Лабораторна робота № 3

РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ РІЗАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ ІЗ ЧПК

Мета роботи – вивчення технологічних особливостей розрахунку режиму різання для обробки деталей на токарних верстатах із ЧПК, набуття практичних навичок у розробці операційних технологій програмної обробки точінням.

3.1 Послідовність обробки поверхонь заготовки

Токарна обробка широко застосовується при виготовленні тіл обертання складної форми і підвищеної точності з різних конструкційних матеріалів.

За характером обробки розрізняють такі ***види точіння***:

– *чорнове* – видалення дефектних шарів заготовок, розрізування, відрізування і підрізування торців заготовок, зрізання поверхневої «кірки» і основної (до 70%) частини припуску на обробку;

– *напівчистове* – зняття від 20 до 25% припуску; шорсткість R_z = 40...20, точність 10 – 11-го квалітетів; заготовка набуває форми, близької до форми деталі;

– *чистове* – шорсткість R_z = 20…1,25, точність 7 – 9-го квалітетів; деталь набуває остаточної форми і розмірів;

– *тонке (алмазне)* – зрізання дуже тонкої стружки; шорсткість R_z = 0,65…0,32, точність 5 – 7-го квалітетів.

Після ознайомлення з кресленням деталі та технічними умовами на її виготовлення вибирають послідовність обробки поверхонь деталі та кількість установів заготовки на верстаті.

Установ – це частина технологічної операції,що виконувана при незмінному закріпленні оброблюваної заготовки.

Для кожного технологічного установу визначають:

– послідовність обробки по зонах (відкрита, напіввідкрита тощо) залежно від конструктивних особливостей деталі;

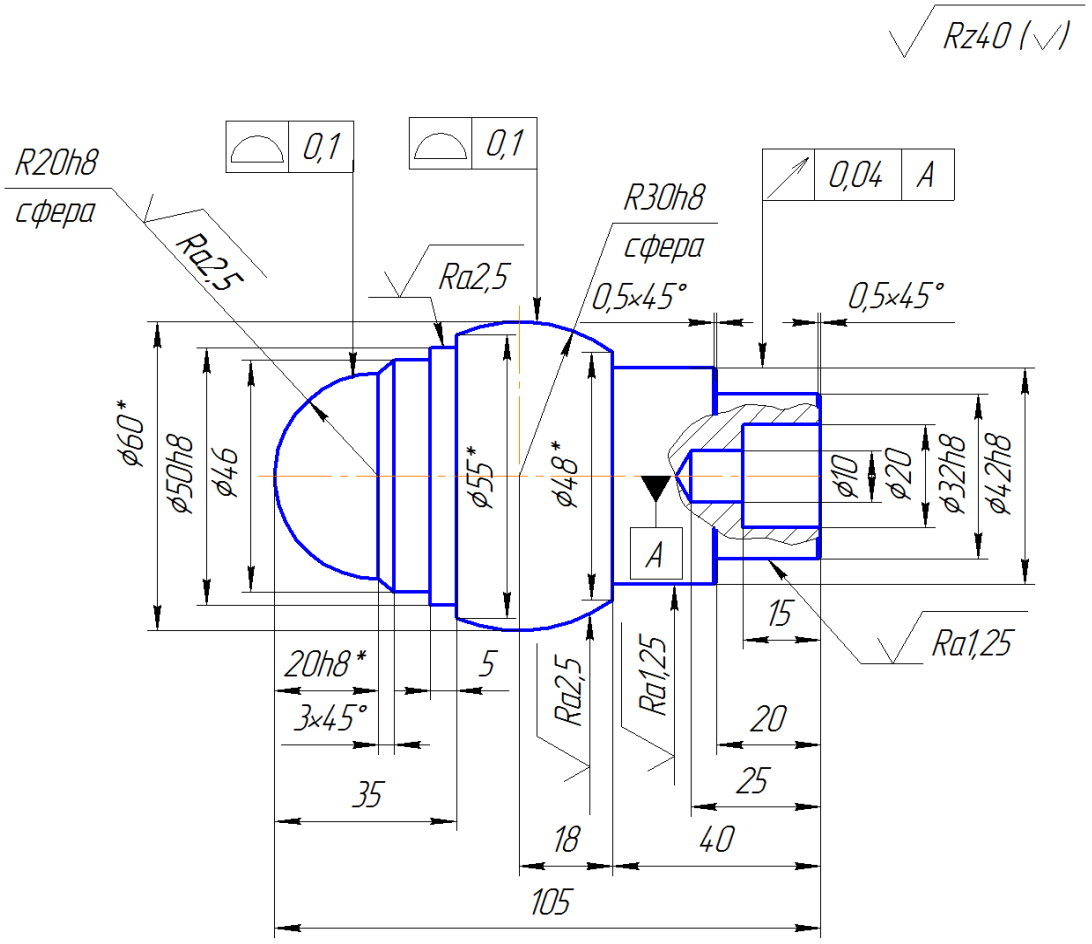
– послідовність обробки за видами (наприклад, чорнова, чистова) у кожній зоні;

– сукупність елементів деталі,що оброблюються одним інструментом у кожній зоні.

Технологічний перехід – це закінчена частина операції, виконувана тими самими засобами оснащення в кожному з установів при постійному режимі різання. Кожна зона токарної обробки на верстатах із ЧПК відповідає одному технологічному переходові і формується залежно від конфігурації чорнового або чистового контуру деталі і технологічних можливостей різального інструменту, що виконує цей перехід. Для токарних різців ці технологічні можливості визначаються основним φ і допоміжним φ_1 кутами в плані. Зазначені питання розглянуто в лабораторній роботі №1.

Аналіз креслення деталі «Опора» (рисунок 3.1) показує, що необхідні відповідно до вимог креслення точність і шорсткість обробки деталі забезпечить чистовий вид точіння, наявність сферичних поверхонь на деталі вимагає використання токарного верстата з ЧПК.

