
9			2000		45	3,0	0,4	40	40
10			1950		60	3,4	0,5	35	20
11	Т15К6	Сталь σ_B , МПа	800	поверхня з окалиною	45	4,5	0,5	75	30
12			820		48	4,8	0,6	70	35
13			760		54	5,0	0,7	65	40
14			730		60	5,2	0,8	60	45
15			700		75	5,6	0,9	80	25
16	Р6М5	КЧ44-6 НВ, МПа	1800	вливкок	30	5,0	0,7	60	40
17			1750		35	4,5	0,6	55	40
18			1700		40	4,0	0,5	45	35
19			1600		45	3,5	0,4	40	35
20			1400		50	3,0	0,4	40	30
21	Р6М5К5	Сталь σ_B , МПа	600	чиста поверхня прокату	60	3,0	0,4	75	15
22			580		65	2,8	0,3	70	20
23			560		70	3,2	0,4	65	25
24			540		75	3,4	0,5	50	30
25			520		80	4,0	0,6	45	35

Завдання 5. За даними таблиці 1.5 розрахувати складові сили різання P_z ; P_y ; P_x при точінні, визначити рівнодіючу силу різання P , установити співвідношення між складовими сили різання $P_z:P_y:P_x$ і порівняти розраховане співвідношення із загальноприйнятим, визначити ефективну потужність різання й потужність електродвигуна головного приводу верстата [7, с. 22].

Таблиця 1.5 – Вихідні дані до завдання 5

Варіант	Матер.загот.		Матер. PI	t,	S,	V,	φ,	γ,	λ,	г,
				мм	мм/об	м/хв	гр.	гр.	гр.	мм
1	Сталь σв, МПа	800	Т15К6	4,0	0,50	65	35	-2	0	0,0
2		750		3,8	0,40	85	45	0,0	5	0,5
3		720		3,5	0,35	120	60	5	0	0,4
4		700		3,0	0,40	180	75	7	3	0,3
5		680		2,5	0,30	250	80	10	0	0,0
6	КЧ44- 6 НВ, МПа	1700	ВК8	3,5	0,50	95	45	-5	-5	0,0
7		1650		3,0	0,40	110	48	-3	0	0,4
8		1600		3,2	0,45	125	55	0	4	0,5
9		1500		2,8	0,35	140	60	2	8	0,2
10		1450		2,0	0,25	160	70	6	10	0,6
11	Сталь σв, МПа	520	Р6М5	3,6	0,42	45	45	20	0	0,0
12		580		3,4	0,40	50	40	22	5	0,2
13		600		3,2	0,36	55	50	24	0	0,3
14		640		3,0	0,34	60	55	25	4	0,0
15		650		2,8	0,30	65	75	23	6	0,3
16	СЧ-21 НВ, МПа	1600	ВК10	2,5	0,30	110	45	5	0	0,0
17		1800		4,0	0,50	80	50	-5	5	0,4
18		2000		3,5	0,40	120	65	0	7	0,3
19		2200		3,0	0,35	180	40	-2	10	0,2
20		1900		3,2	0,40	150	60	-7	4	0,1
21	Сталь σв, МПа	780	Р18	2,2	0,25	45	75	20	10	0,3
22		800		2,0	0,24	50	70	18	5	0,4
23		770		1,8	0,22	55	55	15	0	1,0
24		740		1,6	0,20	60	50	22	-2	0,8
25		700		1,4	0,18	65	45	24	-5	0,6

КОНТРОЛЬНА РОБОТА 2

Розрахунок оптимального режиму різання при токарній обробці деталі

Під оптимальним режимом різання (ОРР) розуміють таку комбінацію умов обробки, яка для розробленої системи технічних обмежень забезпечувала б один із вибраних критеріїв оптимальності - найменшу собівартість обробки, максимальну продуктивність праці, мінімальні витрати на інструмент при одночасному забезпеченні повного використання різальних якостей інструмента й корисної потужності верстата .

У завдання встановлення ОРР входить визначення характеристики інструмента, періоду його стійкості і критерію затуплення, елементів режиму різання та машинного часу на обробку. Призначення максимально можливих режимів різання може обмежувати будь-який елемент технологічної системи: верстат, заготовка, інструмент або пристосування.

