

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять

**«Розробка маршрутної технології механічної обробки деталі
з використанням САПР технологічних процесів»**

**з курсу «Технологія виготовлення двигунів внутрішнього згорання»
для студентів спеціальності 142- Енергетичне машинобудування**

Харків
НТУ «ХП»
2019

Методичні вказівки до практичних занять «Розробка маршрутної технології механічної обробки деталі з використанням САПР САПР технологічних процесів з курсу «Технологія виготовлення двигунів внутрішнього згоряння» для студентів спеціальності 142- Енергетичне машинобудування / Уклад. О. О. Осетров, О. О. Зотов – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 51 с.

Укладачі: О. О. Осетров,
 О. О. Зотов

Рецензент: І. М. Карягін

Кафедра двигунів внутрішнього згоряння

ВСТУП

Вивчення основ створення технологічних процесів (ТП) виготовлення деталей двигунів внутрішнього згоряння є невід'ємною складовою навчального процесу підготовки інженера-конструктора. Важливим етапом розробки технологічного процесу є складання маршрутної технології механічної обробки деталі.

Розробка маршрутної технології полягає у встановленні маршрутів обробки окремих поверхонь заготовки, виборі технологічних баз, визначенні припусків на обробку і операційних розмірів, складанні загального маршруту механічної обробки деталі.

Сучасне виробництво вимагає використання систем автоматизованого проектування (САПР) на всіх етапах створення конструкції і технології виготовлення деталі. В ході розробки маршрутної технології студенти використовують потужну САПР технологічних процесів ВЕРТИКАЛЬ [1], яка широко використовується на багатьох вітчизняних і закордонних підприємствах з виробництва двигунів.

Мета заняття: закріплення теоретичних знань та отримання практичних навичок з розробки маршрутної технології механічної обробки деталі з використанням САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

1. МЕТОДИКА РОЗРОБКИ МАРШРУТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

Етап 1. На першому етапі студенти виконують ескізи (або роблять ксерокопію) найбільш інформативних видів робочого креслення. На ескізах позначають номерами усі поверхні деталі, що обробляють різанням, і дають їм найменування. Ці поверхні (або сполучення поверхонь) визначають за кресленням деталі: на них зазвичай вказано знак шорсткості $\sqrt{\quad}$ або $\sqrt{\quad}$.

Стандартні найменування різних конструкторсько-технологічних елементів (КТЕ) наведені в табл. 1.1. Ці найменування рекомендується уточнити і конкретизувати для заданої деталі. Номери і найменування КТЕ, а також шорсткість поверхонь вносять відповідно до граф 1, 2 і 3 табл. 1.2.

Етап 2. На цьому етапі визначають маршрути обробки усіх поверхонь, що обробляють різанням. Можливі варіанти обробки КТЕ залежно від точності розміру і чистоти поверхні наведені в табл. 1.3 [2].

Таблиця 1.1 – Найменування конструкторсько-технологічних елементів

Буртик	Контур	Поверхня	Торець
Виточка	Конус	Різьблення	Фаска
Галтель	Лиска	Рифлення	Черв'як
Зуб	Отвір	Ступінь	Циліндр
Канавка	Паз	Сфера	

Таблиця 1.2 – Призначення маршрутів обробки елементарних поверхонь, квалітетів і мінімальних припусків

№ КТЕ	Назва КТЕ	Чистота поверхні Ra, мкм	Маршрут обробки	Квалітет	Мінімальний припуск на сторону (Zmin) або на діаметр (2Zmin), мм
1	2	3	4	5	6

Слід зазначити, що кількість варіантів маршруту обробки деяких КТЕ може бути великою. Її можна зменшити з огляду на такі обставини:

- доцільність обробки даної поверхні разом з іншими поверхнями заготовки (наприклад, для досягнення більшої точності їхнього взаємного розташування);
- можливість обробки поверхні на одному верстаті за декілька послідовних переходів;
- обмеження інших методів через недостатню твердість або конфігурацію заготовки;
- забезпечення заданої продуктивності обробки;
- термічна обробка, як правило, виключає наступну обробку лезом;
- наявність на підприємстві того чи іншого технологічного обладнання.

Обрані маршрути обробки для кожного КТЕ заносять до графі 4 табл. 1.2.

Етап 3. Після вибору маршруту обробки для кожного КТЕ за даними табл. 1.4 і табл. 1.5–1.11 визначають відповідно квалітети розмірів і мінімальні припуски на проміжних стадіях механічної обробки. Результати вибору квалітетів розмірів і припусків заносять відповідно до граф 5 і 6 табл. 1.2.

Етап 4. За визначеними припусками і квалітетами для зовнішніх і внутрішніх *циліндричних* поверхонь розраховують проміжні (операційні) розміри за переходами. Розрахунок ведуть за формою табл. 1.12.

Таблиця 1.3 – Приблизні маршрути обробки поверхонь

Точність, квалітет	Шорсткість Ra , мкм	Код матеріалу	Маршрут обробки поверхонь		
			циліндричних		плоских
			зовнішніх	внутрішніх	
14...12	25,0...6,3	1, 2, 3	О	С	СТ
		1, 2, 3	О	З	Ф
		1, 2, 3	О	РТ	О
		4	О, ТЕ	С, ТЕ	СТ, ТЕ
		4	ТЕ, Ш	З, ТЕ	Ф, ТЕ
		4	ТЕ, Ш	РТ, ТЕ	О, ТЕ
11...10	5,0...2,5	1, 2, 3	Оп, Оч	С, З, Р	П
		1, 2, 3	Оп, Оч	С, З, Р	Фп, Фч
		1, 2, 3	Оп, Оч	С, РТ, Р	Фп, Фч
		1, 2	О, Ш	С, РТп, РТч	Ф, Шп
		4	Оп, Оч, ТЕ	С, З, ТЕ, Ш	Ф, ТЕ, Шп
		4	Оп, ТЕ, Ш	С, РТ, ТЕ	СТ, ТЕ, Шп
		4	Оп, ТЕ, Ш	Зп, Зч, ТЕ, Ш	О, ТЕ, Шп
9...7	1,25...0,63	1, 2, 3	Оп, Оч, От	РУ, Р	СТ, П
		1, 2, 3	Оп, Оч, От	С, З, Рп, Рч	Ф, П
		1, 2, 3	Оп, Оч, От	С, РТп, РТч	Ф, П
		1, 2, 3	Оп, Оч, От	С, З, РТг	Ф, П
		1, 2, 3	Оп, Оч, От	С, П	Ф, П
		1, 2	О, Ш	РТп, РТч, РТг	Ф, Шч
		1	Шп, Шч	РТп, РТч, РТг	Ф, Шч
		4	Оп, Оч, ТЕ, Ш	С, РТ, ТЕ, Ш	Ф, ТЕ, Шч
		4	Шп, ТЕ, Шч	РТп, РТч, ТЕ, Ш	С, ТЕ, Шч
		4	Шп, ТЕ, Шч	С, З, ТЕ, Ш	О, ТЕ, Шч
	4	Шп, ТЕ, Шч	РУ, ТЕ, Х	О, ТЕ, Шч	
	0,32...0,16	3	Оп, Оч, ПО	РУ, ТЕ, Х	Фп, Фч, ПОч
		3	Оп, Оч, От, ПО	РУ, ТЕ, Х	Оп, Оч, ПОч
	0,08...0,04	3	Оп, Оч, От, ПОч, ПОг	РУ, ТЕ, Х	Оп, Оч, ПОч, ПОг
		4	Оп, Оч, ТЕ, Шп, Шт, ПО	РУ, ТЕ, Х	Фп, Фч, ТЕ, Шп, Шт, ПО
		1, 2, 3	Оп, Оч, От, ПО	РУ, Рп, Рч	СТ, Фг, ШБ
		1, 2, 3	Оп, Оч, От, ПО	С, З, Рп, Рч	Фп, Фг, ШБ
1, 2, 3		Оп, Оч, От, ПО	С, З, РТч, РТг	Фп, Фг, ШБ	
6	0,32...0,16	1, 2, 3	Оп, Оч, От, ПО	РТп, РТч, РТг	Фп, Фг, ШБ
		1, 2, 3	Оп, Оч, От, ПО	С, З, П	Фп, Фг, ШБ
		1	О, Ш, СУ	С, З, П	Фп, Фг, ШБ
		1	О, Шп, Шт, П	С, З, П	Фп, Фг, ШБ

Закінчення таблиці 1.3

Точність, квалітет	Шорст- кість <i>Ra</i> , мкм	Код ма- теріалу	Маршрут обробки поверхонь		
			циліндричних		плоских
			зовнішніх	внутрішніх	
6	0,32...0,16	1,2	О, Шп, Шт, П	С, 3, П	Фп, Фч, Шч, ПО
		3	О, Шп, Шт, П	С, 3, П	Фп, Фч, Шч, ПО
		4	О, Шп, ТЕ, Шт	РТ, ТЕ, Ш, Х	Фп, Фч, ТЕ, Шч, Д
		4	О, Шп, ТЕ, Шт, СУ	С, 3, ТЕ, Ш, Х	С, Фт, ТЕ, Шч, Д
		4	Оп, Оч, ТЕ, Шч, СУ	С, П, ТЕ, Х	Ф, ТЕ, Шп, Шч, Д
		4	Оп, Оч, ТЕ, Шч, СУ	РУ, Р, ТЕ, Х	О, Шп, ТЕ, Шч, Д
	0,16...0,08	3	Ош, Оч, От	РУ, Р, ТЕ, Х	О, Шп, ТЕ, Шч, Д
		4	Оп, Оч, ТЕ, Шч, СУ	РТ, ТЕ, Ш, Х, Д	СТ, ТЕ, Шч, Шт, Д
		4	О, Шп, ТЕ, Шч, Шт, СУ	С, 3, ТЕ, Ш, Х, Д	Ф, ТЕ, Шч, Шт, Д
		4	О, Шп, ТЕ, Шч, Д	С, П, ТЕ, Хп, Хч	Ф, Шп, ТЕ, Шч, Шт, Д
		4	О, Шп, ТЕ, Шч, Д	РУ, ТЕ, Х, Д	О, Шп, ТЕ, Шч, Шт, Д
5	0,08...0,04	1	Оп, Оч, Шп, Шч, СУп, СУч	С, РТч, РТт, ТЕ, Х, Д	О, Шп, ТЕ, Шч, Шт, Д
		2	Оп, Оч, Шп, Шч, СУп, СУч	С, 3, Р, Х, Дп, Дч	О, Шп, ТЕ, Шч, Шт, Д
		2	Оп, Оч, Шп, Шч, СУп, СУч	РУ, Х, Дп, Дч	О, Шп, ТЕ, Шч, Шт, Д
		1, 2	Оп, Оч, Шп, Шч, СУп, СУч	РУ, Х, Дп, Дч	Ф, Шп, Шч, Шт, ПО
		4	Оп, Оч, ТЕ, Шч, СУч	РУ, Р, ТЕ, Х, Дп, Дч	СТ, ТЕ, Шп, Шч, Шт, ПО
Позначення: О – обточування; Ш – шліфування; СУ – суперфінішування; ПО – полірування; Д – доведення; ТЕ – термічна обробка; С – свердління (розсвердлювання); 3 – зенкерування; РУ – рушничне свердління; Р – розгортання; РТ – розточування; П – протягання; Х – хонінгування; СТ – стругання; Ф – фрезування; ШБ – шабрування; п – попереднє; ч – чистове; т – тонке; 1 – незагартовані сталі; 2 – чавуни; 3 – кольорові метали й сплави; 4 – загартовані сталі					

Таблиця 1.4 – Точність і чистота поверхонь заготовок після механічної обробки

Спосіб обробки	Перехід	Квалітет	Шорсткість R_a , мкм
Обточування зовнішніх циліндричних поверхонь	чорнове	14...12	50...6,3
	напівчистове або одноразове	11...10	25...1,6
	чистове	9...8	6,3...0,4
	тонке	8...7	1,6...0,2
Розточування	чорнове	13...11	25...1,6
	чистове	10...8	6,3...0,4
	тонке	7...5	3,2...1,6
Фрезування, стругання, підрізання торців	чорнове	11...14	50...12,5
	чистове	12...10	10...1,25
	тонке	9...7	2,5...0,4
Цекування		11...14	50...12,5
Свердління та розсвердлювання		13...9	25...0,8
Зенкерування	чорнове	13...12	25...6,3
	чистове, після свердління	13...8	25...0,4
Розгортання	нормальне	9...7	6,3...0,4
	точне	6...5	3,2...0,1
Протягання	чорнове	11...10	12,5...0,8
	чистове	9...6	6,3...0,2
Шліфування зовнішнє	чорнове	9...8	6,3...0,4
	чистове	7...6	3,2...0,2
	тонке	6...5	1,6...0,1
Шліфування внутрішнє	чорнове	9...8	6,3...0,4
	чистове	7...6	3,2...0,2
	тонке	5	1,6...0,1
Шабрування	–	9...7	1,25...0,04
Хонінгування, притирання	–	5...4	0,8...0,1
Суперфінішування	–	5...4	0,2...0,025
Обкочування, розкочування, алмазне вигладжування	–	7...6	3,2...0,08

Таблиця 1.5 – Припуски на сторону при обробці торцевих поверхонь, мм

Спосіб обробки поверхні	Припуск
Підрізання	
чорнове і одноразове	0,5...2,5
чистове після чорнового	0,1...0,3
Шліфування	
після чистового підрізання	0,05...0,1

Таблиця 1.6 – Припуски на діаметр при обробці зовнішніх циліндричних поверхонь, мм

Спосіб обробки поверхні	Припуск
Точіння	
чорнове і одноразове	0,8...3,0
напівчистове після чорнового	0,4...0,6
чистове після чорнового або напівчистового	0,2...0,4
тонке після чистового	0,12..0,2
Шліфування	
обдирне і одноразове	0,2...0,8
попереднє після чистового обточування або обдирного шліфування	0,1...0,2
чистове після попереднього шліфування	0,05..0,15
тонке після чистового шліфування	0,01...0,04
Оздоблювальна обробка	
Притирання, суперфінішування, обкочування, або полірування після тонкого обточування	0,006...0,015

Таблиця 1.7 – Припуски на сторону при обробці поверхонь бобишок, пластиків та приливків, мм

Спосіб обробки поверхні	Припуск
Цекування, чорнове або одноразове фрезерування, стругання або підрізання	0,3...0,7
Чистове фрезерування, стругання або підрізання після попередньої обробки	0,07...0,15

Таблиця 1.8 – Припуски на ширину пазів, мм

Спосіб обробки поверхні	Припуск
Чистове фрезерування після чорнового	1,5...4,0
Шліфування пазів у термічно оброблених і необроблених деталей після чистового фрезерування	0,5...1,0

Таблиця 1.9 – Припуски на сторону при обробці площин, мм *

Спосіб обробки поверхні	Припуск
Фрезерування, протягання або стругання	
чорнове і одноразове	0,35...4,0
чистове після чорнового	0,08...0,4
Шабрування	
одноразове	0,1...0,4
Шліфування	
попереднє і одноразове після чистового фрезерування	0,04...0,3
чистове після попереднього шліфування	0,03...0,05
Оздоблювальна обробка	
притирання або полірування після шліфування	0,005...0,02

*Наведені в таблиці значення належать до діапазону розмірів оброблюваних поверхонь 50...1000 мм.