Остаточну чистову обробку поверхонь даної деталі «Опора» можна виконати за два установи.



*1. * Розміри для довідок.*

2. h12, H12, ± IT12/2.

Рисунок 3.1 – Креслення деталі «Опора»

Кожний із двох установів для даної деталі можна виконати за один технологічний перехід за допомогою прохідного різця, тому що геометрична форма його ріжучої частини дозволяє точити торцеві площини, уступи, фаски, циліндричні, сферичні й конічні поверхні. Зони токарної обробки даної деталі «Опора» в кожному установі – напіввідкриті й відкриті.

Вивчення технічних характеристик токарного верстата з ЧПК моделі ТПК–125ВН (див. додаток В) показує, що розміри робочого простору і паспортна точність даного верстата дозволяють виготовити деталь «Опора» з необхідною за кресленням точністю циліндричних і сферичних поверхонь, а також їхнього взаємного розташування.

3.2 Режим різання при токарній обробці

Режим різання – сукупність значень швидкості різання, подачі та глибини різання. Ці фактори залежать від матеріалу заготовки і його властивостей на даній операції обробки, матеріалу і геометрії різального інструменту, виду обробки. Як вихідні дані приймають фізико-механічні характеристики матеріалу заготовки, величину припуску і вид обробки (чорнова або чистова).

3.2.1 Особливості розрахунку режиму різання при точенні на верстатах із ЧПК

Режим різання при токарній обробці на верстатах із ЧПК призначають на основі операційного ескізу. На операційному ескізі програмної обробки для кожного установу показують креслення деталі з операційними і довідковими розмірами, схему базування і закріплення заготовки, систему координат з нульовою точкою деталі W (рисунок 3.2).

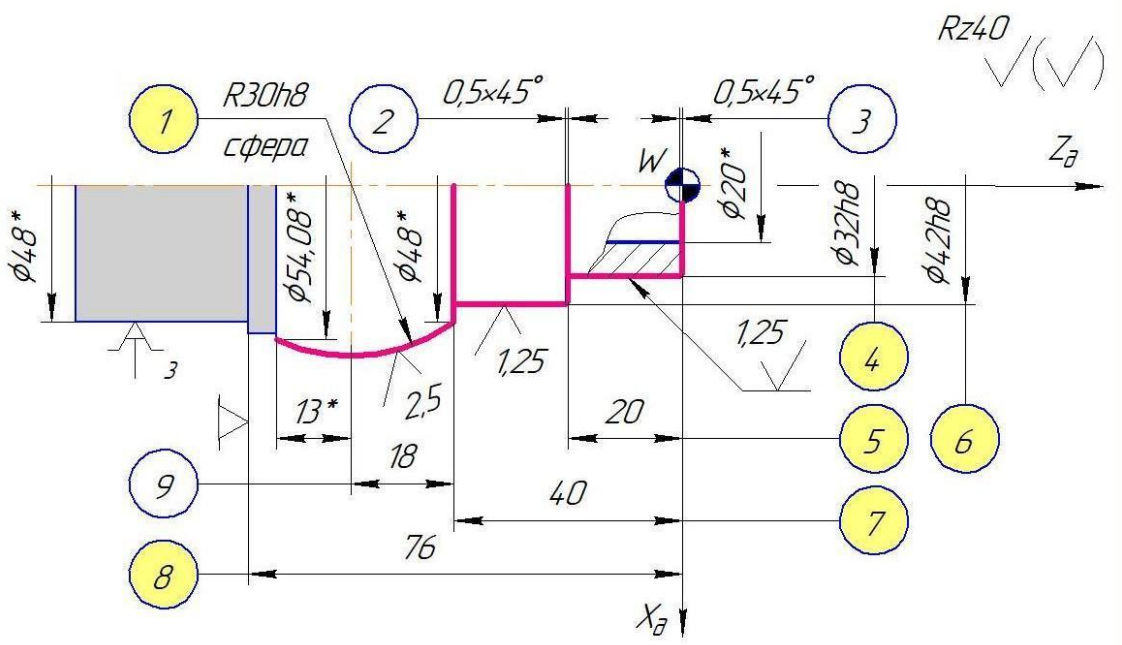


Рисунок 3.2 – Операційний ескіз деталі «Опора» (перший установ, чистове точіння)

Нульова точка деталі (нуль деталі) W – точка на деталі, відносно якої задають розміри деталі для розробки керуючої програми. Перелік розмірів відносно нуля деталі W на операційному ескізі є необхідним для програмування траєкторії переміщення інструменту в кожному з технологічних переходів.

Операційні розміри, тобто геометричні розміри і шорсткість поверхонь деталі, які необхідно одержати при обробці в даному установі, нумерують цифрами в кружках з напрямком обходу нумерації за годинниковою стрілкою. Оброблений контур деталі виділяють жирною лінією. Режим різання розраховують для всіх операційних розмірів, за винятком фасок, що

відносять до попередніх за черговістю обробки поверхонь деталі.

Крім операційного ескізу обов'язковим елементом операційної технології програмної обробки на верстатах із ЧПК є кінематична схема переміщення інструменту для кожного технологічного переходу – розрахунково-технологічна карта (РТК) (рисунок 3.3).