У вихідні дані для визначення ОРР треба включати креслення деталі й заготовки з припусками на обробку, допуски на виготовлення і вимоги до шорсткості поверхонь деталі, вид заготовки, стан її поверхонь, основні паспортні дані верстата, різновид токарної обробки.

Безпосередньому розрахунку ОРР має передувати розв'язання таких питань:

1 Установлення категорії жорсткості оброблюваної деталі та вибір способу її закріплення.

Якщо співвідношення довжини й діаметра вала становить менше від 4, вал умовно вважають жорстким, від 4-х до 7-ми - середньої

жорсткості, понад 7 – недостатньої жорсткості. Для визначення жорсткості валів, що мають порожнини, втулок тощо дане співвідношення треба зменшити за коефіцієнтом α , величина якого залежить від відношення діаметра отвору $d_{\text{отв}}$ до зовнішнього діаметра $d_{\text{зов}}$ (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Коефіцієнт, що враховує наявність порожнин

$d_{\text{отв.}}/d_{\text{зов}}$	<0,6	0,6 ... 0,7	0,7...0,8	0,8 ... 0,9
α	1,10	1,25	1,54	2,22

Жорсткі вали можна закріплювати консольно в патроні, а вали середньої та недостатньої жорсткості – у центрах (при обробці гладкого вала із штучної заготовки на прохід) або в патроні з притискуванням заднім центром (при обробці вала із пруткового матеріалу). Застосування люнетів завданням не передбачається. Критерієм доцільності вибраного способу закріплення вала може служити розрахована величина подачі S_0 , яку допускає жорсткість деталі. Якщо вибраний спосіб закріплення вала не забезпечує за жорсткістю потрібну подачу, то треба замінити спосіб закріплення вала на жорсткіший.

На операціях розточування й підрізання торця втулок і дисків вони закріплюються в патроні консольно.

2 Вибір середньоекономічного методу остаточної обробки поверхні та маршруту її обробки.

Метод остаточної обробки встановлюється за допомогою спеціальних таблиць, складених на основі узагальнення великої кількості практичних даних залежно від виду поверхні, її шорсткості й квалітету точності.

Для студентських робіт можна використовувати дані, наведені у таблиці 2.2.

Маршрут обробки включає допоміжні переходи від чорнового до остаточного. За даними таблиці 2.2 для кожного призначеного переходу треба вибрати забезпечувані при цьому показники точності й шорсткості.

Таблиця 2.1 – Точність і шорсткість поверхні при різних видах обробки

Тип поверхні	Вид обробки	Ra, мкм	Квалітети точності деталей	
			сталевих	чавунних та з кольорових металів
зовнішня циліндрична	чорнова	40...10	14...12	12...11
	чистова	10...1,25	10...8	9...7
	тонка алмазна	1,25...0,32	8...7	7...6
внутрішня циліндрична	чорнова	15...5	12...11	11...10
	чистова	5...1,25	10...9	9...8
	тонка алмазна	1,25...0,16	8...6	6...5
плоска	підрізання торця:			
	чорнове	40...15	12...11	11...9
	чистове	15...1,25	11...9	9...8
	тонке	1,25...0,32	9...17	8...6

3 Розподіл загального припуску між переходами і розрахунок розмірів заготовки за технологічними переходами.

При цьому виходять із того, що основна частина припуску (до 80%) знімається на чорновому переході, а решта – на чистовому. Якщо маршрут обробки включає три переходи, то на чистовому переході знову видаляють до 80% того, що залишилося від

чорнового переходу, а решту – на завершальному, тонкому переході. Треба також урахувати, що при токарній обробці припуск на сторону в середньому не повинен перевищувати: при чорновому переході 4...6 мм, чистовому – 0,8...1,0 мм, тонкому – 0,2...0,3 мм (менші значення – при обробці отвору). Якщо припуск більший за наведені величини, його треба видаляти двома чи більшою кількістю однакових чорнових проходів, залишивши на чистовий та тонкий переходи припуски, які не перевищують рекомендованих. Відповідно до розподілу припусків розраховують розміри оброблюваних і оброблених поверхонь на всіх технологічних переходах та проходах. При визначенні глибини різання варто мати на увазі, що розташування припуску може бути симетричним (при обточуванні або розточуванні). При одnobічному відрізанні за глибину різання приймають ширину робочої частини відрізних різців.