Таблиця 1.10 – Припуски на діаметр при обробці отворів, мм

Спосіб обробки поверхні	Припуск
Розточування	
чорнове	0,5...3,0
чистове	0,25...0,5
тонке	0,1...0,15
Зенкерування	
чорнове	1,3...3,0
чистове	0,8...1,1
Розгортання	
нормальне	0,15...0,25
точне	0,05...0,1
Протягання	
після чорнового розточування, або зенкерування	0,25...0,5
після чистового розточування або протягування	0,1...0,25
Шабрування	
одноразове	0,05...0,35
Шліфування	
попереднє після чорнового розточування	0,2...0,5
чистове після попереднього шліфування	0,06...0,18
Оздоблювальна обробка	
розточування після точного розгортання або тонкого розточування	0,01...0,2
хонінгування після точного розгортання або чистового розточування	0,008...0,05
притирання після точного розгортання або тонкого розточування	0,005...0,02

Таблиця 1.11 – Припуски на сторону при обробці фасонних зовнішніх або внутрішніх поверхонь, мм

Спосіб обробки поверхні	Припуск
попереднє фрезування, стругання або довбання по контуру	0,25...1,8
чистове фрезування, стругання або довбання по контуру після попередньої обробки	0,20...0,65

Таблиця 1.12 – Визначення операційних розмірів циліндричних поверхонь

Стадія обробки поверхні	Позначення розміру	Мінімальні припуски $2Z_{\min}$, мм	Квалітет IT	Мінімальні розміри $D_{i \min}$ ($d_{i \min}$), мм	Допуски на проміжні розміри T_i , мм	Максимальні розміри $D_{i \max}$ ($d_{i \max}$), мм	Прийняті (округлені) розміри за переходами, мм		
							мінімальний $D_{i \min}$ ($d_{i \min}$)	Максимальний $D_{i \min}$ ($d_{i \min}$)	з відхиленнями
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Схема для розрахунку проміжних розмірів зовнішніх циліндричних поверхонь наведена на рис. 1.1 [3].

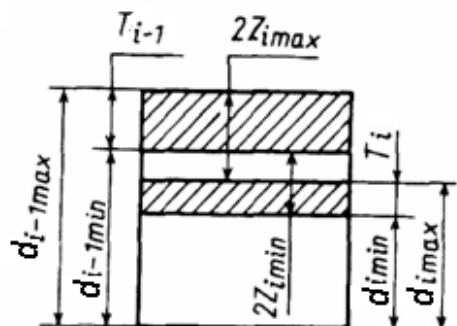


Рисунок 1.1 – Схема до розрахунку проміжних розмірів зовнішніх поверхонь

Спочатку для кожної циліндричної поверхні з табл. 1.2 виписують маршрут її обробки, мінімальні припуски і квалітети розмірів на проміжних стадіях виготовлення, які заносять відповідно до граф 1, 3 і 4 табл. 1.12.

Потім за квалітетом і номінальним значенням розміру з табл. 1.13 визначають допуски на проміжні розміри і заносять їх до графи 6 табл. 1.12. Розрахунок проміжних розмірів ведуть, починаючи з розміру на остаточній стадії обробки, який приймають за даними робочого креслення деталі.

Таблиця 1.13 – Допуски (мм) для розмірів до 500 мм

Номінальні розміри, мм	Квалітети											
	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
До 3	0,004	0,006	0,010	0,014	0,025	0,04	0,060	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6
Вище 3 до 6	0,005	0,006	0,012	0,018	0,030	0,048	0,075	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75
" 6 " 10	0,006	0,009	0,015	0,022	0,036	0,058	0,090	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9
" 10 " 18	0,008	0,011	0,018	0,027	0,043	0,070	0,11	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1
" 18 " 30	0,009	0,013	0,021	0,033	0,052	0,084	0,13	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3
" 30 " 50	0,011	0,016	0,025	0,039	0,062	0,1	0,16	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6
" 50 " 80	0,013	0,019	0,030	0,046	0,074	0,12	0,19	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9
" 80 " 120	0,015	0,022	0,035	0,054	0,087	0,14	0,22	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2
" 120 " 180	0,018	0,025	0,040	0,063	0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5
" 180 " 250	0,020	0,029	0,046	0,072	0,115	0,185	0,29	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9
" 250 " 315	0,023	0,032	0,052	0,081	0,13	0,21	0,32	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2
" 315 " 400	0,025	0,036	0,057	0,089	0,14	0,23	0,36	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6
" 400 " 500	0,027	0,040	0,063	0,097	0,155	0,25	0,4	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0

Відповідно до схеми на рис. 1.1 мінімальний діаметральний розмір зовнішньої поверхні на попередньому переході, мм:

$$d_{i-1 \min} = d_{i \min} + 2Z_{\min i}, \quad (1)$$

де $d_{i \min}$ – мінімальний діаметральний розмір на поточному переході, мм;

$2Z_{\min i}$ – мінімальний припуск на поточному переході, мм.

Максимальний діаметральний розмір на попередньому переході, мм:

$$d_{i-1 \max} = d_{i-1 \min} + T_{i-1}, \quad (2)$$

де T_{i-1} – допуск розміру на попередньому переході, мм.

Відповідні мінімальні та максимальні проміжні розміри для внутрішніх поверхонь визначають за формулами:

$$D_{i-1 \min} = D_{i \min} - 2Z_{\min i}, \quad (3)$$

$$D_{i-1 \max} = D_{i-1 \min} + T_{i-1}. \quad (4)$$

Розраховані мінімальні та максимальні значення проміжних розмірів заносять до граф 5 і 7 табл. 1.12.

Отримані за цим розрахунком максимальні і мінімальні розміри округляють до порядку, що відповідає допуску на даному переході, і заносять до граф 8 та 9 табл. 1.12. Відхилення розмірів, як правило, призначають за методом торкання: для валів застосовують посадку h («у мінус»), для отворів – H («у плюс»). Значення розмірів з відхиленнями записують у графу 10 табл. 1.2.

На даному етапі графу 2 в табл. 1.12 не заповнюють. Позначення розміру стане відомим тільки на етапі розробки маршруту обробки всієї деталі.

Етап 5. Після того як побудовано дерево КТЕ, сформовані плани обробки усіх конструкторсько-технологічних елементів і груп КТЕ, встановлюють технологічні бази і маршрут обробки всієї деталі.

Спочатку визначають чорнові, основні і допоміжні технологічні бази виходячи з принципів постійності та сполучення технологічних баз [4, 5]. Якщо конструктивна форма заготовки не дозволяє її зручно та надійно базувати у пристрої, створюють допоміжні (або штучні) технологічні бази у вигляді центрових отворів, бобишок, поясків тощо.

Залежно від складності деталі можливі декілька *варіантів базування* в ході операцій механічної обробки:

1. Заготовку базують на чорні (необроблені) поверхні та при одній установці за одну операцію виконують її повну обробку. Цей варіант засто-

совують для відносно простих деталей та деталей, що обробляють на верстатах-автоматах і агрегатних верстатах.

2. Заготівку базують на чорні поверхні, роблячи обробку поверхонь, які далі використовують як чистові незмінювані бази. Цей варіант застосовують для більш складних деталей.

3. Варіант аналогічний попередньому, за винятком того, що перед останнім етапом ТП чистові бази ще раз обробляють. Варіант характерний для деталей підвищеної точності.

4. Заготівку базують на декілька змінюваних баз, які повторно обробляють. Варіант є небажаним і використовується тільки для деталей з особливими вимогами.

З урахуванням вибраних чорнових, основних і допоміжних технологічних баз, а також маршрутів обробки окремих КТЕ студенти складають загальний маршрут обробки деталі. При встановленні послідовності обробки керуються таким:

1. При складанні маршруту обробки деталі доцільно орієнтуватися на існуючі технологічні процеси обробки подібних деталей.

2. На перших операціях, як правило, обробляють поверхні, прийняті за чистові бази, з яких виконується подальша обробка заготівки.

3. Послідовність обробки залежить від схеми проставлення розмірів. На початок маршруту виносять обробку тієї поверхні, відносно якої на кресленні координовано велику кількість інших поверхонь.

4. Попередній зміст операцій встановлюють об'єднанням переходів з табл. 1.2, які забезпечують приблизно однакову точність поверхні, якість поверхневого шару і можуть бути виконані з одного установа на подібному обладнанні.

5. Чорнову і чистову обробку, як правило, виділяють в окремі операції, оскільки суміщення чорнових і чистових переходів в одній операції призводить до зниження точності обробки внаслідок підвищеного зносу інструменту на чорнових операціях.

6. Послідовність операцій устанавлюють залежно від необхідної точності поверхні: чим точніше повинна бути поверхня, тим пізніше виконують її остаточну обробку. Це пов'язано з тим, що обробка кожної наступної поверхні може викликати короблення раніше обробленої поверхні внаслідок перерозподілу залишкових напруг.

7. Операції обробки поверхонь, що мають другорядне значення (свердління дрібних отворів, зняття фасок, прорізання канавок тощо), виконують наприкінці ТП.

8. Після термічної обробки призначають правку заготовки або повторну обробку окремих поверхонь.

9. Обробку сполучених поверхонь (отворів і прилеглих до них торців, співвісних отворів тощо) бажано поєднувати в одній операції й виконувати з одного установа.

10. У масовому виробництві зміст і обсяг операцій визначають їхньою тривалістю, що повинна дорівнювати або бути кратною такту.

Маршрут обробки деталі заносять до таблиці 1.14. Користуючись даними табл. 1.15, кожній операції у першому наближенні дають порядковий номер і найменування (відповідно графи 1 і 3 табл. 1.14).

Таблиця 1.14 – Маршрут обробки деталі

№ операції	№ ескізу	Найменування операції	№ переходу	Вміст основного переходу
1	2	3	4	5

Номер і вміст основних переходів для кожної операції заносять відповідно у графи 4 і 5 табл. 1.14. Ретельно стежать за тим, щоб усі переходи з табл. 1.2 для окремих КТЕ були відображені в табл. 1.14.

Порядок нумерації операцій і переходів, а також правила складання тексту переходів розглянуто на практичному занятті «Аналіз технологічної документації...».

Виконують ескізи основних операцій обробки, на яких нумерують і позначають жирною лінією оброблювані поверхні, вказують витримувані технологічні розміри (без числових значень), з використанням даних таблиць 1.16 і 1.17 наводять умовні зображення опор, затискачів і встановлювальних пристроїв.

Слід зазначити, що на цьому етапі на ескізах операцій обробки вказується не конкретне числове значення розміру, а умовне позначення розміру. Наприклад, для лінійних розмірів – $A1$, $A2$ тощо; для діаметральних розмірів – $D1$, $D2$ тощо. Позначення діаметральних розмірів заносять до графи 2 табл. 1.12.

Етап 6. Виходячи з розробленого маршруту обробки деталі, складають розмірні ланцюги для визначення лінійних технологічних розмірів. У кожному ланцюзі повинно бути не більше одного невідомого розміру.

Таблиця 1.15 – Найменування операцій обробки різанням

Номер операції за порядком	Найменування операції	Номер операції за порядком	Найменування операції
01	Автоматно-лінійна	39	Фрезерна з ЧПУ
02	Агрегатна	40	Шліфувальна з ЧПУ
03	Довбальна	41	Вертикально-протяжна
04	Зубодовбальна	42	Горизонтально-протяжна
05	Зубозаокруглювальна	43	Алмазно-розточувальна
06	Зубонакатна	44	Вертикально-розточувальна
07	Зубообкатна	45	Горизонтально-розточувальна
08	Зубоприпрацювальна	46	Координатно-розточувальна
09	Зубопритиральна	47	Болторізна
10	Зубопротяжна	48	Гайкорізна
11	Зубостругальна	49	Різенакатувальна
12	Зуботокарна	50	Вертикально-свердлильна
13	Зубофрезерна	51	Горизонтально-свердлильна
14	Зубохонінгувальна	52	Координатно-свердлильна
15	Зубошевінгувальна	53	Радіально-свердлильна
16	Зубошліфувальна	54	Свердлильно-центрувальна
17	Спеціальна зубооброблювальна	55	Поперечно-стругальна
18	Шліценакатна	56	Повздовжньо-стругальна
19	Шліцестругальна	57	Автоматна токарна
20	Шліцефрезерна	58	Вальцетокарна
21	Комбінована	59	Лоботокарна
22	Віброобразивна	60	Різетокарна
23	Галтувальна	61	Спеціальна токарна
24	Довідна	62	Токарно-безцентрова
25	Обпилювальна	63	Токарно-гвинторізна
26	Полірувальна	64	Токарно-затиловочна
27	Притиральна	65	Токарно-карусельна
28	Суперфінішна	66	Токарно-копіювальна
29	Хонінгувальна	67	Токарно-револьверна
30	Абразивно-відрізна	68	Торцепідрізна центрувальна
31	Стрічково-відрізна	69	Барабанно-фрезерна
32	Ножівково-відрізна	70	Вертикально-фрезерна
33	Пило-відрізна	71	Горизонтально-фрезерна
34	Токарно-відрізна	72	Гравіювальна-фрезерна
35	Фрезерно-відрізна	73	Карусельно-фрезерна
36	Розточувальна з ЧПУ	74	Копіювальна-фрезерна
38	Токарна з ЧПУ	75	Повздовжньо-фрезерна

Закінчення таблиці 1.15

Номер операції за порядком	Найменування операції	Номер операції за порядком	Найменування операції
76	Різофрезерна	87	Круглошліфувальна
77	Спеціальна фрезерна	88	Стрічково-шліфувальна
78	Універсально-фрезерна	89	Обдирково-шліфувальна
79	Фрезерно-центрувальна	90	Плоскошліфувальна
80	Шпонково-фрезерна	91	Різошліфувальна
81	Безцентрово-шліфувальна	92	Торцешліфувальна
82	Вальцешліфувальна	93	Центрошліфувальна
83	Внутрішньошліфувальна	94	Шліфувальна спеціальна
84	Заточувальна	95	Шліфувально-затиловочна
85	Карусельно-шліфувальна	96	Шліцешліфувальна
86	Координатно-шліфувальна		

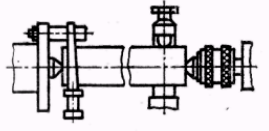
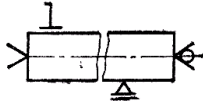
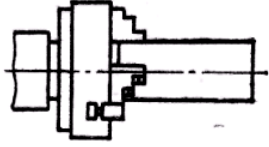
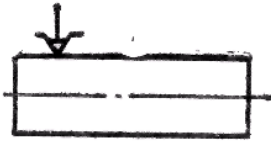
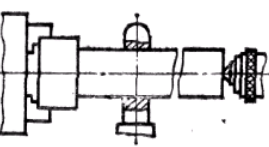
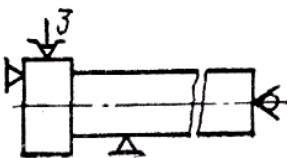
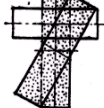
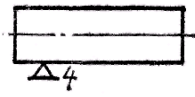
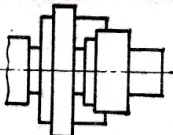
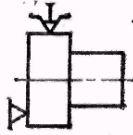
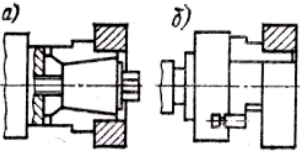
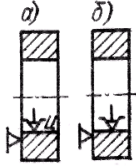
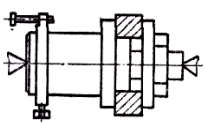