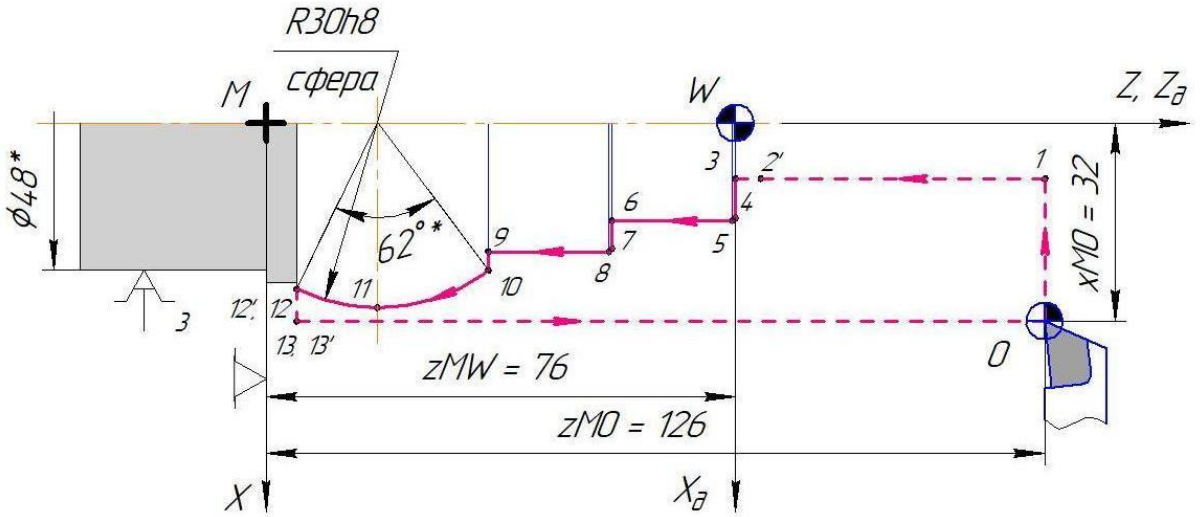


Рисунок 3.3 – РТК обробки чистового точіння деталі «Опора» (перший установ, чистове точіння): 1, 2, …13 – опорні геометричні точки; 2',...12', 13' – опорні технологічні точки

РТК має містити такі дані:

1. Прямокутні системи координат XMZ із вказанням відліку в нульовій точці верстата M і деталі $X_{\partial}MZ_{\partial}$ з початком відліку в нульовій точці деталі W і зазначенням напрямку осей, координати вихідної точки верстата O. Нульова точка верстата (нуль верстата) M – точка, прийнята за початок координат верстата. Вихідна точка верстата (вихідна точка) O – точка, визначена відносно нульової точки верстата, що використовується для початку роботи за керуючою програмою.

2. Контур деталі, що підлягає обробці, із зазначенням схеми базування і закріплення заготовки, а також довідкові розміри, необхідні для програмування.

3. Траєкторію руху вершини токарного різця в системі координат верстата XMZ. Початком і кінцем траєкторії є вихідна точка верстата O з заданими за паспортом верстата координатами XMO, ZMO. На лінії руху вершини токарного різця позначають опорні точки – геометричні і технологічні, в яких відбувається зміна геометрії траєкторії або умов обробки. Основною лінією позначають ділянки робочого ходу, пунктирною – ділянки допоміжного ходу.

Робочий хід – це закінчена частина технологічного переходу, що полягає в однократному переміщенні інструмента відносно заготовки, що супроводжується зміною форми, розмірів, шорсткості поверхні. На робочих ходах відбувається зняття стружки, тобто досягається мета операції.

Допоміжний хід – це закінчена частина технологічного переходу, що полягає в однократному переміщенні інструмента відносноо заготовки для підготовки робочого ходу. При виконанні допоміжних ходів інструмент переміщається по повітрю на прискореній подачі для підведення до оброблюваної поверхні заготовки і відводу від обробленої поверхні після виконання робочих ходів.

Кожному розміру на операційному ескізі відповідає геометричний елемент РТК – безперервна ділянка розрахункової траєкторії або контуру деталі, що задається тим самим законом. Напрямок обходу для наочності задають стрілками на кожній ділянці траєкторії руху вершини різця.

3.2.2 Методика розрахунку режиму різання для токарної обробки на верстатах із ЧПК

Розрахунок режиму різання при точенні на верстатах із ЧПК виконують у такій послідовності:

1. Призначають вид інструментального матеріалу і його марку;
2. Вибирають геометричні елементи різальної частини різця;
3. Призначають глибину різання;
4. Розраховують подачу на оберт;
5. Призначають період стійкості токарного різця;
6. Розраховують швидкість різання;
7. Розраховують номінальну частоту обертання шпинделя;
8. Розраховують силу і потужність різання;
9. Визначають основний час обробки.

Нижче наведено інформацію, необхідну для кожного етапу розрахунку режиму різання для токарної обробки на верстатах із ЧПК.

1. Призначення виду інструментального матеріалу та його марки. Матеріал ріжучої частини токарного різця вибирають за нормативними даними згідно з таблицею 3.1.

Таблиця 3.1 – Вибір марки матеріалу різця при різних видах точіння

Вид і характер обробки	Оброблюваний матеріал		
	Сталі	Титанові сплави	Алюмінієві сплави
Чорнове точіння при переривчастому різанні з ударами	Т5К10 Т5К12	ВК8	ВК4 ВК6
Напівчистове точіння при переривчастому різанні з ударами	Т15К6 Т5К10	ВК4	ВК4 Т15К6
Чистове точіння при безперервному різанні	Т30К4	ВК4 ВК3М	ВК3 Т15К6

2. Вибір геометричних елементів різальної частини різця різця. Оптимальні значення кутів різальної частини токарного різця визначають за нормативами через поправочний коефіцієнт K_p сили різання

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p}, \qquad (3.1)$$

де K_{mp} – поправковий коефіцієнт, що враховує впливи якості оброблюваного матеріалу (таблиця 3.2);

$K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$ – поправкові коефіцієнти, що враховують геометричні параметри різальної частини інструменту (таблиця 3.3).