Після розв'язання розглянутих попередніх питань переходять до призначення оптимальних режимів різання. При цьому слід мати на увазі, що режимні параметри взаємопов'язані один з одним. Не можна змінювати хоча б один параметр, не змінюючи інші. Вибір усіх параметрів має бути взаємопов'язаний із можливостями верстата.

Вибір режимних параметрів виконують у два етапи - попередній і основний.

На попередньому етапі призначають глибину різання t (див. с. 10).

Далі призначають подачу S , величина якої залежить від виду технологічних операцій.

Подача має бути $S < 0,1$ мм/об при кінцевій обробці, $S = 0,1...0,4$ мм/об при проміжній обробці та $S = 0,4...0,7$ мм/об на підготовчих операціях, якщо немає вібрацій ВПД. На важких верстатах допускається подача до 1,5 мм/об.

Для вибору подачі рекомендується керуватися такими даними:

$t/S = 5... 10$. Причому при високій якості обробленої поверхні треба брати $t/S = 8...10$ або $S = (0,1...0,123) t$, а для підвищення продуктивності може бути $t/S = 5...7$ чи $S = (0,14...0,20)t$. Але при цьому необхідно враховувати фактори, що обмежують максимальну величину подачі при всіх різновидах чорнової токарної обробки.

Це – жорсткість заготовки, міцність і жорсткість державки різця, міцність механізму подачі верстата, міцність твердосплавної пластини різця.

Під час чистової або тонкої обробки розрахунок подачі треба погоджувати лише з точністю й шорсткістю поверхні деталі та жорсткістю різця.

При виконанні даної контрольної роботи необхідно перевірити вибрані режимні параметри (глибину різання, подачу) на міцність різця і його жорсткість. Ці розрахунки можна виконати після того, як будуть визначені сили різання. Якщо робочі режимні параметри не викликають перевищення допустимих значень міцності й прогину різця, то ці параметри можна прийняти за основу. У протилежному випадку треба зменшити величину подачі й виконати повторний перерахунок.

Швидкість різання V розраховують за рівнянням [6, с.265]

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V \text{ , м / хв,}$$

де C_V – коефіцієнт, котрий залежить від умов різання [6, с. 269, табл. 17];

T – період стійкості різця, який при одноінструментальній обробці на універсальних верстатах рекомендується вибирати в межах 30....60 хв;

m, x, y – показники степеня, наведені в [6, с. 269, табл. 17];

K_V – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки K_{MV} [6, табл. 1-4], стану поверхні K_{NV} [6, табл. 5], матеріалу інструмента K_{IV} [6,

табл. 6], кута в плані різців K_φ та радіуса при вершині різця K_r [6, табл. 18].

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{IV} \cdot K_\varphi \cdot K_R.$$

За наведеним рівнянням обчислюють два значення швидкості V – при менших та більших значеннях періоду стійкості T і подачі S . Для розрахованих значень V за формулою $n=1000V/(\pi D)$, об/хв, розраховують два значення частоти обертання шпинделя верстата.

На основному етапі уточнюється глибина різання за

формулою $t = \frac{D_0 - D_1}{D_2}$, мм; вибирається за паспортними даними

верстата робоча подача S з інтервалу попередніх подач S_{\max} та S_{\min} .

За паспортними даними верстата вибирається робоча частота

обертання шпинделя в інтервалі V_{\max} і V_{\min} , за формулою $V = \frac{\pi D n}{1000}$

визначається робоча швидкість різання v за рівнянням

$T = \left[\frac{C_V}{V \cdot t^x \cdot S^y} K_V \right]^{\frac{1}{m}}$, хв, розраховується робоча стійкість різця, яка

має бути в межах 30...60 хв.

Сили різання (дотичну P_z , радіальну P_y й осьову P_x)

обчислюють за формулами:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н},$$

де C_p , x , y , n за певних умов обробки для кожної складової сили різання окремо наведені в [6, табл. 22];

K_p – коефіцієнт, який ураховує фактичні умови різання,

$$K = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}.$$

Числові значення окремих коефіцієнтів наведені в [6, табл. 9, 10, 23].

Крутний момент визначають за рівнянням

$$M_k = 5 \cdot 10^{-4} \cdot P_z \cdot D, \text{ Нм,}$$

де D – діаметр заготовки, мм.