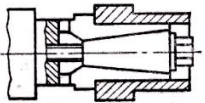
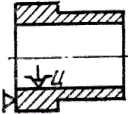
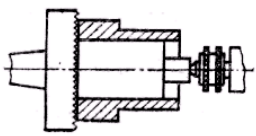
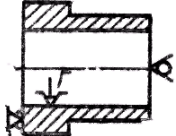
Таблиця 1.16 – Умовні зображення опор, затискачів і встановлювальних пристроїв

Найменування	Умовне позначення		
	Вид збоку	Вид у плані	
		зверху	знизу
Опора нерухома			
Опора рухома			
Опора плаваюча			
Опора регульована			
Опора регульована зі сферичною робочою поверхнею		-	-
Опора нерухома із призматичною робочою поверхнею			
Опора рухома (затискач) із призматичною робочою поверхнею			
Центр нерухомий (гладкий)		-	-
Центр обертовий		-	-
Центр плаваючий		-	-
Центр рифлений		-	-
Центр зворотний обертовий з рифленою поверхнею		-	-

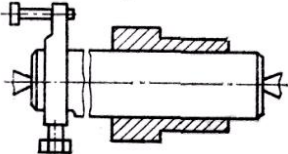
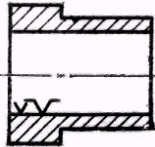
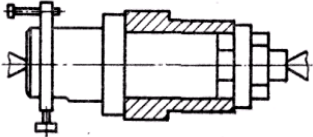
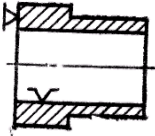
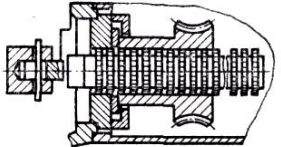
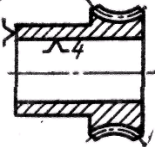
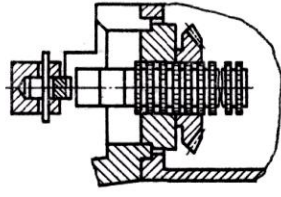

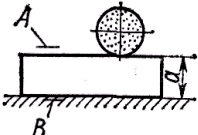
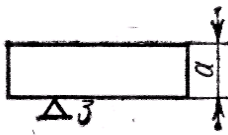
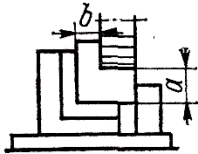
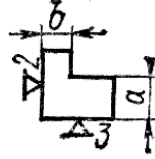
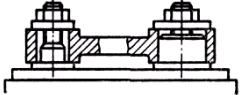
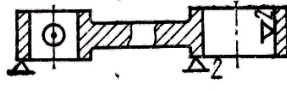
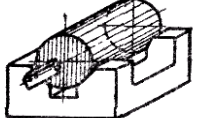
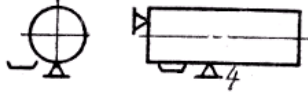
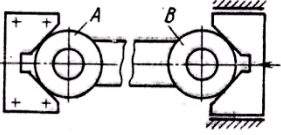
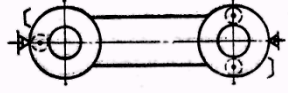
Закінчення таблиці 1.16

Найменування	Умовне позначення		
	Вид збоку	Вид у плані	
		зверху	знизу
Патрони двох-, три- і чотирикулачкові з механічним затискачем		—	—
Патрони та оправки цангові		—	—
Патрони та оправки з гідропластовим затискачем		—	—
Патрон (затискач) пневматичний		—	—
Патрон (затискач) гідравлічний		—	—
Патрони (затискачі) магнітний та електромагнітний		—	—
Патрон (затискач) електричний		—	—
Патрон повідковий		—	—
Люнет нерухомий		—	—
Люнет рухомий		—	—
Оправка циліндрична гладка		—	—
Оправка циліндрична кулькова (роликів)		—	—
Оправки циліндричні: різьбова (а) і шліцьова (б)		—	—
Оправка конічна роликів		—	—
Затискач одиночний (механічний)		⊕	⊙
Затискач зблокований подвійний (механічний)		⊕—⊕	⊙—⊙
Затискач пневматичний із циліндричною рифленою робочою поверхнею		—	—

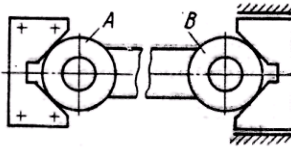
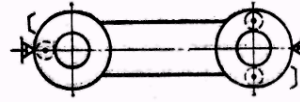
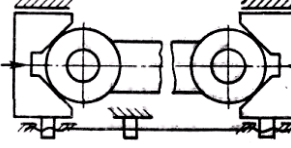
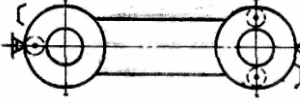
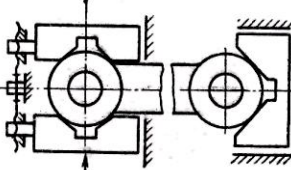
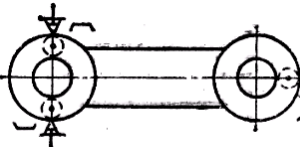
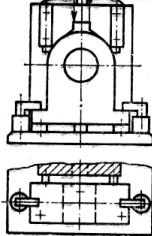
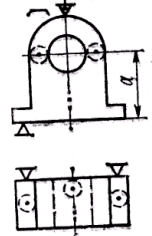
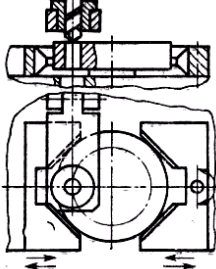
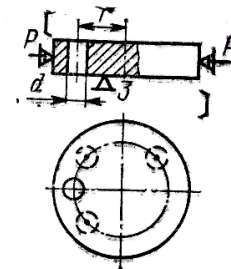
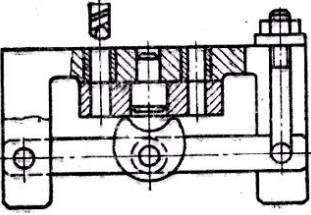
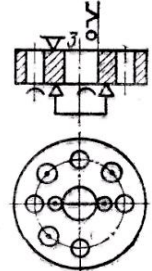
Таблиця 1.17 – Типові схеми установлення заготовок у пристроях і на верстатах [4]

Характеристика установлення або зміст операції	Конструктивна схема установлення заготовки	Умове зображення на технологічному ескізі відповідно до ГОСТ 3.1107-81
Установлення вала в нерухомому передньому центрі з повідковим патроном і обертним заднім центром з рухомим люнетом		
Установлення вала у двох- або трикулачковому самоцентруючому патроні з довгими кулачками без упору по торцю		
Установлення вала в трикулачковому самоцентруючому патроні з механічним затискачем з упором у торець і в обертвому центрі з нерухомим люнетом		
Безцентрове шліфування гладкого валика		
Установлення диска у дво- або трикулачковому патроні з базуванням по торцю		
Установлення короткої втулки-диска на розтискній (цанговій) оправці (а) або в трикулачковому патроні в розтиск (б) з базуванням по торцю		
Установлення короткої втулки-диска на гладкій циліндричній оправці з базуванням по торцю		
Обробка довгої втулки на розтискній (цанговій) оправці з упором по торцю		
Обробка втулки, що встановлена на циліндричній оправці з гідропластичним затискачем, з упором у торець на рифлену поверхню і з піджимом обертним центром		

Продовження таблиці 1.17

Характеристика установлення або зміст операції	Конструктивна схема установлення заготовки	Умовне зображення на технологічному ескізі відповідно до ГОСТ 3.1107-81
Обробка довгої циліндричної втулки на конусній твердій оправці		
Обробка довгої втулки на гладкій циліндричній оправці з гайкою		
Протягання довгого отвору		
Протягання короткого отвору		
Шліфування площини <i>A</i> на магнітному столі з витриманням паралельності і відстані між площинами <i>A</i> і <i>B</i>		
Фрезування уступу з витриманням розмірів <i>a</i> і <i>b</i>		
Установлення шатуна на площини торців і по отворах головок для обробки зовнішнього контуру		
Установлення вала на призмі		
Установлення важеля для розточування отворів у головках із забезпеченням їх положення на осі симетрії, концентричності отвору й зовнішнього контуру головки <i>A</i> і перпендикулярності осей отворів відносно торців головок		

Закінчення таблиці 1.18

Характеристика установлення або зміст операції	Конструктивна схема установлення заготовки	Умовне зображення на технологічному ескізі відповідно до ГОСТ 3.1107-81
Установлення важеля для розточення отворів у головках із забезпеченням їх положення на осі симетрії, концентричності отвору й зовнішнього контуру головки <i>A</i> і перпендикулярності осей отворів до торців головок		
Установлення важеля для розточування отворів із забезпеченням симетричного розташування їх осей відносно зовнішніх поверхонь головок і перпендикулярності осей головок до торців		
Установлення важеля для розточення отворів із забезпеченням концентричності отвору <i>A</i> по контуру головки, симетричності розташування осей отворів відносно зовнішнього контуру і їх перпендикулярності відносно торців головок		
Установлення заготовки для розточування отвору із забезпеченням розміру <i>a</i> і перпендикулярності осі та площини відносно опори та розташування осі отвору в площині симетрії закруглення зовнішнього контуру		
Свердління отвору <i>d</i> у диску із забезпеченням перпендикулярності осі отвору відносно торця диска і його відстані від центра на величину <i>r</i> із закріпленням у призматичних самоцентрувальних губках із пневматичним затискачем		
Свердління чотирьох отворів перпендикулярно площині <i>A</i> з centruванням на циліндричний палець, з упором на три нерухомі опори (або на площину Л) та із застосуванням електричного подвійного затискача, що мають сферичні робочі поверхні		

Розрахунок ведуть у табл. 1.19. У графу 1 з ескізів операцій обробки (або складених розмірних ланцюгів) записують позначення невідомих лінійних розмірів. З табл. 1.2 для кожного розміру відповідно до стадії механічної обробки у графу 2 табл. 1.19 виписують квалітет.

Таблиця 1.19 – Розрахунок лінійних технологічних розмірів

Позначення технологічного розміру	Квалітет розміру	Номінальне значення технологічного розміру, мм	Допуск, мм	Значення технологічного розміру з відхиленнями, мм
1	2	3	4	5

Номінальне значення невідомого розміру розраховують за методом максимуму та мінімуму:

$$A_0 = \sum_{i=1}^n \overrightarrow{A_i} - \sum_{i=1}^m \overleftarrow{A_i}, \quad (5)$$

де n – число збільшуючих ланок ланцюга;

m – загальне число ланок ланцюга з урахуванням замикальної ланки (розміру, що розраховується);

$\overrightarrow{A_i}$ і $\overleftarrow{A_i}$ – відповідно номінальні значення збільшуючих і зменшуючих розмірів.

Розраховане за формулою 5 номінальне значення технологічного розміру заносять до графи 3 табл. 1.19. За номінальним значенням розміру і квалітетом з табл. 1.13 знаходять допуск розміру і записують у графу 4 табл. 1.19.

У графу 5 табл. 1.19 записують номінальне значення технологічного розміру з відхиленнями. Розташування поля допуску залежить від методу отримання розміру: якщо розмір утворено за методом пробних ходів і замірів, то допуски розташовують «в тіло» (поле H або h). Якщо розмір утворено на налаштованих верстатах або верстатах з ЧПУ, то, як правило, призначають симетричне розташування поля допуску (поле Js або js).

Етап 7. Складають технологічну документацію: титульний лист, маршрутно-операційну карту і карти ескізів.

У картах потрібно заповнити основний надпис, куди занести позначення технологічних документів і комплекту документів, позначення деталі

за конструкторським документом, порядковий номер і кількість аркушів документів.

У маршрутно-операційній карті слід указати матеріал, заповнити поля «МД» і «КД». Поряд з порядковим номером першого рядка поставити службовий символ «А»; в рядку записати номер, код і найменування першої операції, а також позначення карти ескізів до даної операції.

Поряд з порядковим номером другого рядка поставити службовий символ «Б» для внесення даних по технологічному обладнанню. Рядок не заповнюють. Відповідні дані отримують і записують до маршрутної карти при розробці операційної технології.

Поряд з порядковим номером третього рядка потрібно поставити службовий символ «О»; в рядку записати зміст основного переходу даної операції. Якщо в операції є декілька основних переходів, то їхній зміст записують у наступних рядках. Кожний перехід нумерують арабськими літерами.

Поряд з порядковими номерами наступних двох рядків ставлять службові символи «Т» і «Р» для внесення даних відповідно по технологічному оснащенню і режимах різання. Як і для обладнання, відповідні дані отримують і записують до маршрутної карти при розробці операційної технології.

Так само до маршрутної карти вносять дані по всіх операціях розробленого технологічного процесу.

На картах ескізів наводять ескізи заготівки в ході операцій механічної обробки. На ескізах указують жирною лінією оброблювані поверхні, значення технологічних розмірів з відхиленнями, шорсткість, відхилення форми і розташування поверхонь, умовні позначення опор і затискних пристроїв. Значення шорсткості поверхонь залежно від методу і стадії обробки наведені в табл. 1.4. Відхилення форми і розташування поверхонь на остаточних стадіях механічної обробки приймають за даними робочого креслення. З метою зменшення обсягу роботи при розробці навчальної технологічної документації відхилення форми і розташування поверхонь на картах ескізів дозволяється не вказувати.

2. РОЗРОБКА МАРШРУТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМІ САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ дозволяє автоматизувати деякі етапи розробки технологічного процесу. Проте усі вони, включаючи таблиці 1.2, 1.12, 1.14 і 1.19, повинні бути описані в конспекті.

Спочатку студенти запускають систему ВЕРТИКАЛЬ, указують вид розроблюваного технологічного процесу (ТП на деталь) і заповнюють атрибути деталі. Усі ці операції розглянуті на практичному занятті «Знайомство з САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ...».

На першому етапі з використанням відомостей розділу 1 студенти виконують ескізи найбільш інформативних видів робочого креслення. На ескізах позначають номерами усі поверхні деталі, що обробляють різанням, дають цим поверхням найменування і заповнюють графи 1, 2 і 3 табл. 1.2.

Із використанням даних табл. 1.2 в системі ВЕРТИКАЛЬ формують дерево конструкторсько-технологічних елементів. Для того щоб зробити видимим вікно дерева КТЕ, слід підвести курсор до межі (сплітера) у верхній частині вікна технологічного процесу, натиснути на ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, перетягнути сплітер у нове положення (рис. 2.1.).