Таблиця 3.2 – Значення поправкового коефіцієнта K_{mp}

Оброблюваний матеріал	Границя міцності $\sigma_в$, МПа	Поправковий коефіцієнт
Сталі	≤ 600	$(\sigma_в/750)^{0,35}$
	> 600	$(\sigma_в/750)^{0,75}$
Титанові сплави	< 800	$(\sigma_в/750)^{0,40}$
	≥ 800	$(\sigma_в/750)^{0,70}$
Алюмінієві сплави	< 350	2,00
	≥ 350	2,75

Таблиця 3.3 – Значення поправкових коефіцієнтів $K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$

Геометричні параметри різця		Поправковий коефіцієнт	
Головний кут різця в плані φ, град	75	$K_{\varphi p}$	1,08
	90		1,00
	95		0,94
Передній кут різця γ, град	15	$K_{\gamma p}$	1,25
	0		1,35
	-10		1,40
Кут нахилу λ головної різальної кромки, град	5	$K_{\lambda p}$	1,00
	0		
	-5		

Значення кутів токарного різця дивись у п. 3.3 лабораторної роботи.

3. Призначення глибини різання. Глибина різання t, мм – товщина шару припуску, що знімається за один робочий хід інструменту, що вимірюється перпендикулярно до осі або поверхні заготовки.

При токарної обробці циліндричних поверхонь глибина різання

$$t = 0,5(D - d), \qquad (3.2)$$

де D – діаметр заготовки до обробки; d – діаметр заготовки або деталі після обробки за один робочий хід інструменту.

4. Розрахунок подачі на оберт. Подача на оберт S_o, мм/об – величина переміщення різальної кромки різця у напрямку руху подачі за один оберт заготовки. Для чорнового точення подача на оберт S_o залежить від глибини різання t. Для чистового точення подача на оберт S_o є функцією параметра шорсткості R_z. Величину подачі на оберт для токарних операцій, що здійснюються на верстатах із ЧПК, розраховують за емпіричними формулами, наведеними у таблицях 3.4 – 3.6.

Таблиця 3.4 – Подача на оберт при чорновому точінні на верстатах із ЧПК $S_o = Kt^x D_{max}^y D_o^z$ мм/об

Оброблюваний матеріал	K	x	y	z
Сталі	0,15	-0,33	0,19	0,20
Титанові сплави	0,67	-0,35	0,22	0,20
Алюмінієві сплави	0,29	-0,30	0,08	0,25
Примітка. K, x, y, z – коефіцієнти пропорційності і показники степеня; D_{max}, D_o – максимальний діаметр і діаметр поверхні, що оброблюється в даному переході, мм; t – глибина різання, мм				

Таблиця 3.5 – Подача на оберт при чистовому точінні на верстатах із ЧПК $S_o = K_1 D_{max} + K_2 R_z + b$ мм/об

Оброблюваний матеріал	K_1	K_2	b
Сталі	0,00012	0,013	0,012
Титанові сплави	0,00009	0,008	0,056
Алюмінієві сплави	0,00016	0,011	0,036
Примітка. D_{max} – найбільший діаметр оброблюваної поверхні деталі, мм; R_z – параметр шорсткості, мкм; K_1, K_2, b – коефіцієнти пропорційності			

Таблиця 3.6 – Подача на оберт при чистовому точінні фасонних поверхонь на верстатах із ЧПК $S_o = KD_{max}^x R_z^y F^z$ мм/об

Оброблюваний матеріал	Група подач	K	x	y	z
Сталі	II	0,017	0,27	0,40	-0,45
Титанові сплави	II	0,010	0,28	0,73	-0,56
Алюмінієві сплави	II	0,011	0,33	0,60	-0,34
Примітки: 1. K, x, y, z – коефіцієнт пропорційності та показники степеня; D_{max} – найбільший діаметр оброблюваної поверхні деталі, мм; R_z – параметр шорсткості фасонної поверхні, мкм; F – кут нахилу твірної оброблюваного фасонного контуру, град. 2. Група подач: II – інтерполятор з імпульсним множенням, привід подач з ціною імпульсів $\Delta x = 0{,}001$ мм, $\Delta z = 0{,}002$ мм.					

5. Призначення періоду стійкості токарного різця. Період стійкості T, хв – це час різання новим або відновленим різальним інструментом від початку різання до досягнення припустимої величини затуплення, після чого необхідно переточувати інструмент. На вибір періоду стійкості різального інструменту впливають від обробки і характер різання.

Надійність роботи інструменту зменшується в разі врізування його різальної кромки в необроблену поверхню заготовки. Тому рекомендується спочатку зробити один робочий хід різцем по поверхні торця в напрямку до осі обертання заготовки й один робочий хід по циліндричній поверхні паралельно до осі обертання. Подальший напрямок переміщення різця вибирають, виходячи з умов мінімальної кількості робочих ходів, якщо мож-

ливий рух різця у зазначених напрямках при незмінному режимі різання.

За нормативамисереднє значення періоду стійкості токарних різців становить від 30 до 60 хв.

6. Розрахунок швидкості різання. Швидкість різання ν, м/хв при токарній обробці є коловою швидкістю точки, взятої на найбільшому діаметрі заготовки. Величину швидкості різання для токарної обробки на верстатах із ЧПК розраховують за емпіричною формулою, наведеною в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Розрахункова швидкість різання для точіння на верстатах із ЧПК $\nu_{расч} = C_\nu K_\nu \Big/ T^m t^x S_o^y$ м/хв

Оброблюваний матеріал	Подача S_o мм/об	C_ν	K_ν	x	y	m
Сталі	≤ 0,3	420	1,1	0,15	0,20	0,2
	> 0,3	350	0,8		0,35	
Титанові сплави	≤ 0,3	400	0,8	0,14	0,16	0,18
	> 0,3	410	0,7		0,20	
Алюмінієві сплави	≤ 0,2	485	0,5	0,12	0,25	0,28
	> 0,2	328	0,4		0,50	
Примітка. C_ν, K_ν – коефіцієнти пропорційності; m, x, y – показники степеня; T – період стійкості різця, хв; t – глибина різання, мм; S_o – подача на оберт, мм/об						

7. Розрахунок номінальної частоти обертання шпинделя. Номінальну частоту обертання шпинделя $n_{розр}$, 1/хв розраховують для зовнішніх, торцевих, циліндричних і сферичних поверхонь деталі за формулою

$$n_{розр} = 1000 v_{розр} / \pi D, \qquad (3.3)$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Для кожного застосовуваного токарного різця (тобто технологічного переходу) частота обертання шпинделя має бути незмінною. Її вибирають з нормалізованого ряду частоти обертання шпинделя конкретного верстата з ЧПК, що підходить за технічними характеристиками для обробки даної деталі (див. додаток В).