Ефективна потужність різання

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{60}, \text{ кВт,}$$

де P_z – дотична сила різання, кН.

Потужність електродвигуна головного приводу верстата

$$N_d = \frac{N_e}{\eta}, \text{ кВт,}$$

де $\eta = 0,8$ – ККД верстата.

4 Перевірка вибраної подачі за міцністю різця.

Міцність державки різця розраховується за умов плоского згину. Небезпечним перерізом державки є місце її защемлення, в якому діє найбільший згинальний момент $M = P_z l_p$, де l_p – довжина вильоту різця з різцетримача, котрий приймають $l_p = (1,0 \dots 1,5)H$, мм, де H – висота державки різця. При розточуванні, відрізанні й прорізанні пазів величину l_p беруть на 5-10 мм більшою від довжини обробки або узгоджують із відповідним розміром стандартних різців. Міцність державки різця буде гарантована, коли $\sigma_{\max} \leq [\sigma_3]$.

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W} = \frac{P_Z \cdot l_P}{W} \leq [\sigma_3],$$

де W – момент опору перерізу державки різця в місці її защемлення: для прямокутного перерізу $W = (BH^3)/6$, для квадратного – $W = B^3/6$, для круглого – $W = B^3/6$;

$[\sigma_3]$ – допустиме напруження на згин матеріалу державки різця, з урахуванням дії всіх складових сил різання $[\sigma_3]$ знижують до величин, що беруть для державок із загартованих вуглецевих сталей залежно від головного кута в плані Φ (таблиця 2.2) :

Таблиця 2.2 – Значення допустимого напруження на згин

Φ , град.	30	45	60	75	90
$[\sigma_3]$, МПа	240	200	160	130	110

Якщо під час різання очікуються ударні навантаження, величини $[\sigma_3]$ слід зменшити в 1,25–1,5 разу.

При відрізанні та проточуванні канавок приймають $[\sigma_3]=200$ МПа.

5 Перевірка подачі за жорсткістю різця.

Граничну допустиму подачу розраховують за складовою P_Z . Різець розглядається як балка, защемлена одним кінцем із вільотом l_p , на вільний кінець якої діє сила P_Z . Найбільший прогин різця на консолі при цьому не повинен перевищувати допустимих значень, тобто $f_{\max} \leq [f_p]$.

$$f_{\max} = \frac{P_z \cdot l_p^3}{3E \cdot I_p},$$

де E_p – модуль пружності матеріалу державки різця, звичайно $E_p = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;

I_p – момент інерції перерізу державки різця, мм : для прямокутного перерізу з шириною B та висотою H $I_p = BH^3 / 12$, для квадратного – $I_p = B^4 / 12$, для круглого – $I_p \approx 0,05 \cdot d_p^4$.

При цьому необхідно враховувати, що форму й розміри перерізу державки вибираємо не за тією частиною, котра закріплюється в різцетримачі, а за суміжною до неї (для розточних різців – це круглий переріз, для відрізних і прорізних – прямокутний із шириною робочої частини, яку беруть орієнтовно $B = 0,6 \cdot D_3^{0,5}$, де D_3 – діаметр заготовки).

Допустимий прогин різця [f_p] для чорнової обробки, відрізання та прорізання пазів беруть до 0,1 мм; для чистової – до 0,05 мм; для тонкої – до 0,03 мм.

Варіанти завдань для контрольної роботи 2

Зміст завдань за варіантами наведений у таблицях 2.3 – 2.5 та на рис. 2.1.