Дерево КТЕ відображає склад та ієрархію елементарних поверхонь, конструкторсько-технологічних елементів і груп КТЕ деталі. Коренем дерева КТЕ завжди є деталь. Назва деталі з'являється в корні дерева після заповнення атрибутів деталі. Для того щоб додати до дерева будь-який конструкторсько-технологічний елемент, слід виконати такі дії:

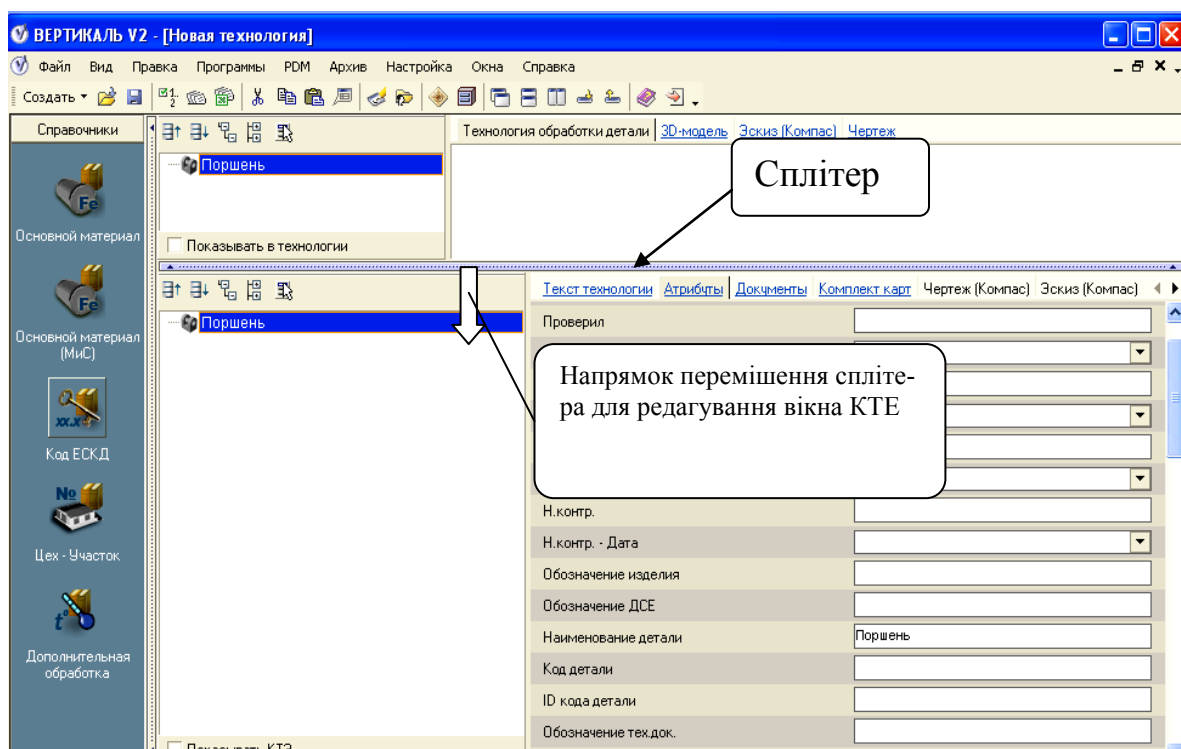


Рисунок 2.1 – Переміщення сплітера

1. У дереві КТЕ виділити елемент, якому буде підпорядкований КТЕ,

що додається.

2. Клацанням правої кнопки миші на деталі відкрити контекстне меню та вибрати пункт **Добавить КТЕ** (рис. 2.2).

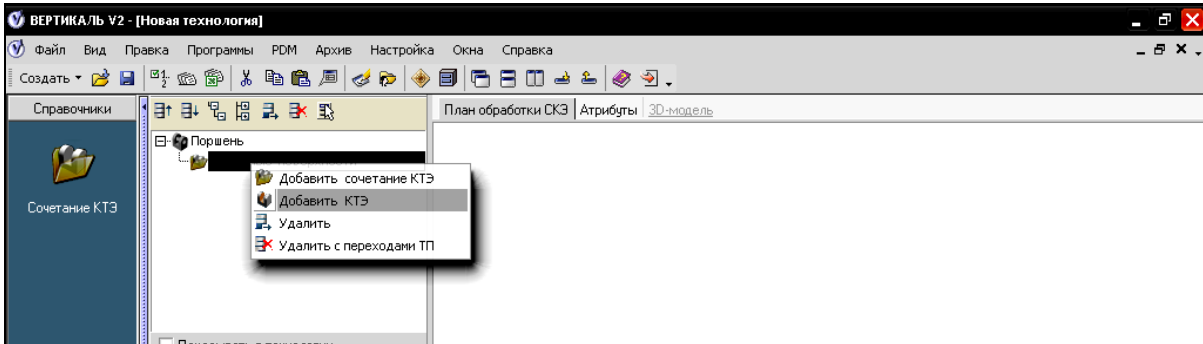



Рисунок 2.2 – Додавання КТЕ в дерево

3. У бібліотеці КТЕ вказати потрібний КТЕ і натиснути кнопку **Применить**  (рис. 2.3)

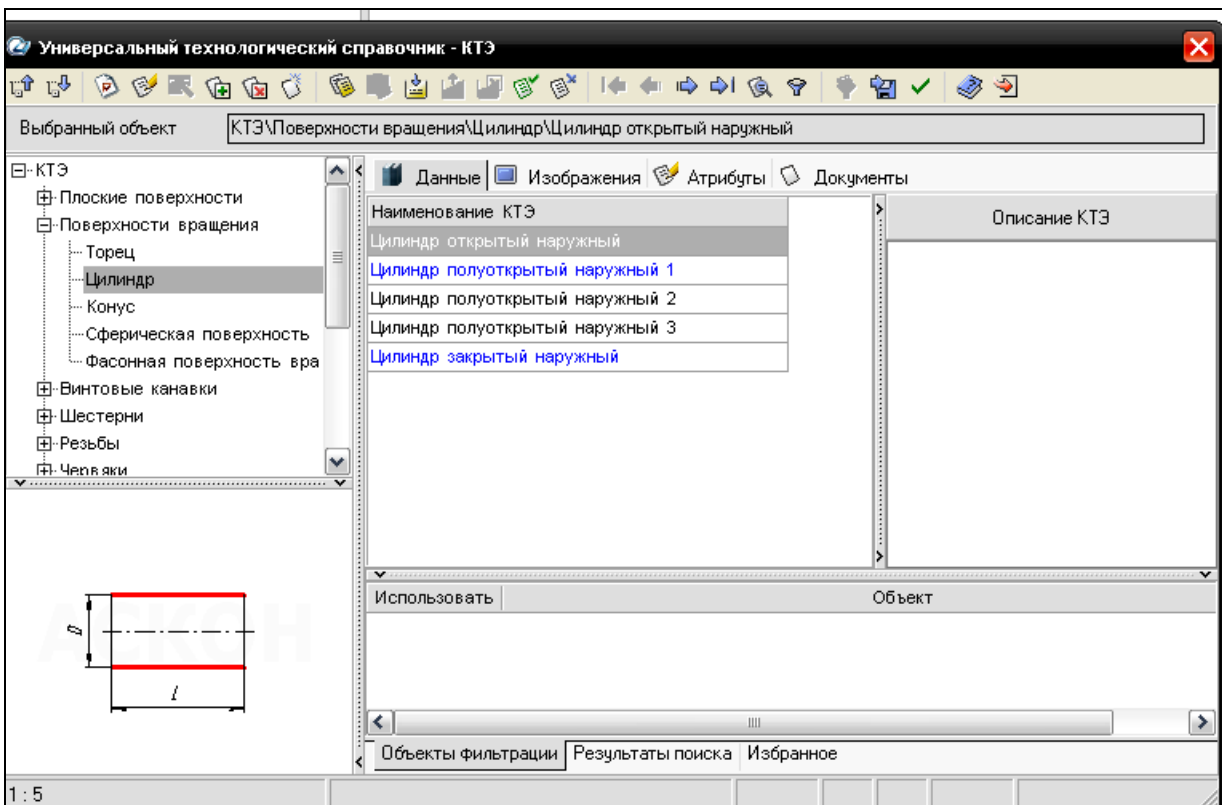




Рисунок 2.3 – Вибір КТЕ в бібліотеці

Після вибору КТЕ переходять до вкладки **Атрибуты** і в полі **Имя КТЕ** редагують ім'я КТЕ.

Слід зазначити, що вибір рівня, на якому розміщуватиметься окремий

КТЕ (тобто вибір підпорядкованості цього КТЕ іншим КТЕ в дереві), майже не впливає на якість розробки технологічного процесу. Усі елементи в дереві можна розташувати на одному рівні, один поряд з іншим, або згрупувати їх за окремими ознаками, наприклад, поверхні з боку правого торця, поверхні з боку лівого торця тощо.

На практиці деталі мають велику кількість різноманітних конструкторсько-технологічних елементів та їхніх сполучень. Якщо в Універсальному технологічному довіднику системи ВЕРТИКАЛЬ немає потрібного КТЕ, користувач може додати цей КТЕ натисненням кнопки Універсального довідника **Добавить запись** . З'явиться новий КТЕ, найменування якого слід внести до поля **ВИД** вкладки **Атрибуты** і натиснути на кнопку **Применить**  (рис. 2.4).

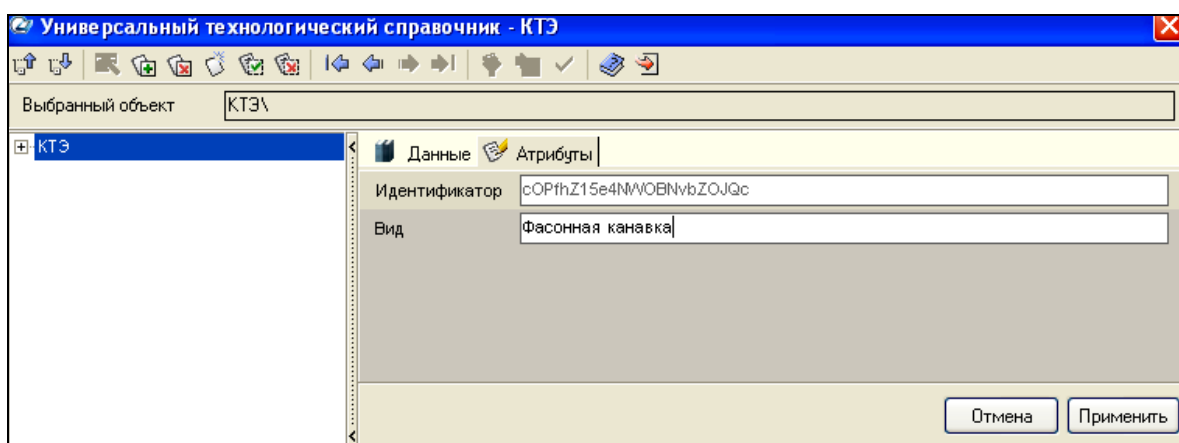


Рисунок 2.4 – Додавання неіснуючого в довіднику КТЕ до технологічного процесу

На другому етапі визначають маршрути обробки всіх поверхонь (КТЕ), що обробляють різанням.

Для автоматизованого вибору методів обробки КТЕ в системі ВЕРТИКАЛЬ слід виконати такі дії:

1. Заповнити таблицю параметрів КТЕ, що розміщується на вкладці **План обработки** під зображенням КТЕ (рис. 2.5).

2. Натиснути на кнопку **Получить план обработки**, яка розміщена під таблицею параметрів (див. рис. 2.5). На основі значень уведених параметрів система сформує плани обробки конструкторсько-технологічного елемента та відобразить їх у вікні **Планы обработки**.

3. Обрати раціональний маршрут обробки КТЕ у вікні **Планы обработки** (встановити курсор на заголовок обраного плану і натиснути на кнопку **Применить** (рис. 2.6). Вміст обраного маршруту (переходи, осна-

щення тощо) буде скопійований на праву частину вкладки **План обробки** (рис. 2.7).

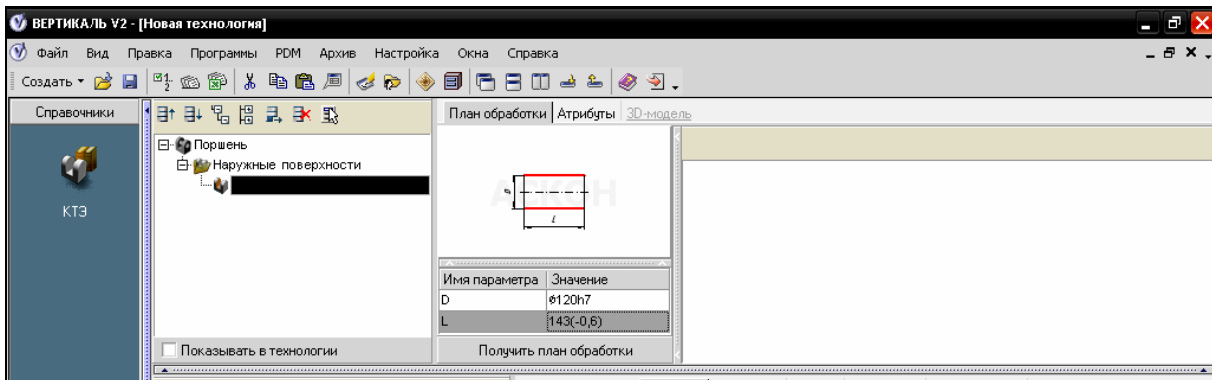


Рисунок 2.5. Уведення параметрів КТЕ

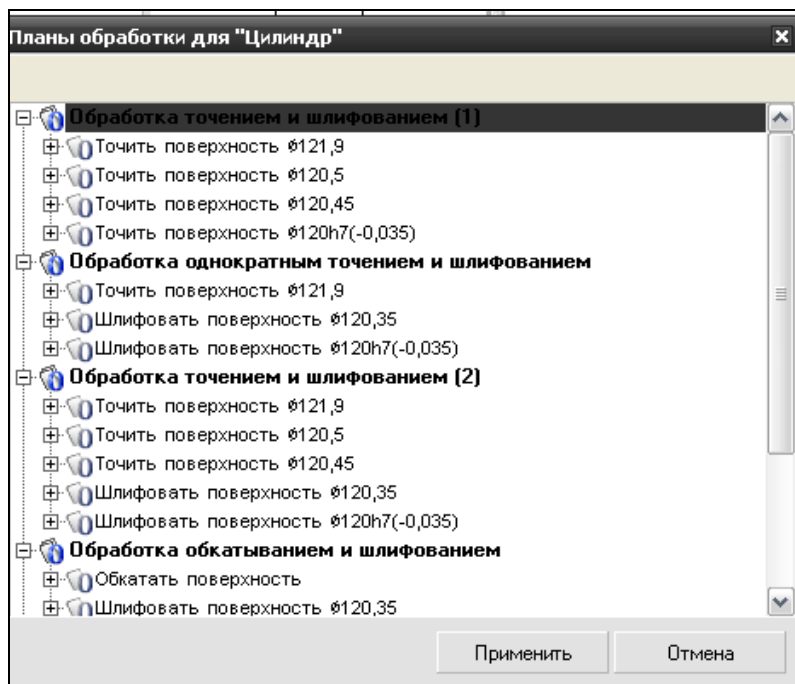


Рисунок 2.6 – Вікно **Планы обработки**

Для КТЕ, що містять декілька поверхонь, наприклад, канавки, ступінчасті отвори тощо, автоматизоване отримання маршруту обробки за допомогою системи ВЕРТИКАЛЬ є неможливим. У цьому випадку, а також, коли користувача не задовольняє запропонований системою маршрут обробки КТЕ, можна скористатися таблицями маршрутів, що наведені у табл. 1.3.

Після визначення маршрутів обробки в дереві КТЕ можна відредагувати текст переходу, призначити різальний і вимірювальний інструменти. Однак раціонально технологічне оснащення призначати на етапі складання

операційної технології в дереві ТП.