Прийнята частота обертання $n_{пр}$ має бути меншою від кожної з розрахункових номінальних частот обертання для найбільш відповідальних за точністю і шорсткістю поверхонь деталі. Значення $n_{прин}$ виставляють на пульті керування верстатом із ЧПК заздалегідь до початку обробки.

За прийнятим значенням $n_{пр}$ уточнюють швидкість різання ν^* для всіх ділянок обробки деталі на технологічному переході кожного з установів заготовки за формулою

$$\nu^* = \pi D n_{пр} / 1000, \qquad (3.4)$$

де ν^* – прийнята швидкість різання, м/хв.

8. Розрахунок сили і потужності різання. Головна складова сили різання P_z спрямована по дотичній до поверхні різання і збігається за напрямком з вектором швидкості обертання заготовки. Силу різання P_z для токарних операцій на верстатах із ЧПК розраховують за емпіричною формулою, наведеною в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Сила різання для токарної обробки на верстатах із ЧПК $P_z = 10C_p t^x S_o^y v^n K_p$ Н

Вид токарної обробки	Оброблюваний матеріал	C_p	x	y	n
Зовнішнє поздовжнє і поперечне точіння	Сталі	300	1	0,75	-0,15
	Титанові сплави	280			-0,14
	Алюмінієві сплави	40			0
Примітка. C_p – коефіцієнт пропорційності; K_p – поправковий коефіцієнт, що враховує зміни умови роботи і геометрію різця; x, y, n – показники степеня					

Величину потужності різання при токарній обробці N, кВт, визначають за формулою

$$N = P_z v / 61200. \quad (3.5)$$

За прийнятим значенням частоти обертання шпинделя коректують швидкість різання і потужність різання, при цьому повинна задовольнятися умова

$$N \le N_{np}\eta, \quad (3.6)$$

де N – розрахункова потужність різання, кВт;

N_{np} - потужність електродвигуна привода головного робочого руху верстата, кВт (див. додаток В);

η - ККД верстата (η = 0,8...0,85).

9. Визначення основного часу обробки. Основний (технологічний, машинний) час T_o, хв, являє собою час, протягом якого здійснюється зміна розмірів і форми, шорсткості поверхні заготовки.

Основний час автоматичної роботи верстата з ЧПК T_{oa}, хв, обчислюють за формулою

$$T_{oa} = \sum_{i=1}^{m} (L_i / S_{mi}), \quad (3.7)$$

де L_i – довжина шляху, що проходить інструмент у напрямку подачі при обробці i-го геометричного елемента згідно з РТК, мм;

S_{mi} – хвилинна подача на окремому геометричному елементі РТК, мм/хв;

m – кількість геометричних елементів РТК, що задають переміщення токарного різця на робочих ходах.

Хвилинна подача S_m, мм/хв, пов'язана з подачею на оберт S_o мм/об, співвідношенням

$$S_m = S_o n_{пр}, \quad (3.8)$$

де $n_{пр}$ – частота обертання шпинделя, прийнята для програмної обробки в даному технологічному переході, 1/хв.

Розрахункові хвилинні подачі для поздовжніх і поперечних переміщень токарного різця за траєкторією РТК не повинні перевищувати діапазон робочих подач верстата з ЧПК, вибраного для обробки (див.додаток В).

3.3 Комплектування лабораторної роботи

1. Заготовка – прокат круглого перетину, матеріал – алюмінієвий сплав марки Д16АТ, $\sigma_в = 370$ МПа.

Варіанти матеріалів для розрахунку режиму різання:

– титановий сплав марки ВТ20-2, $\sigma_в = 950$ МПа;

– сталь марки 30ХГСА, $\sigma_в = 1100$ МПа.

При чистовій обробці припуск підлягає видаленню за поверхонь: торцевих – 1 мм, діаметральних – 2 мм.

2. Верстат токарний високої точності з ЧПК моделі ТПК–125ВН, система ЧПК моделі Н22–1М.

3. Різець прохідний 2142-0019 марки Т15К6 (геометричні параметри різця: $\varphi = 95^o$, $\gamma = 15^o$, $\lambda = -5^o$).

3.4 Порядок проведення експериментальних досліджень

1. Ознайомитися з кресленням деталі «Опора» (див. рисунок 3.1) і технологічною послідовністю її обробки, вивчити технічні характеристики верстата з ЧПК моделі ТПК–125ВН (див. додаток В).

2. Виконати операційний ескіз для обробки заданих викладачем поверхонь деталі «Опора».

3. Розробити кінематичну схему переміщення інструмента – РТК для заданого установу і технологічного переходу.

4. Розрахувати режим різання й основний час автоматичної роботи при точінні заданих поверхонь деталі «Опора» із заданого матеріалу.

5. Заповнити зведену таблицю результатів розрахунку режиму різання за формою таблиці 3.9.

6. Відповісти на контрольні запитання.

7. Оформити звіт з роботи.

Таблиця 3.9 – Режим різання для оброблюваних поверхонь

Поверхня	t, мм	S_o, мм/об	$v_{розр}$, м/хв	v^*, м/хв	P_z, Н	N, кВт	S_m, мм/хв	$T_{оа}$, хв

3.5 Зміст звіту

1. Короткий конспект про порядок розрахунку режиму різання для токарної обробки на верстатах із ЧПК.

2. Операційний ескіз для обробки заданих поверхонь деталі «Опора».

3. Кінематична схема переміщення інструмента – РТК для заданого установу і технологічного переходу.