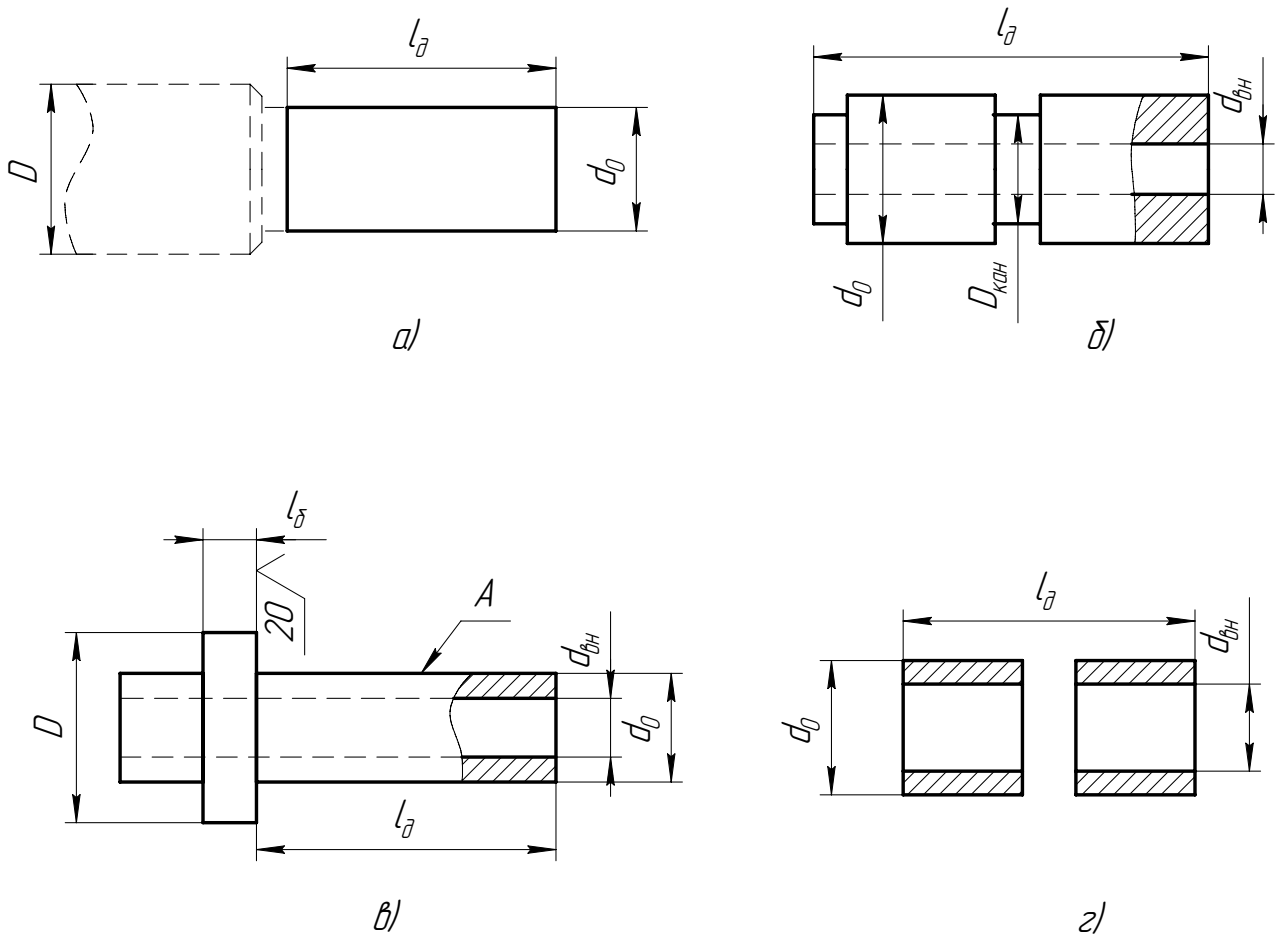


Рисунок 2.1 – Ескізи деталей до варіантів завдань:

- а – обточити вал і відрізати його частину довжиною $l_{\text{д}}$;
- б – обточити на прохід у центрах та прорізати канавку посередині;
- в – обточити поверхню A й підрізати торець фланця;
- г – розточити наскрізний отвір і розрізати втулку посередині