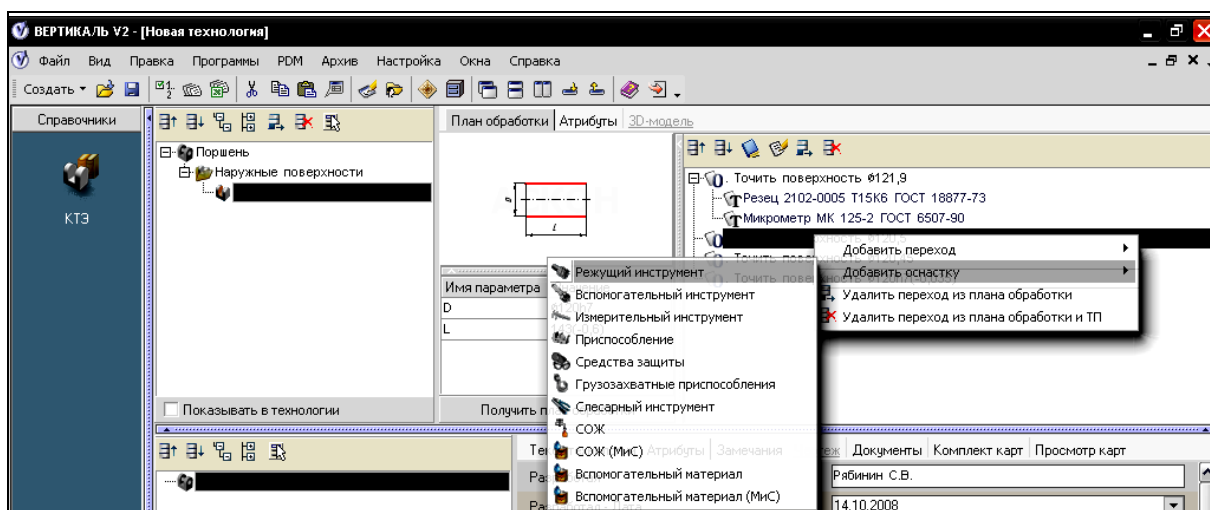


Рисунок 2.7 – Редагування маршруту обробки

Визначені за допомогою САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ маршрути обробки для кожного КТЕ заносять до графі 4 табл. 1.2.

На третьому етапі за даними табл. 1.4 визначають квалітети розмірів на проміжних стадіях обробки і заносять їх до графі 5 табл. 1.2. За отриманими технологічними розмірами на проміжних стадіях обробки (другий етап) знаходять мінімальні припуски на цих стадіях і заносять їх до графі 6 табл. 1.2.

На четвертому етапі за методикою, що наведена в розділі 1, для зовнішніх і внутрішніх *циліндричних* поверхонь визначають проміжні (операційні) розміри за переходами і заповнюють табл. 1.12.

На п'ятому етапі встановлюють технологічні бази і маршрут механічної обробки всієї деталі. При виборі технологічних баз і складанні маршруту обробки слід керуватися відомостями розділу 1. За результатами розроблення маршруту обробки деталі заповнюють табл. 1.14.

У системі ВЕРТИКАЛЬ формують дерево технологічного процесу. Процедури додавання операцій в дерево ТП розглянуті на практичному занятті «Знайомство з САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ...». Найменування операцій наведені в табл. 1.15.

До кожної операції в дереві ТП додають основні переходи їх розподіленням з дерева КТЕ. Для цього потрібно (рис. 2.8):

1. Вибрати КТЕ.
2. На вкладці **План обробки** вказати основний перехід, який слід перенести в техпроцес.

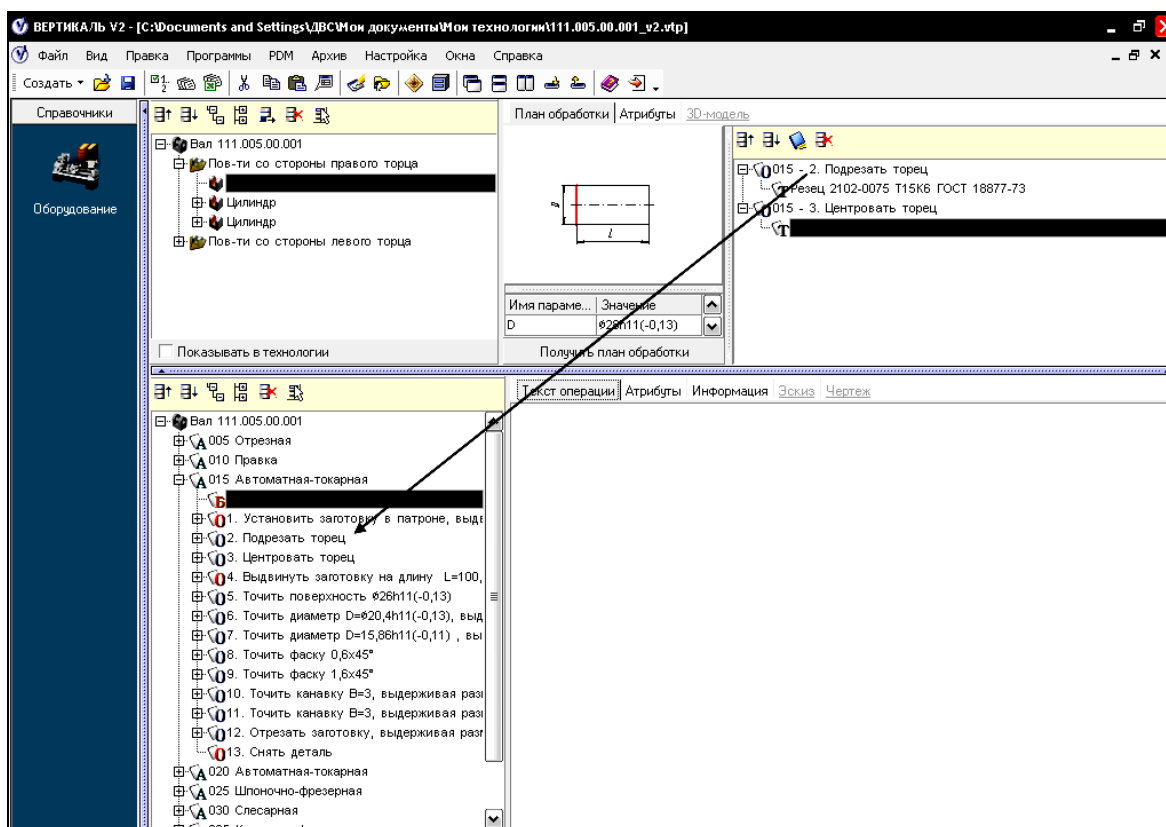


Рисунок 2.8 – Налаштовування зв'язків між КТЕ і переходом з ТП

3. Не відпускаючи кнопки миші, перетягнути основний перехід з вкладки **План обработки** в дерево ТП. Якщо при копіюванні в дереві ТП вказати операцію, то перехід, який переміщується, буде вставлений останнім у ряду переходів, які підпорядковані даній операції. Якщо при копіюванні в дереві ТП вказати перехід, то перехід, який переміщується, буде вставлений перед переходом, що вказано у дереві ТП.

У випадку, якщо послідовність переходів у техпроцесі та плані обробки КТЕ розрізнятиметься, то текст неправильно розташованого переходу виділиться червоним кольором.

Слід зазначити, що перехід з плану обробки КТЕ можна додавати тільки до операції відповідного виду обробки. Наприклад, не можна додавати перехід **Сверлить отверстие** до операцій зварювання.

У зошиті виконують ескізи основних операцій обробки. Вимоги до оформлення ескізів наведені в розділі 1. Позначення діаметральних розмірів з ескізів записують до графи 2 табл. 1.12.

На **шостому етапі** з використанням відомостей розділу 1 складають розмірні ланцюги для визначення лінійних технологічних розмірів. Резуль-

тати розрахунку лінійних технологічних розмірів заносять до табл. 1.19.

Для основних операцій в САПР КОМПАС-3D або інших системах автоматизованого проектування розробляють ескізи, які підключають до технологічного процесу. Вимоги до оформлення ескізів наведені в розділі 1. Порядок розробки ескізів і підключення їх до технологічного процесу розглянуто на практичному занятті «Знайомство з САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ...».

На **сьомому етапі** в системі ВЕРТИКАЛЬ складають технологічну документацію: титульний аркуш, маршрутно-операційну карту і карти ескізів. Методика формування технологічних карт розглянута на практичному занятті «Знайомство з САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ...». Після запуску Майстра формування технологічних карт у вікні **Выбор и настройка карт** слід обрати документи: «Титульный лист горизонтальный (ГОСТ 3.1105-84 Форма 2)», «МОК (ГОСТ 3.1118-82 Форма 2)» і «Карта эскизов (ГОСТ 3.1105-84 Форма 7)».

Після складення комплекту документів у програмі Microsoft Excel редагують вміст технологічних карт. Вимоги до вмісту технологічних карт наведені в розділі 1.

Після перевірки вмісту карт викладачем студенти роздруковують технологічні карти.

3. ПРИКЛАД РОЗРОБКИ МАРШРУТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОРШНЯ

Завдання. З використанням САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ розробити укрупнену (без вказівки заготівельних операцій, операцій контролю і транспортування заготівки) маршрутну технологію механічної обробки поршня.

Вихідні дані:

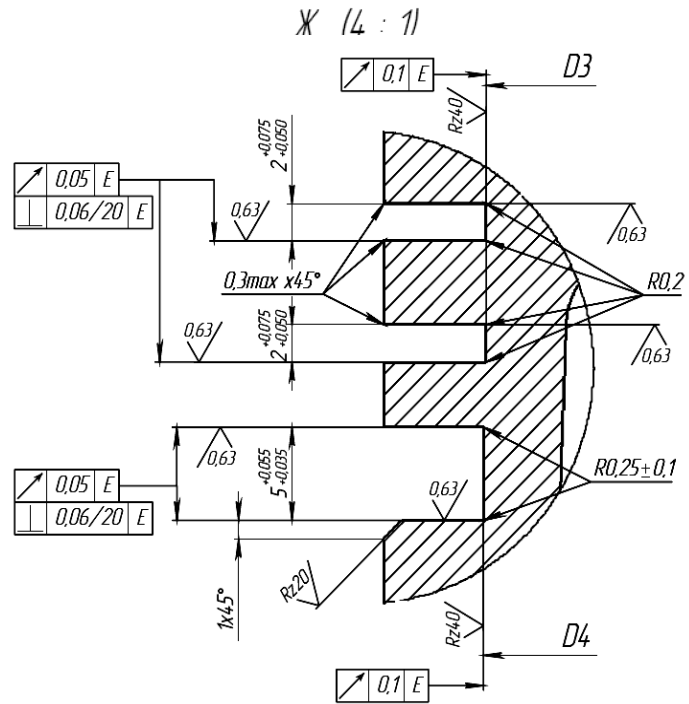
- робоче креслення поршня (рис. 3.1);
- технічні умови на виготовлення поршня;
- тип виробництва – середньосерійне.

Розв'язання завдання. Запускаємо САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ та створюємо порожній техпроцес виготовлення деталі. Переходимо на вкладку **Атрибути** і заповнюємо атрибути деталі (рис. 3.2.).

Етап 1. Виконуємо ескізи найбільш інформативних видів робочого креслення (рис. 3.3). На цих ескізах позначаємо номерами усі КТЕ деталі, що обробляються різанням, і даємо їм найменування. Номери і найменування КТЕ, а також шорсткість поверхонь вносимо відповідно до граф 1, 2 і 3 табл. 3.1.

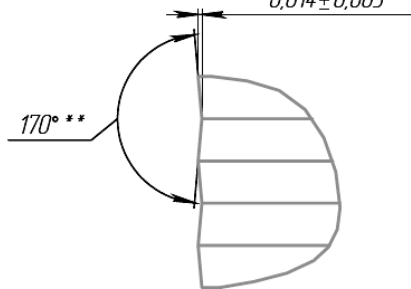
Таблиця 1

Позначення розмірної групи	Граничні відхилення розміра D1
А	0,000
	-0,012
Б	+0,012
	0,000
В	+0,024
	+0,012
Г	+0,036
	+0,024
Д	+0,048
	+0,036



З (50:1)

Мікрорельєф зовнішньої поверхні поршня
0,014 ± 0,003**



Таблиця 2

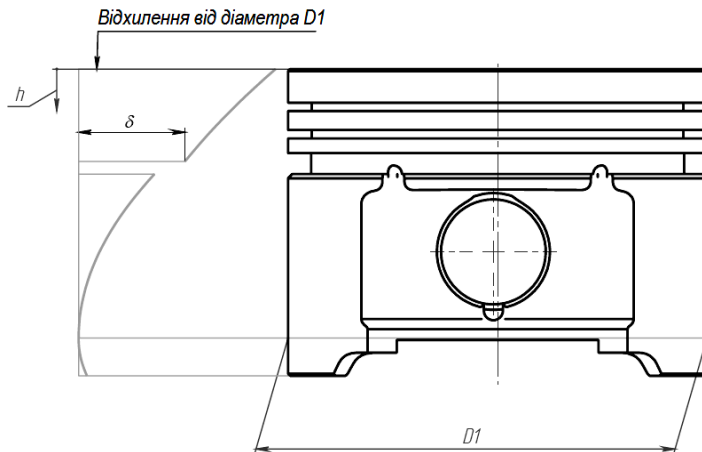
Позначення	D1, мм	D3, мм	D4, мм	Маса, г
421-1004015 M	100,0	88,7 _{-0,2}	89,0 _{-0,2}	526 ± 2,5
421-1004015 M	100,1	88,8 _{-0,2}	89,1 _{-0,2}	528 ± 2,5
421-1004015 M	100,5	89,2 _{-0,2}	89,5 _{-0,2}	537 ± 2,5
421-1004015 M	101,0	89,7 _{-0,2}	90,0 _{-0,2}	548 ± 2,5

Таблиця 3

Позначення розмірної групи		D2, мм
кольорове	цифрове	
Білий	I	25,000...24,9975
Зелений	II	24,9975...24,995
Жовтий	III	24,995...24,9925
Червоний	IV	24,9925...24,990

Рисунок 3.1 – Фрагмент креслення поршня (продовження)

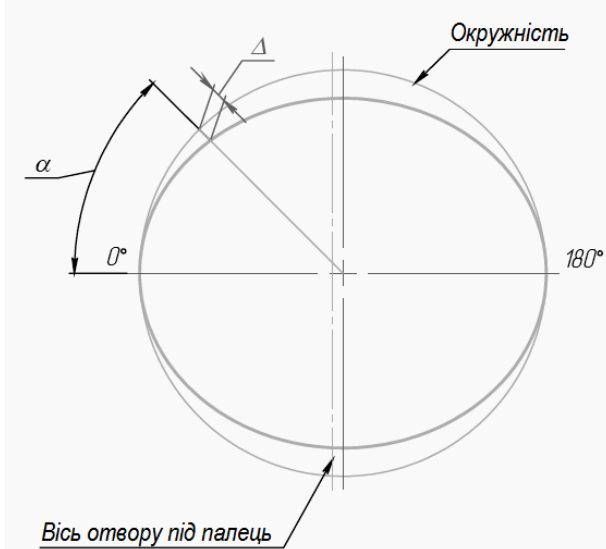
Теоретичний профіль бокової поверхні поршня