4. Технічні характеристики токарного верстата з ЧПК моделі ТПК–125ВН, необхідні для розрахунку режиму різання.

5. Зведена таблиця результатів розрахунку режиму різання для шістьох оброблюваних поверхонь.

6. Висновки з лабораторній роботі.

3.6 Контрольні запитання

1. В якої послідовності виконують розрахунок режиму різання для токарної обробки?

2. Що зображують на операційному ескізі деталі для кожного технологічного установу?

3 Назвіть елементи технологічного переходу і зони токарської обробки деталі «Опора».

4. Які дані містить кінематична схема переміщення інструмента РТК?

5. Чи можна обробляти поверхні заготовки без допоміжних ходів інструменту?

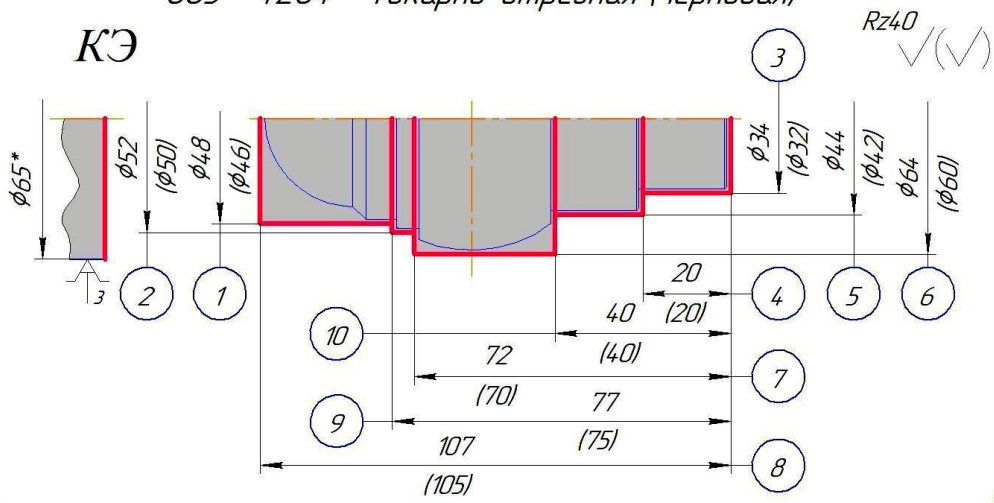
6. Навіщо потрібен розрахунок сили і потужності різання?

7. За якими критеріями вибирають модель верстата з ЧПК і геометричні параметри токарного різця?

8. Які елементи режиму різання необхідно змінити, якщо паспортна потужність верстата менша від розрахункової?

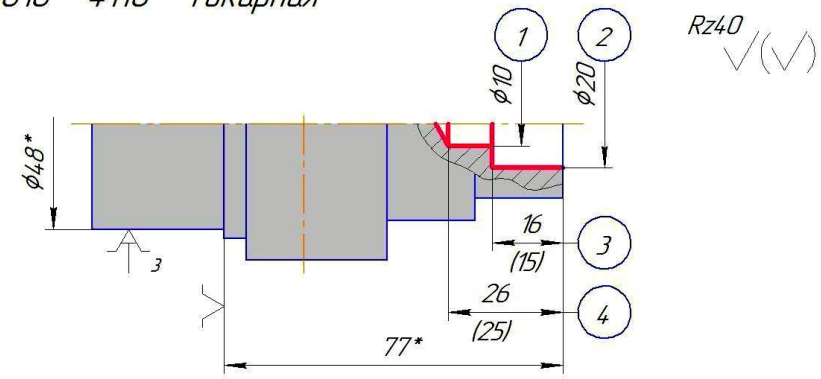
005 4284 Токарно-отрезная (черновая)

КЭ



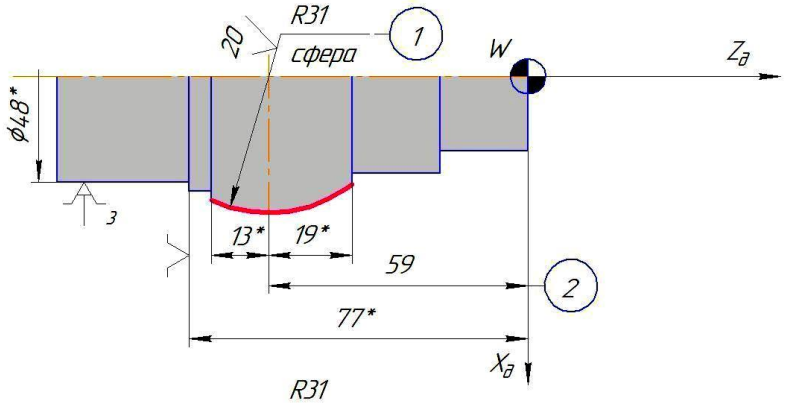
010 4110 Токарная

КЭ

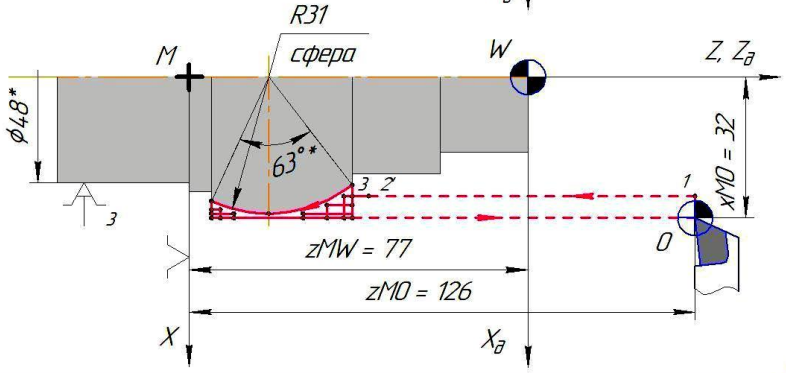


015 4233 Токарная с ЧПУ (получистовая)