Таблиця 2.3 – Вихідні дані до завдань контрольної роботи 2

№ вар.	Познач. ескізу	Матеріал деталі та його властивість, МПа	Вид заготовки	Стан поверхні заготовки	Можлива поява вібрацій
1	в	Сталь 30, $\sigma_v=700$	Штамп.	із кіркою	так
2	б	Бронза А7, НВ 2000	Литво	загр. кірка	ні
3	г	Чавун КЧ 45–7, НВ 2000	Литво	із кіркою	так
4	а	Сталь 25, $\sigma_v=650$	Прокат	із кіркою	ні
5	в	Сталь А30, $\sigma_v=800$	Прокат	без кірки	ні
6	а	Бронза А5, НВ 1900	Литво	із кіркою	так
7	г	КЧ 30–6, НВ 1600	Литво	без кірки	ні
8	б	БрОЦС6–6–3, НВ 750	Литво	без кірки	ні
9	в	Сталь 40Х, $\sigma_v=850$	Штамп.	із кіркою	так
10	а	Сталь А12, $\sigma_v=750$	Прокат	без кірки	ні
11	б	Ж 80–3,3, НВ 1000	Прокат	із кіркою	ні
12	г	КЧ35–10, НВ 1500	Литво	із кіркою	так
13	в	Сталь 40ХН, $\sigma_v=950$	Поковка	із кіркою	так
14	а	АЛ–8, $\sigma_v=280$	Литво	із кіркою	ні
15	г	СЧ 18, НВ 1950	Литво	із кіркою	ні
16	б	Сталь 35ХМ, $\sigma_v=800$	Прокат	без кірки	ні
17	в	Сталь 20Х, $\sigma_v=800$	Штамп	із кіркою	так
18	а	Сталь 12ХН2, $\sigma_v=1000$	Прокат	без кірки	ні
19	г	СЧ20, НВ 2000	Литво	без кірки	ні
20	б	Бронза А5, НВ 2000	Литво	із кіркою	так
21	в	Сталь 45Г2, $\sigma_v=950$	Штамп	без кірки	ні
22	а	Бронза ОС 10–2, НВ 800	Литво	без кірки	ні
23	г	СЧ10, НВ 1850	Литво	із кіркою	ні
24	б	Сталь 20Л, $\sigma_v=700$	Литво	із кіркою	так
25	в	Сталь 70, $\sigma_v=900$	Прокат	без кірки	ні

Таблиця 2.4 – Вихідні дані до завдань контрольної роботи 2

№ варіанта	Розміри деталі,мм				
	l_д	d_д	D	d_{вн}	D_{кн}
1	550	60h8	80	30	–
2	480	85h9	–	46	62
3	50	45H8	–	30	–
4	305	120h12	142	–	–
5	150	45h9	70	22	–
6	230	95h7	105	–	–
7	58	75h6	–	45	–
8	350	60h8	–	32	50
9	370	60h10	–	40	–
10	280	85h7	–	–	–
11	160	45H9	–	15	32
12	65	68	–	52H9	–
13	650	90h9	112	0,0	–
14	680	75h8	84	–	–
15	70	185	–	165H9	–
16	270	40h8	–	20	26
17	300	52h10	75	30	–
18	240	68h9	–	–	–
19	85	140	–	110H8	–
20	600	75h7	–	–	60
21	160	48h9	78	–	–
22	620	70h7	72	–	–
23	70	145	–	110H9	–
24	420	150h9	–	–	120
25	340	55h8	75	–	–

Таблиця 2.5 – Вихідні дані до завдань контрольної роботи 2

№ варіанта	Шорсткість Ra, мкм	Розмір від бази I₆, мм	Загальний припуск на сторону, мм	Модель токарного верстата
1	3,5	10h11	10	16К20П
2	2,0	–	6,0	16Л20
3	3,0	–	3,5	16Б16А
4	15	–	–	16Л20
5	1,8	5h12	12,5	16К20П
6	2,0	–	5,0	
7	1,6	–	0,8	16К20П
8	2,5	–	4,5	*
9	2,5	8h11	4,0	*
10	0,8	–	0,9	16604А
11	4,0	–	12	16Б05П
12	7,0	–	8,0	16Б16А
13	2,0	12h11	11	16К20П
14	2,5	–	–	16Б16А
15	2,0	–	4,5	*
16	3,2	–	4,5	16Б16Т1
17	2,5	8h12	3,0	16Л20
18	3,2	–	3,5	*
19	0,8	–	2,8	16Б05П
20	1,8	–	5,5	*
21	4,0	10h11	4,0	16Б16Т1
22	0,9	–	–	16Б05П
23	1,5	–	5,0	*
24	2,5	–	5,0	*
25	3,5	5h12	10	*

*** Модель токарного верстата вибирає студент**

ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

1 Загальні відомості про різання металів

Різання як технологічний спосіб обробки металів. Роль різання в розвитку виробничих сил. Історична довідка про розвиток різання матеріалів. Основні поняття, терміни та визначення. Поверхні на оброблюваних заготовках. Поняття про режими різання. Глибина, подача і швидкість різання. Різновиди різання – вільне й утруднене, безперервне та переривчасте.