Таблиця 4

h, мм	8	14,25	20,5	22	25	29	34	39	44	49	54	59	64	67	70	73
α , град	$\Delta \pm 0.01$, мм															
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0,002	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,008	0,010	0,013	0,016	0,018	0,020	0,023
20	0	0,016	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,042	0,053	0,064	0,077	0,090	0,099	0,107	0,116
30	0	0,026	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,068	0,086	0,105	0,125	0,148	0,162	0,176	0,191
40	0	0,035	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,070	0,089	0,111	0,136	0,162	0,191	0,209	0,229	0,249
50	0	0,042	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,107	0,133	0,161	0,192	0,226	0,247	0,270	0,293
60	0	0,048	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,121	0,149	0,180	0,214	0,252	0,276	0,302	0,328
70	0	0,052	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,130	0,160	0,193	0,230	0,270	0,296	0,323	0,352
80	0	0,054	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,136	0,166	0,201	0,239	0,280	0,307	0,335	0,365
90	0	0,055	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,137	0,168	0,202	0,240	0,282	0,309	0,337	0,366
100	0	0,054	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,135	0,164	0,198	0,235	0,275	0,301	0,328	0,357
110	0	0,052	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103	0,128	0,156	0,188	0,222	0,260	0,285	0,310	0,337
120	0	0,047	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,117	0,143	0,171	0,203	0,237	0,259	0,282	0,306
130	0	0,041	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,103	0,125	0,149	0,176	0,205	0,224	0,243	0,263
140	0	0,034	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,084	0,102	0,122	0,143	0,165	0,179	0,194	0,210
150	0	0,024	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,061	0,074	0,088	0,102	0,117	0,126	0,136	0,146
160	0	0,013	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,032	0,039	0,046	0,054	0,061	0,066	0,071	0,076
170	0	0,004	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,019	0,021	0,022
180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Профіль поршня в поперечному перерізі



Таблиця 5

Відстань від днища поршня h, мм	Відхилення від діаметра delta, мм	Допуск відхилення, мм
0	0,675	± 0.012
4	0,592	± 0.012
8	0,512	± 0.012
12	0,427	± 0.010
19.5	0,285	$+0.03$ -0.008
29	0,160	± 0.006
34	0,112	± 0.006
39	0,078	± 0.006
44	0,049	± 0.005
49	0,032	± 0.005
54	0,016	± 0.004
59	0,008	± 0.004
64	0,000	0
67	0,008	± 0.008
70	0,018	± 0.016
73	0,030	± 0.023

Рисунок 3.1 – Фрагмент креслення поршня (закінчення)

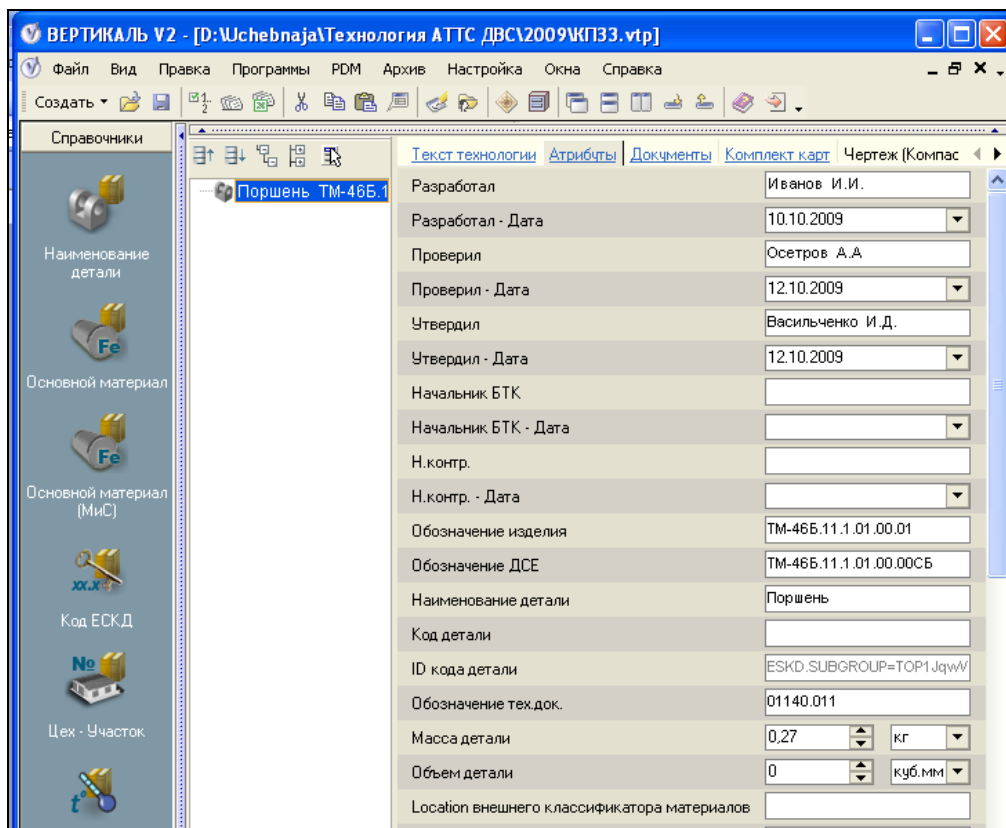


Рисунок 3.2 – Приклад заповнення атрибутів деталі

Відкриваємо вікно КТЕ системи ВЕРТИКАЛЬ перетягуванням сплітера (розділ 2). З використанням даних табл. 3.1 формуємо дерево конструкторсько-технологічних елементів (рис. 3.4).

Етап 2. На вкладці **План обработки** для кожного КТЕ заповнюємо таблицю параметрів і отримуємо можливі плани обробки (розділ 2). З цих планів, користуючись відомостями розділу 1, вибираємо раціональний. Результати заносимо до графі 4 табл. 3.1 не указуючи проміжні та остаточні розміри.

У випадку, коли система видає повідомлення про неможливість формування плану обробки за уведеними параметрами, наприклад, для кільцевих канавок, користуємося даними табл.1.3.

Етап 3. З використанням табл. 1.4 для всіх КТЕ встановлюємо квалітети розмірів на проміжних етапах механічної обробки і заносимо до графі 5 табл. 3.1. За отриманими технологічними розмірами на проміжних стадіях обробки (другий етап) знаходимо мінімальні припуски на цих стадіях і заносимо їх до графі 6 табл. 3.1.

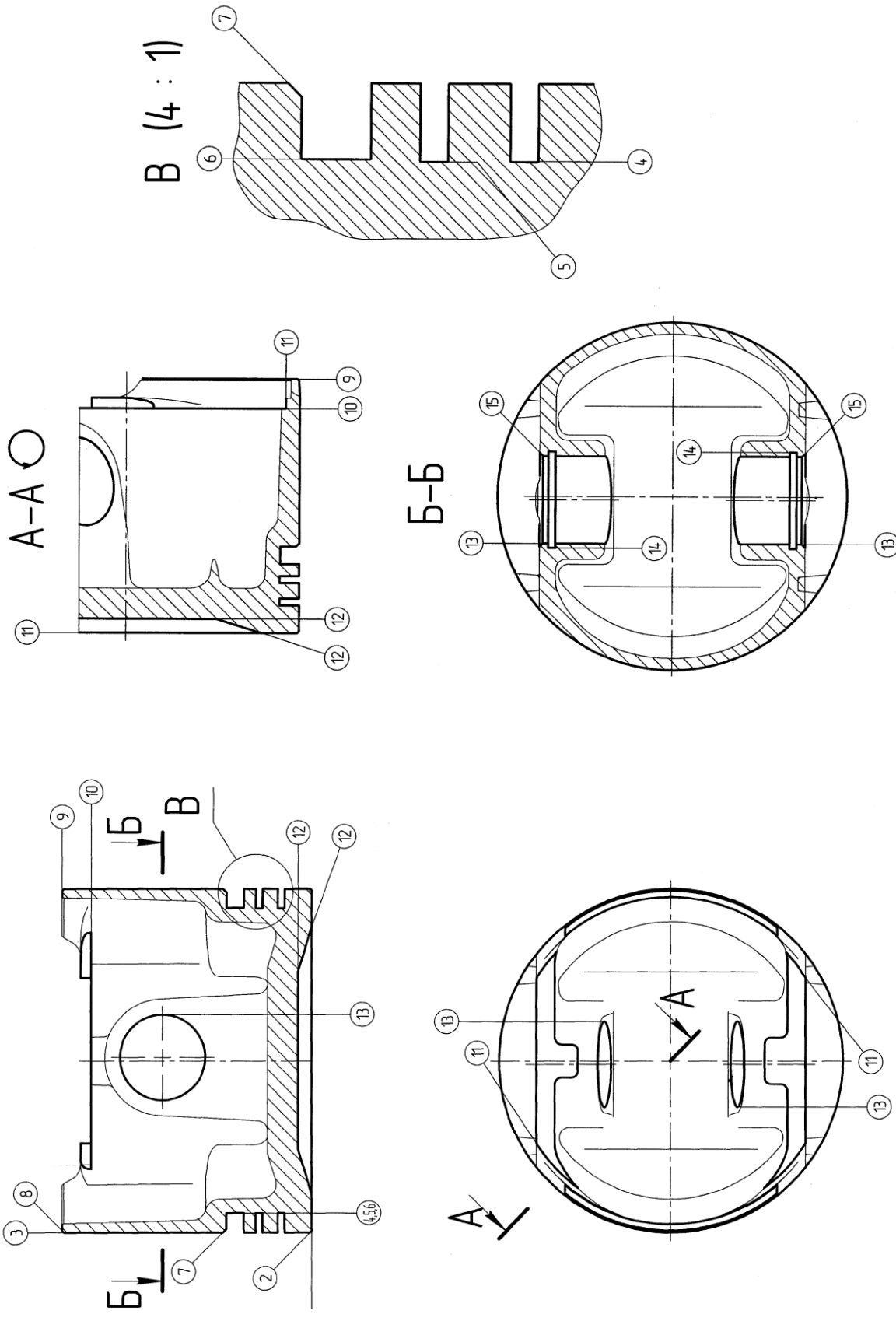


Рисунок 3.3 – Нумерація конструкторсько-технологічних елементів деталі

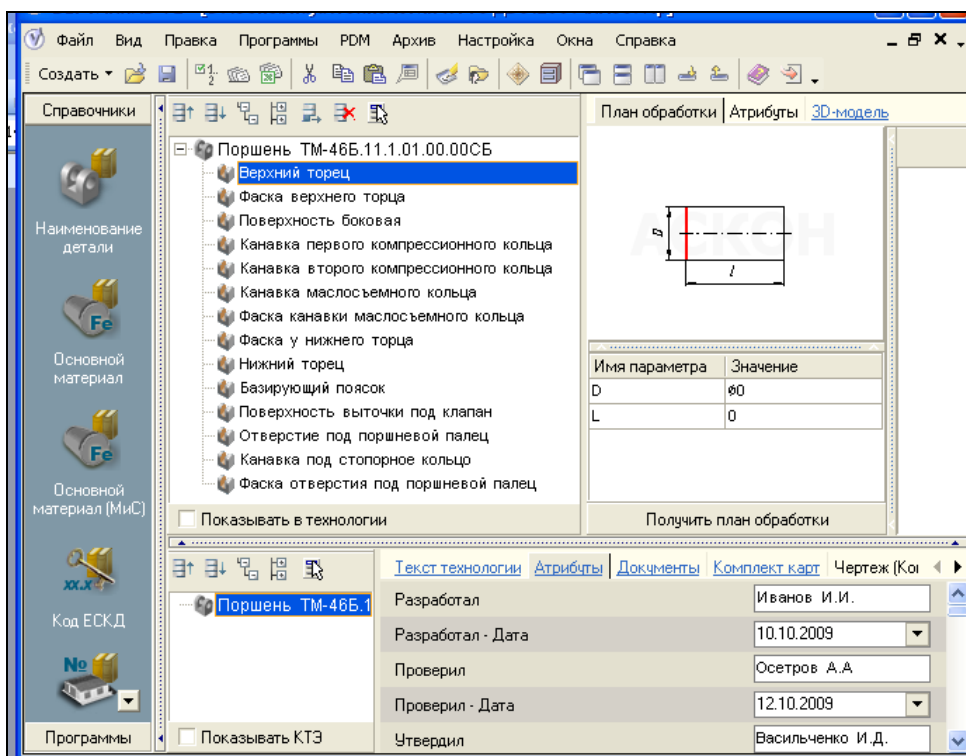


Рисунок 3.4 – Вікно конструкторсько-технологічних елементів

Оскільки креслення відливки поршня відсутнє, то припуск на чорновому етапі обробки в табл. 3.1 записуємо приблизно (перед значенням припуску ставимо позначку ~). Для фасок і канавок, які обробляють за один технологічний перехід, припуск в табл. 3.1 не вказуємо.

Етап 4. Встановлюємо операційні діаметральні розміри за переходами. Розрахунок ведемо в табл. 3.2.

У поршні з циліндричних поверхонь більше одного разу обробляють пальцевий отвір і зовнішню бокову поверхню. Для цих поверхонь із табл. 3.1 випишуємо маршрут обробки, мінімальні припуски на обробку та якості розмірів, які заносимо відповідно до граф 1, 3 і 4 табл. 3.2. За якістю і номінальним значенням розміру з табл. 1.13 визначаємо допуски на проміжні розміри і заносимо їх до графа 6 табл. 3.2.

Розрахунок проміжних розмірів ведемо за формулами (1)–(4).

Мінімальні операційні розміри для бокової поверхні:

- остаточна стадія: за розміром на кресленні деталі ($100^{+0,048}_{-0,012}$)

$$d_{\min} = 99,988;$$

- передостаточна стадія:

Таблиця 3.1 – Призначення маршрутів обробки елементарних поверхонь, квалітетів і мінімальних припусків на обробку

№ КТЕ	Назва КТЕ	Чистота поверхні Ra, мкм	План обробки	Квалітет	Мінімальний припуск на сторону (Zmin) або на діаметр (2Zmin), мм
1	2	3	4	5	6
1	Верхній торець	2,5	1. Підрізати торець попередньо 2. Підрізати торець остаточно	12 10	~1,0 0,15
2	Фаска верхнього торця	10	Точити фаску	11	–
3	Поверхня бокова	3,0, мікро-профіль	1. Точити поверхню попередньо 2. Точити поверхню передостаточно 3. Точити поверхню за копіром остаточно з нанесенням мікропрофілю	12 10 8	~1,0 0,6 0,25
4–6	Кільцеві канавки	10	Точити канавки остаточно	11	–
7	Фаска канавки маслянічного кільця	5	Точити фаску	11	–
8	Фаска біля нижнього торця	10	Точити фаску	11	–
9	Нижній торець	10	Підрізати торець	11	~0,5
10, 11	Поверхні базуючого пояска	5	Розточити поверхні остаточно*	10	~1,5
12	Поверхня камери згоряння у днищі	2,5	1. Розточити поверхню попередньо 2. Розточити поверхню остаточно	12 10	~1,0 0,13
13	Отвір під поршневий палець	0,63	1. Розточити отвір попередньо 2. Розточити отвір остаточно 3. Розкатаги отвір під поршневий палець	12 10 7	~1,5 0,4 0,06
14	Канавки під стопорні кільця	5	Розточити канавки під стопорні кільця	11	–
15	Фаска отвору під поршневий палець	5	Розточити фаску в отворі під поршневий палець	11	–

* Для поверхонь базуючого пояска призначаємо одноразову обробку, оскільки, по-перше, ці поверхні обробляються при базуванні по-ршня на попередньо оброблену бокову поверхню, по-друге, вони мають невелику довжину, по-третє, з них знімається невеликий при-пуск.