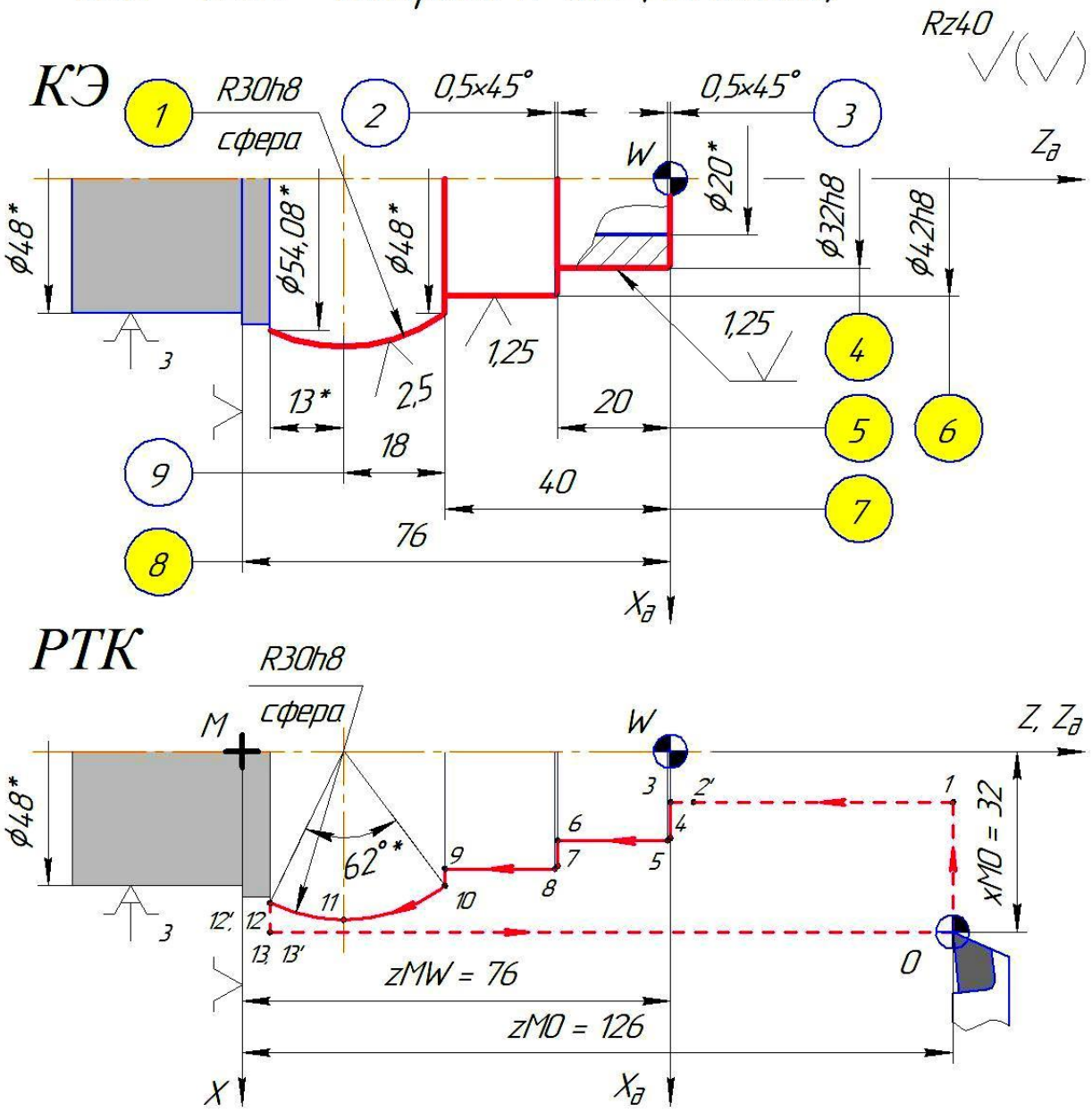
КЭ



РТК



020 4233 Токарная с ЧПУ (чистовая)



Условные обозначения

КЭ: ○ – операционный размер; ● – операционный размер для расчета режимов резания.

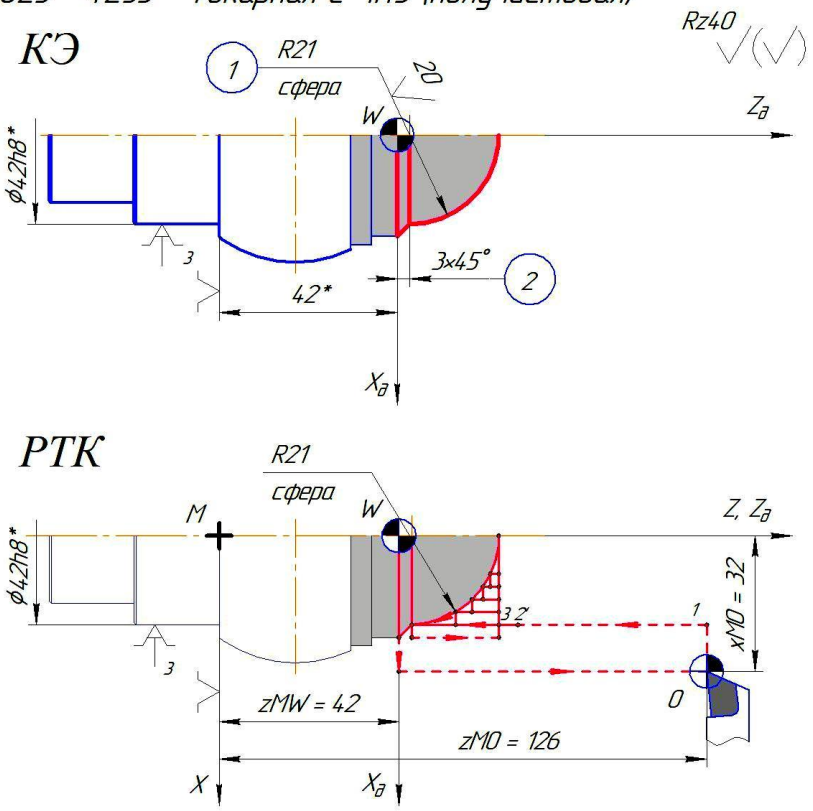
КЭ, РТК: – контур обрабатываемой поверхности; – контур детали; – контур заготовки; – схема базирования и закрепления заготовки.