[1, с. 5–11]; [2, с. 5–12; 37–41]; [3, с. 57–60].

2 Матеріали для різальних інструментів

Різальні властивості інструментів. Вимоги до інструментальних матеріалів. Класифікація й властивості матеріалів. Вуглецеві, низьколеговані та швидкорізальні сталі, їх склад, марки, термообробка, структура, властивості, застосування. Тверді сплави, мінералокераміка, кермети, нітрид бору, алмази. Порівняння властивостей різних інструментальних матеріалів і галузі їх доцільного застосування.

[1, с.13–29]; [2, с. 42–54]; [3, с. 35–54].

3 Конструктивні елементи й геометричні параметри різця

Різець як типовий різальний інструмент. Будова прохідного токарного різця. Координатні площини й кута заточування різця та їх вплив на умови різання. Осьові і радіальні кути різця. Статичні й кінематичні кути різця, їх визначення та врахування під час конструювання інструментів. Залежність кутів різця від умов його закріплення на супорті верстата й умов різання.

[1, с. 30–34;36–63]; [2, с. 13–29]; [3, с.60–73].

4 Зрізуваний шар і його параметри

Переріз зрізуваного шару, його ширина й товщина. Взаємозв'язок між шириною і товщиною зрізуваного шару та подачею й глибиною різання. Перерізи номінального, дійсного залишкового зрізуваного шару. Вплив залишкового перерізу на шорсткість обробленої поверхні. Розрахунок параметрів зрізуваного шару (площин перетину та висоти залишкових гребінців).

[1, с. 34–35]; [2, с. 29–41].

5 Стружкоутворення при різанні металів

Стружкоутворення та його дослідження. Стиск і зсув металу в зоні стружкоутворення. Фізичні процеси в зоні стружкоутворення. Умови утворення стружки сколювання, надлому й зливної. Усадка стружки. Способи її визначення. Вплив умов різання та властивостей металу заготовки на характер утворення стружки. Недоліки зливної стружки і способи її дроблення.

[1, с. 64–84; 93–95]; [2, с. 55–84]; [3, с. 74–87; 96–108].

6 Наріст під час різання металів

Сутність наросту й умови його утворення. Вплив наросту на геометричні параметри, стійкість різального інструмента та якість обробленої поверхні. Фактори, які впливають на наростоутворення. Позитивні й негативні наслідки від наростоутворення. Шляхи зменшення наростоутворення.

[1, с. 84–90]; [2, с. 85–105]; [3, с. 87–96].

7 Сили різання й потужність при різанні

Складові сили різання. Сили, що діють на передню і задню поверхні різального інструмента. Методи визначення сили різання. Вплив умов різання на сили різання. Узагальнена формула для визначення сил різання. Напруги при різанні. Робота й потужність

різання. Використання силових закономірностей для розв'язання конструкторських і технологічних завдань.

[1, с. 95–108]; [2, с. 106–136]; [3, с. 108–149].

8 Теплові процеси при різанні металів

Джерела утворення теплоти. Шляхи відведення теплоти із зони різання. Тепловий баланс при різанні металів. Розподіл температури в зоні різання, поняття про температуру різання. Вплив умов різання на температуру різання.

[1, с. 108–120]; [2, с. 147–193]; [3, с. 150–167].

9 Зношування й стійкість інструмента

Фактори, які спричиняють руйнування та зношування контактних поверхонь. Природа зношування. Гіпотези зношування. Розвиток зношування і його періоди. Критерії зношування. Поняття про стійкість інструмента. Період стійкості та його залежність від швидкості різання й інших факторів. Шляхи підвищення міцності та стійкості інструмента. Розрахунок загального ресурсу роботи інструмента.

[1, с. 120–154]; [2, с. 195–237]; [3, с. 168–198].

10 Змазувально–охолоджувальні технічні засоби (ЗОТЗ)

Роль ЗОТЗ у різанні металів. Класифікація ЗОТЗ, їх характеристики й галузі застосування. Способи подачі ЗОТЗ у зону різання.

[2, с. 262–275]; [3, с. 29–34; 231–233; 484–487].

11 Якість обробленої поверхні

Залишкові перерізи зрізу. Поперечна та поздовжня шорсткість. Стан поверхневого шару після обробки різанням. Наклеп обробленої поверхні і його кількісні показники. Залежність наклепу

від умов різання. Структурний стан поверхневого шару. Методи оцінювання якості обробленої поверхні.