Таблиця 3.2 – Визначення припусків і операційних розмірів на обробку бокової поверхні та пальцевого отвору

Стадії обробки поверхні	Позначення розміру	Мінімальні припуски $2Z_{\min}$, мм	Квалітет	Мінімальні розміри, мм	Допуски на проміжні розміри T_d , мм	Максимальні розміри, мм	Прийняті (округлені) розміри за переходами, мм		
							мінімальний	максимальний	з відхиленнями
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бокова поверхня									
Попередня	D1	~1,1	12	100,838	0,35	101,188	100,84	101,19	101,19 _{-0,35}
Передостаточна	D4	0,6	10	100,238	0,14	100,378	100,24	100,38	100,38 _{-0,14}
Остаточна	100 ^{+0,048} _{-0,012}	0,25	8	99,988	0,060	100,048	99,988	100,048	100 ^{+0,048} _{-0,012}
Пальцевий отвір									
Попередня	D3	~1,5	11	24,58	0,13	24,71	24,58	24,71	24,58 ^{+0,13}
Передостаточна	D6	0,35	9	24,93	0,052	24,982	24,930	24,982	24,93 ^{+0,052}
Остаточна	24,99 ^{+0,010}	0,06	6	24,99	0,010	25,000	24,99	25,0	24,99 ^{+0,010}

$$d_{\min} = 99,988 + 0,25 = 100,238;$$

- попередня стадія:

$$d_{\min} = 100,238 + 0,6 = 100,838.$$

Максимальні операційні розміри для бокової поверхні:

- остаточна стадія: за розміром на кресленні деталі (100^{+0,048}_{-0,012})

$$d_{\max} = 100,048;$$

- передостаточна стадія:

$$d_{\max} = 100,238 + 0,14 = 100,378;$$

- попередня стадія:

$$d_{\max} = 100,838 + 0,35 = 101,188.$$

Мінімальні операційні розміри для поверхонь пальцевого отвору:

- остаточна стадія: за розміром на кресленні деталі ($24,99^{+0,010}$)

$$d_{\min} = 24,99;$$

- передостаточна стадія:

$$d_{\min} = 24,99 - 0,06 = 24,93;$$

- попередня стадія:

$$d_{\min} = 24,93 - 0,35 = 24,58.$$

Максимальні операційні розміри для бокової поверхні:

- остаточна стадія: за розміром на кресленні деталі ($24,99^{+0,010}$)

$$d_{\max} = 25,0;$$

- передостаточна стадія:

$$d_{\max} = 24,93 + 0,052 = 24,982;$$

- попередня стадія:

$$d_{\max} = 24,58 + 0,13 = 24,71.$$

Розраховані значення мінімальних і максимальних розмірів для бокової поверхні і пальцевого отвору записуємо відповідно до граф 5 і 7 табл. 3.2. Ці розміри округляємо до порядку, що відповідає допуску на даному переході, і заносимо їх відповідно до граф 8 і 9 табл. 3.2. Відхилення розмірів призначаємо за методом торкання: для бокової поверхні застосовують посадку h («у мінус»), для пальцевого отвору – H («у плюс»). Значення розмірів з відхиленнями записуємо до графі 10 табл. 3.2.

Етап 5. З використанням відомостей розділу 1 устанавлюємо чорнові, основні і допоміжні технологічні бази виходячи з принципів постійності і сполучення технологічних баз.

Вибираємо другий варіант базування, при якому більшість поверхонь

обробляють від постійних технологічних баз. Такими базами для поршня є торцева і циліндрична поверхні вузького посадкового пояска поблизу нижнього торця поршня (див. рис. 3.1). До посадкового пояска поршень притискається тягою через отвір для пальця або затискним пристроєм через головку поршня.

Схеми установки заготовки на операціях механічної обробки показано на рис. 3.5, де вказуємо жирними лініями оброблювані поверхні і схематичні зображення опор, затискачів і встановлювальних пристроїв.

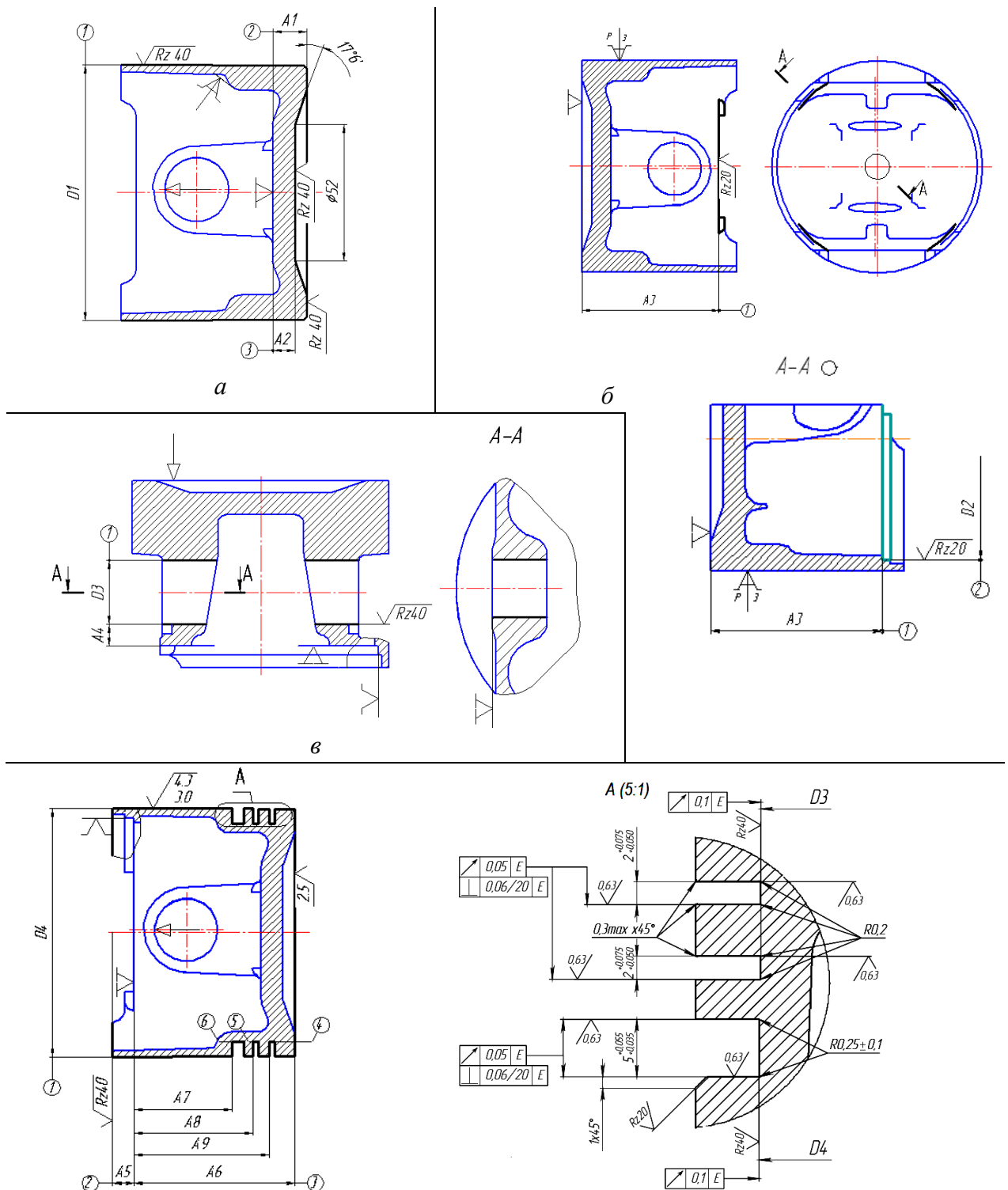
Посадковий поясок обробляємо на перших операціях. При розточуванні пояска поршень базуємо по боковій поверхні з упором у верхній торець (рис. 3.5, б). Для того щоб забезпечити мінімальну різностінність поршня, а також підготувати якісну базу для обробки пояска, бокову поверхню попередньо обточуємо, а верхній торець підрізаємо. На цій операції поршень базуємо внутрішньою «чорною» поверхнею на спеціальну розтискну оправку і притискаємо до оправки через отвір для пальця (рис. 3.5, а).

Операції обробки торців поршня, бокової поверхні, кільцевих канавок, а також чорнової обробки отворів під поршневий палець здійснюємо при базуванні поршня на внутрішній посадковий поясок (рис. 3.5, в–д). На операції чорнової обробки отворів під поршневий палець для орієнтації поршня в кутовому положенні як додаткові бази використовуємо «чорні» поверхні «холодильників» (рис. 3.5, в).

Для забезпечення точного допуску на розмір від верхнього торця поршня до осі отворів під поршневий палець на операції напівчистового розточування пальцевого отвору поршень базуємо на остаточно оброблене днище (рис. 3.5, е). Як додаткові кутові бази використовуємо поверхні отвору під палець, що протилежні оброблюваним.

На операції обробки канавок під стопорні кільця для забезпечення співвісності канавок і пальцевих отворів поршень базуємо по поверхні отвору під палець на розтискну оправку з упором на бокову поверхню (рис. 3.5, ж).

На операції розкочування пальцевих отворів поршень базуємо по боковій поверхні. У кутовому положенні поршень орієнтуємо розкочувальною головкою, що входить у палецевий отвір. Таким чином, поверхні пальцевого отвору є базуючими.



2

Рисунок 3.5 – Схеми базування поршня на основних операціях механічної обробки: *a* – чорнове підрізання днища і обдирка бокової поверхні; *б* – розточування базуючого пояса; *в* – чорнове розточування отвору поршневого пальця; *г* – чистове підрізання днища і нижнього торця, напівчистове обточування бокової поверхні і прорізування кільцевих канавок; *д* – остаточне обточування бокової поверхні за копіром, зняття фасок і розточування камери згоряння; *е* – чистове розточування отвору поршневого пальця; *ж* – розточування канавок стопорних кілець; *з* – розточування отвору поршневого пальця

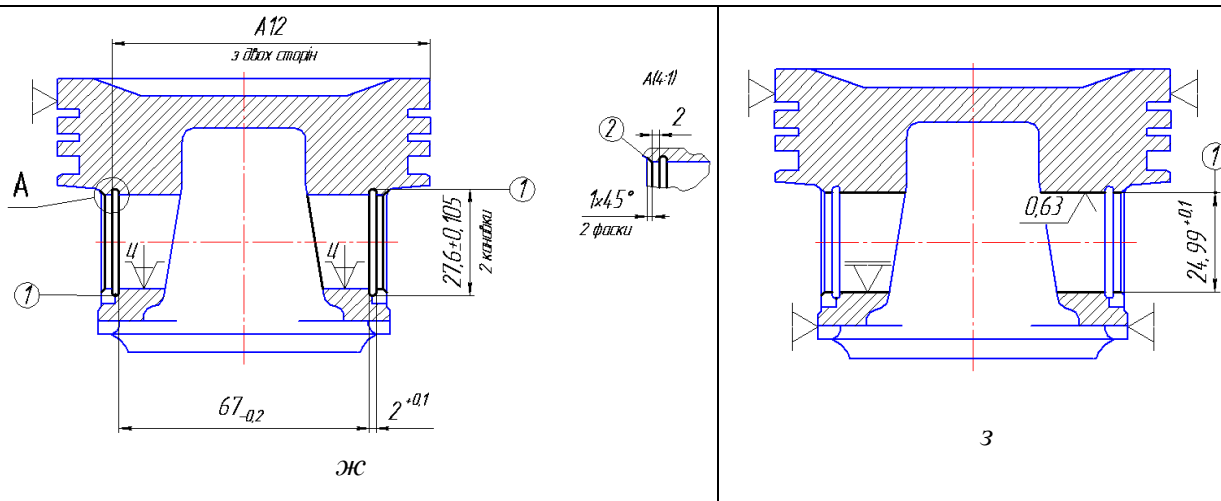
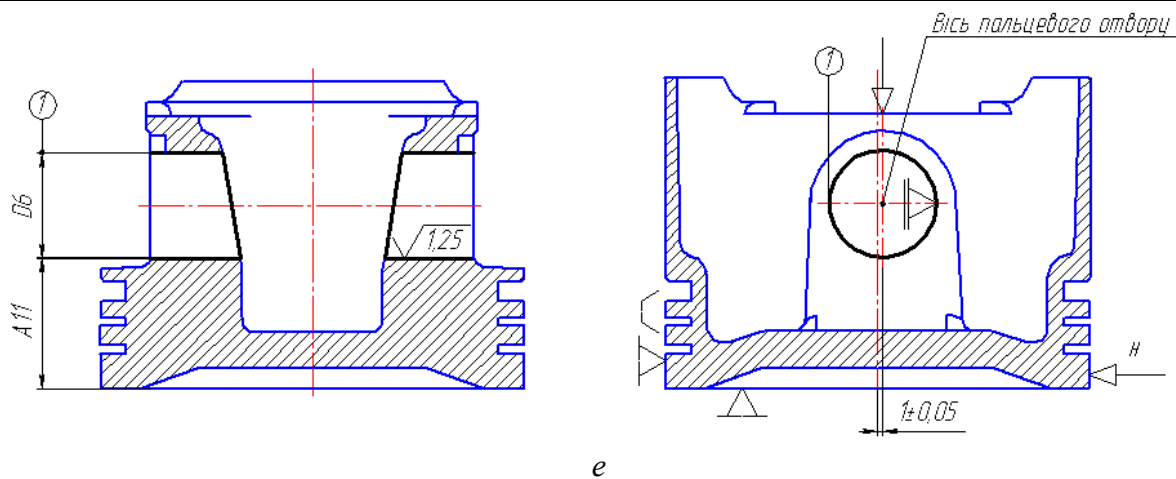
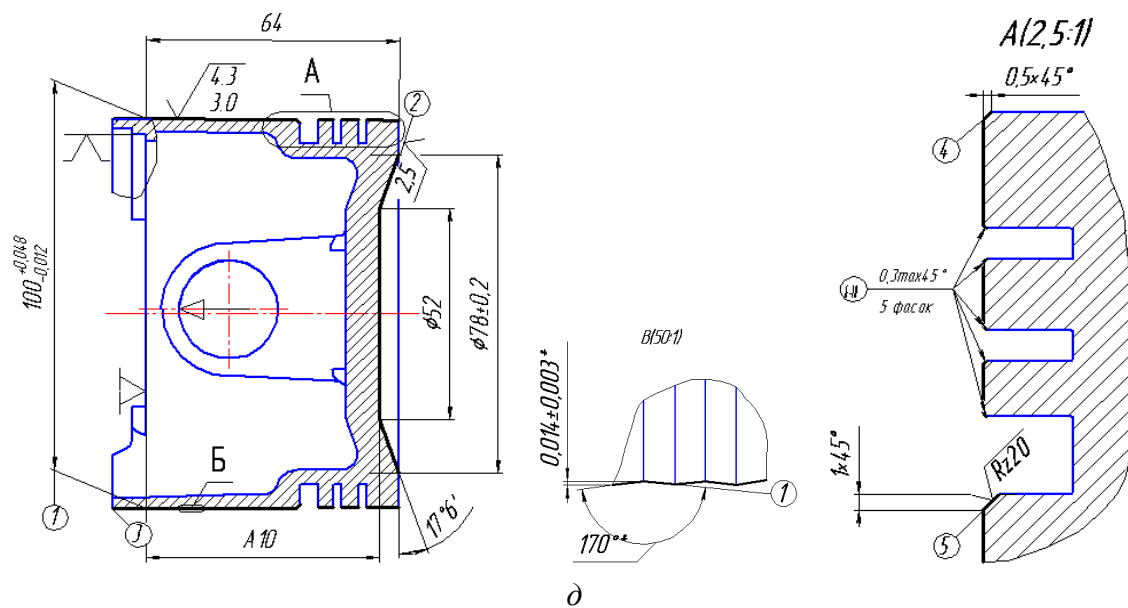


Рисунок 3.5 – Схеми базування поршня на основних операціях механічної обробки (закінчення)

Розробляємо маршрут обробки поршня, який заносимо до табл. 3.3. Користуючись даними табл. 1.15, кожній операції у першому наближенні даємо порядковий номер і найменування, які вносимо відповідно до граф 1 і 3 табл. 3.3. З табл. 3.1 розподіляємо переходи для окремих КТЕ за операціями в табл. 3.3. Номер і зміст основних переходів для кожної операції заносимо відповідно до граф 4 і 5 табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Маршрут обробки поршня

№ операції	Ескіз, рис. 3.5	Найменування операції	№ переходу	Зміст основного переходу
1	2	3	4	5
005	а	Токарна	1	Підрізати торець 2
			2	Точити бокову поверхню 1
			3	Розточити поверхню 3
010	б	Токарна	1	Розточити поверхню 2 і підрізати торець 1
015	в	Розточна	1	Розточити отвір 1
020	г	Токарна	1	Точити бокову поверхню 1
			2	Підрізати верхній торець 3
			3	Підрізати нижній торець 2
			4	Точити канавки 4–6 одночасно
025	д	Токарна	1	Розточити поверхню 2
			2	Точити бокову поверхню 1 по копію остаточно, формуючи мікропрофіль
030	е	Розточна	1	Розточити отвір 1
035	ж	Токарна	1	Розточити канавки 1 і фаски 2 одночасно
040	з	Свердлильна	1	Розточити отвір 1

З використанням відомостей розділу 2 в системі ВЕРТИКАЛЬ формуємо дерево технологічного процесу (рис. 3.6). Спочатку до деталі додаємо найменування основних операцій з табл. 3.3, після чого розподіляємо переходи з дерева КТЕ за операціями дерева ТП. Редагуємо зміст переходів відповідно до табл. 3.3.