РТК: 1, 2, 3, ... – геометрические опорные (узловые) точки; 2', 12', 13' – технологические опорные точки;

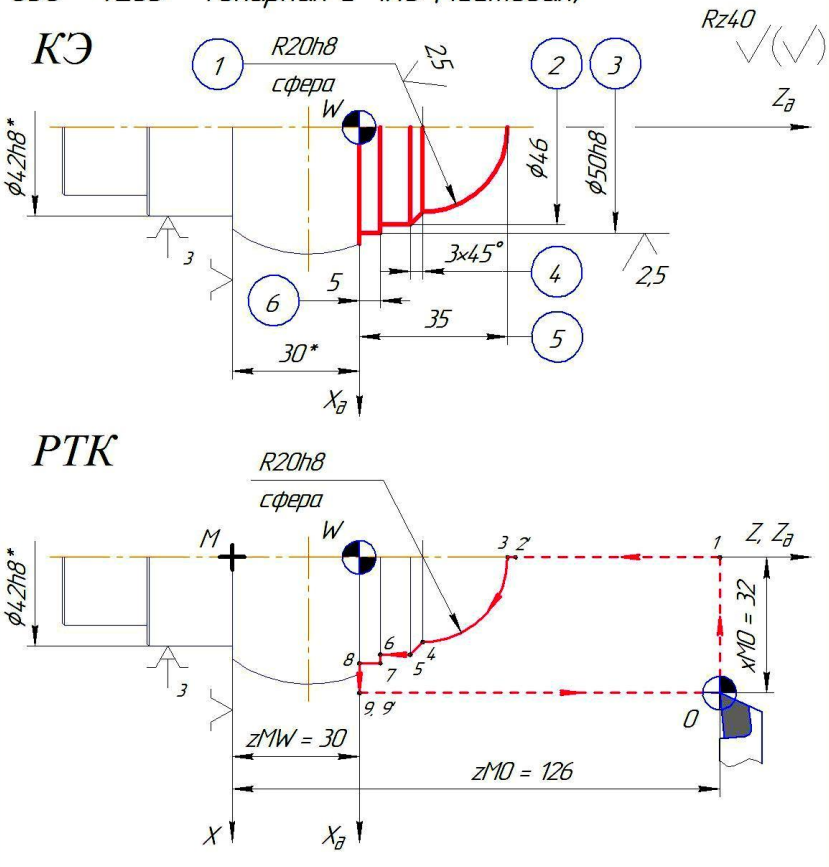
– траектория рабочего хода (РХ); – траектория вспомогательного хода (ВХ);

M – нулевая точка (нуль) станка; W – нулевая точка (нуль) детали; 0 – нулевая точка (стартовая позиция) инструмента.

025 4233 Токарная с ЧПУ (получистовая)



030 4233 Токарная с ЧПУ (чистовая)



РР 020 4233 Токарная с ЧПУ (чистовая)

* – $n_{прин}$ = 900 1/мин

Операционный размер (поверхность)	t, мм	S_0, мм/об (расч / прин)	$n_{расч}$, 1/мин	v*, м/мин	P_z*, Н	N*, кВт (расч / прин)	S_m*, мм/мин (расч / прин)
1 (сфера)	1.0	0.02	1104	170	69	0.19	18
7 (плоскость)	1.0	0.48 / 0.40	398	136	745	1.65 / 1.40	360 / 90
6 (цилиндр)	1.0	0.05	1236	120	137	0.27	45
5 (плоскость)	1.0	0.48 / 0.45	455	120	745	1.46 / 1.40	405 / 90
4 (цилиндр)	1.0	0.05	1622	90	137	0.20	45
8 (плоскость)	1.0	0.48	597	90	745	1.09	405 / 90

ККИ

Номер кадра	Траектория			Приращения		Номер коррект.	Подача, мм/мин	Шпинд., позиция	Инструм., позиция	Примечание
	точка	Z, мм	X, мм	ΔZ, мм	ΔX, мм					
001	0	126	32							G26
002									5	
003								02		n=900 1/мин
004	1		9		-23	5	400			G01 L15 BX
005	2'	77		-49		5				L25
006	3	76		-1			90			
007	4		15.5		+6.5					PX
008	5	75.5	16	-0.5	+0.5					
009	6	56		-19.5			45			
010	7		20.5		+4.5		90			
011	8	55.5	21	-0.5	+0.5					
012	9	36		-19.5			45			
013	10		24		+3		90			
014	11	18	30	-18	+6		18			G02
015	12,12'	5	27.04	-13	-2.96					
016										G01
017	13,13'		32		+4.96	5	90			G40 BX
018	0	126		+121		5	400			G40

УП

```
%  N001 G26 LF
   N002 T107 LF
   N003 M003 S002 LF
   N004 G01 F70000 X-23000 L15
   N005 Z-024500 L25
   N006 F10450 Z-00500 LF
   N007 X+06500 LF
   N008 X+00500 Z-00250 LF
   N009 F10255 Z-09750 LF
   N010 F10450 X+04500 LF
   N011 X+00500 Z-00250 LF
   N012 F10225 Z-09750 LF
   N013 F10450 X+03000 LF
   N014 G02 F10090 X+06000 Z-09000 I+24000 K+09000 LF
   N015 X-02960 Z-06500 I+30000 LF
   N016 G01 LF
   N017 G40 F10450 X+04960 L15
   N018 G40 F70000 Z+60500 L25
   N019 M005 LF
   N020 M002 LF
```