[1, с. 91–93]; [2, с. 238–261]; [3, с. 92–96; 465–485].

12 Вібрації при різанні металів

Різновиди вібрації. Причини їх виникнення. Вплив вібрації на якість обробленої поверхні і на стійкість різального інструмента. Способи зниження вібрацій.

[2, с. 136–146].

13 Оброблюваність матеріалів різанням (ОМР)

Основні показники ОМР. Вплив структури й механічних властивостей, а також геометричних параметрів різальних інструментів на ОМР. ОМР вуглецевих і легированих сталей, чавунів, сплавів кольорових металів. Відносний характер ОМР. Способи визначення ОМР. Шляхи підвищення ОМР.

[1, с. 11–12]; [2, с. 349–411]; [3, с. 198–217].

14 Розрахунок оптимальних режимів різання (ОРР)

Поняття про ОРР. Вибір основних режимних параметрів. Фактори оптимізації режимів різання. Методи розрахунку режимних параметрів. Розрахунок на ЕОМ.

[1, с. 154–165]; [2, с. 443–484].

15 Обробка отворів

Свердлення, зенкерування та розгортання, їх сутність, різновиди, особливості, галузі застосування. Режими різання. Зношування і стійкість інструментів. Розрахунок оптимальних режимів різання.

[1, с. 195–218]; [3, с. 278–336].

16 Фрезерування

Особливості процесу. Види фрезерування. Зустрічне та попутне фрезерування. Сили при фрезеруванні. Принцип рівномірності фрезерування. Зношування й стійкість фрез. Розрахунок оптимальних режимів різання.

[1, с. 219–244]; [3, с. 352–410].

17 Нарізання різьби

Різновиди різьб та способи їх виготовлення. Властивості різьб, отриманих різними способами. Нарізання зовнішніх і внутрішніх різьб. Накатування різьби.

[1, с. 257–275]; [3, с. 337–351].

18 Протягування металів

Сутність процесу. Схеми протягування. Зовнішнє та внутрішнє протягування. Сили різання при протягуванні. Зношування і стійкість інструмента. Розрахунок оптимальних режимів.

[1, с.245]; [3, с. 267–277].

19 Нарізання зубчастих коліс

Сутність процесу та види нарізання. Нарізання за методами копіювання й обкочування. Особливості обох методів і галузі їх застосування. Залежність точності та якості поверхні зубів від методу зубонарізання. [6, с.190–211].

20 Абразивна обробка

Загальна характеристика процесу абразивної обробки. Абразивні матеріали звичайної й надвисокої твердості. Абразивні інструменти та види шліфування. Характеристика шліфувальних кругів. Шліфування як різновид обробки різанням. Одиначний і миттєвий сумарний переріз зрізу. Схема різання, теплота й температура, затуплення зерен круга. Стійкість кругів, їх правка, безперервна

підтримка різальної здатності кругів. Оптимізація режимів різання. [2, с.283–348]; [3, с.411–468].

21 Опоряджувальна обробка

Мета й види такої обробки. Хонінгування, його сутність, призначення, основні режимні параметри. Суперфінішування, його сутність, чистота оброблених поверхонь, галузі застосування. Полірування, його види і застосування. Електрофізичні методи обробки, їх різновиди, сутність, галузі застосування. Обробка поверхонь пластичним деформуванням.

[6, с.383–415].

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. – М.: Высш. шк., 1985. – 350 с.
- 2 Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов. – М.: Высш. шк., 1974. – 279 с.
- 3 Вульф А.М. Резание металлов. –Л.: Машиностроение, 1973. – 496 с.
- 4 Ящерицын П.И. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах. – М.: Высш. шк., 1990. – 327 с.
- 5 Филоненко С.Н. Резание металлов. –М.: Машгиз, 1975. – 282 с.
- 6 Справочник технолога–машиностроителя. В 2–х т. – Т.2 /Под. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 311 с.
- 7 Методичні вказівки до виконання практичних занять із дисципліни «Теорія різання»/ Уклад. С.Г. Ясько, В.Г. Клименко. – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – 45 с.
- 8 Конспект лекцій із курсу «Теорія різання»/ Уклад. С.Г. Ясько. – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – 78 с.