З урахуванням схем установки виконуємо ескізи операцій обробки (рис. 3.5). На ескізах, крім схематичних зображень опор, затискачів і установочних пристроїв, показуємо умовні позначення технологічних розмірів, чистоту поверхонь, номери оброблюваних поверхонь. Позначення діаметральних технологічних розмірів з ескізів записуємо до графі 2 табл. 3.2.

Етап 6. Установлюємо лінійні технологічні розміри.

З рис. 3.5 видно, що всі лінійні розміри задані від опорних поверхонь пристроїв. По-перше, це пов'язано з необхідністю налаштування верстатів

на розмір від опор пристроїв, а по-друге – із виключенням похибки базування при витримуванні розмірів.

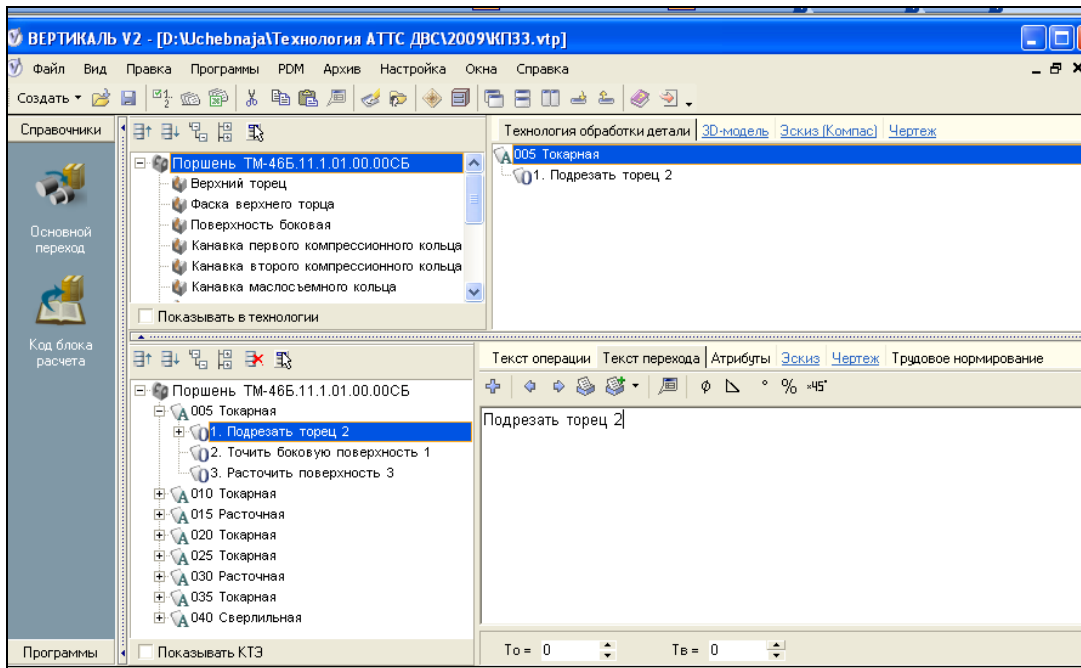


Рисунок 3.6 – Вікно формування дерева технологічного процесу

Із зіставлення рис. 3.1 і 3.5 видно, що в декількох випадках конструкторські та технологічні розміри не збігаються. Тому для визначення технологічних розмірів складаємо розмірні ланцюги, в яких пов'язуємо конструкторські та технологічні розміри, а також припуски на обробку (рис. 3.7). У кожний розмірний ланцюг включаємо не більше однієї невідомої ланки.

Розрахунок лінійних технологічних розмірів ведемо в табл. 3.4. У графу 1 табл. 3.4 зі складених розмірних ланцюгів записуємо позначення невідомих лінійних розмірів. З табл. 3.1 для кожного розміру відповідно до етапу механічної обробки в графу 2 табл. 3.4 виписуємо квалітет.

Номінальні значення технологічних розмірів розраховуємо за формулою (5):

$$A1 = 13 + Z1 = 13,0 + 0,15 = 13,15;$$

$$A3 = 51,5 + A1 = 51,5 + 13,15 = 64,65;$$

$$A6 = 51,5 + 13 = 64,5;$$

$$A5 = 73 - A6 = 73 - 64,5 = 8,5;$$

Таблиця 3.4 – Розрахунок лінійних технологічних розмірів

Позначення технологічного розміру	Квалітет розміру	Номинальне значення технологічного розміру, мм	Допуск, мм	Значення технологічного розміру з урахуванням допуску
1	2	3	4	5
A1	12	13,15	0,18	13,15 _{-0,18}
A2	12	9,15	0,18	9,15 _{-0,18}
A3	9	64,65	0,074	64,65 _{-0,074}
A4	10	8,71	0,058	8,71 _{-0,058}
A5	11	8,5	0,09	8,5 _{-0,09}
A6	10	64,5	0,12	64,5 _{-0,12}
A7	11	39,5	0,16	39,5 _{-0,16}
A8	11	48	0,16	48 _{-0,16}
A9	11	54,5	0,19	54,5 _{-0,19}
A10	10	60,5	0,12	60,5 _{-0,12}
A11	10	31,035	0,1	31,0 _{-0,1}
A12	11	85,5	0,22	85,5±0,11

$$A9 = A6 - 2 - 8 = 64,5 - 2 - 8 = 54,5;$$

$$A10 = A6 - 4 = 64,5 - 4 = 60,5;$$

$$A2 = A10 + Z10 - 51,5 = 60,5 + 0,15 - 51,5 = 9,15;$$

$$A7 = A6 - 5 - 20 = 64,5 - 5 - 20 = 39,5;$$

$$A8 = A6 - 14,5 - 2 = 64,5 - 14,5 - 2 = 48;$$

$$A12 = 50 + 33,5 + 2 = 85,5;$$

$$A4 = 51,5 + 13 - 43,5 - D3/2 = 51,5 + 13 - 43,5 - 24,58/2 = 8,71;$$

$$A11 = 43,5 - D6/2 = 43,5 - 24,93/2 = 31,035,$$

де A_i і Z_i – відповідно позначення номінальних лінійних технологічних розмірів і припусків згідно зі схемами на рис. 3.7. Значення припусків приймаємо за даними з табл. 3.1.

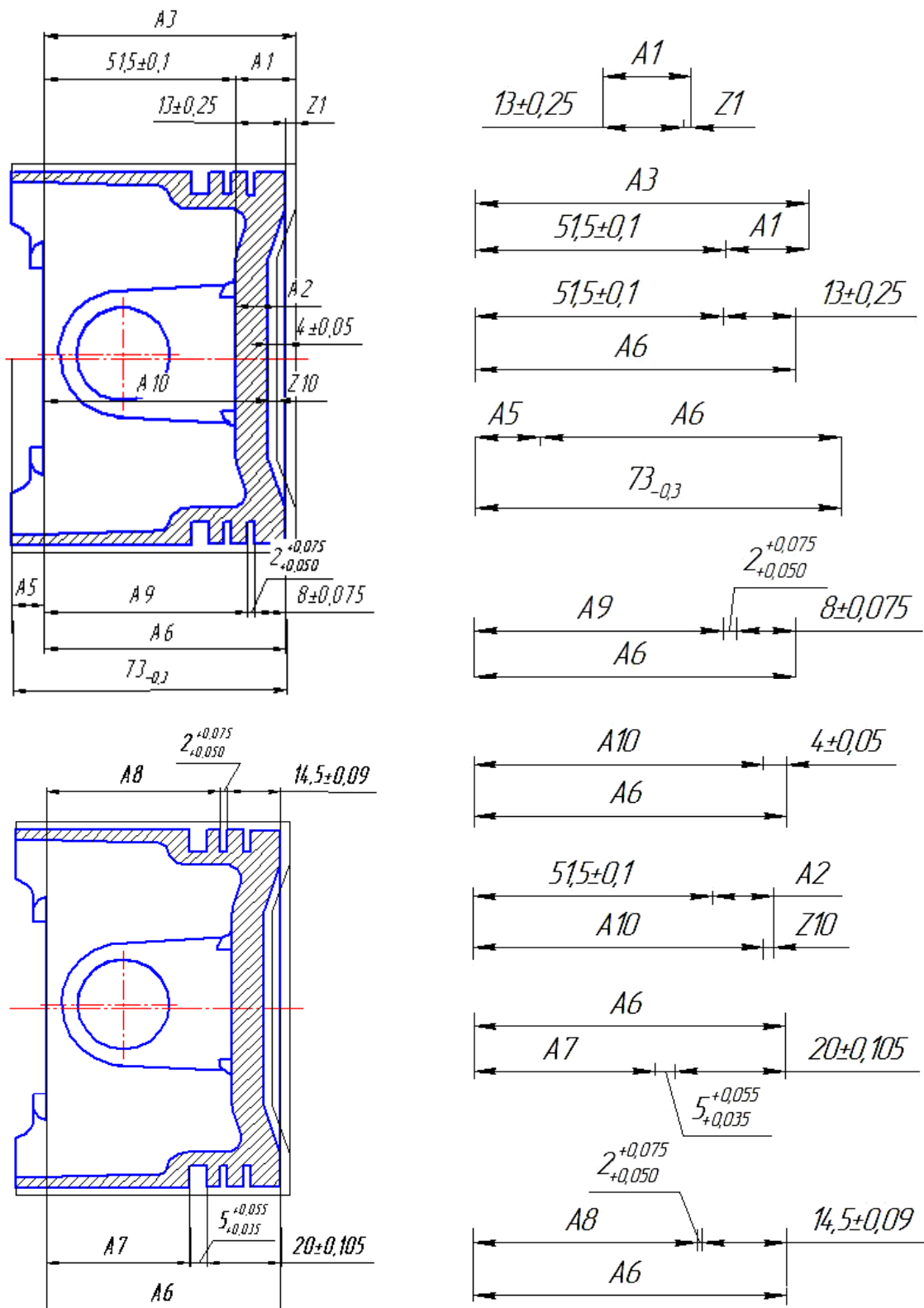


Рисунок 3.7 – Розмірні ланцюги для визначення технологічних розмірів за переходами

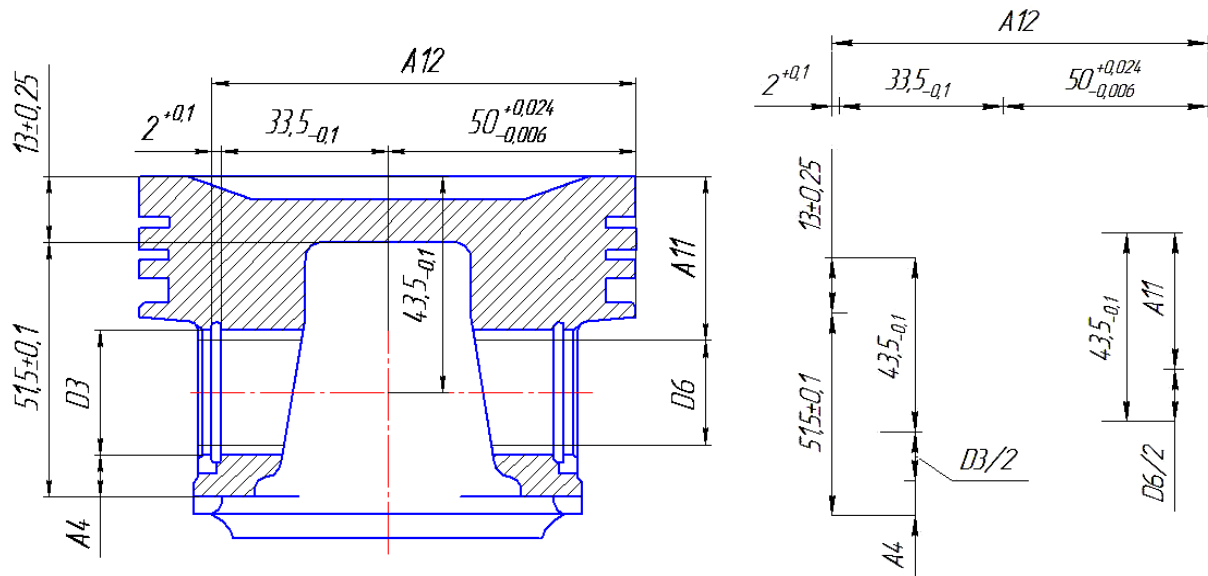


Рисунок 3.7 – Розмірні ланцюги для визначення технологічних розмірів за переходами (закінчення)

Розраховані номінальні значення лінійних технологічних розмірів записуємо до граfi 3 табл. 3.4. За номінальними значеннями розмірів і квалітетами з табл. 1.13 знаходимо допуски розмірів і записуємо їх до граfi 4 табл. 3.4.

До граfi 5 табл. 3.4 записуємо значення технологічних розмірів з відхиленнями. Номінальні значення розмірів округляємо до порядку допуску на відповідні розміри. Розташування поля допуску більшості розмірів призначаємо «в тіло» (поле h). Для розміру $A12$ призначаємо симетричне розташування поля допуску (поле Js або js).

Для основних операцій в САПР КОМПАС-3D розробляємо ескізи, які підключаємо до технологічного процесу. На відміну від ескізів, що розроблялися на п'ятому етапі, на цих ескізах указуємо значення технологічних розмірів з граfi 5 табл. 3.4.

Етап 7. У системі ВЕРТИКАЛЬ складаємо технологічну документацію: титульний лист, маршрутно-операційну карту і карти ескізів. Після складення комплекту документів у програмі Microsoft Excel редагуємо зміст технологічних карт. Роздруковуємо технологічні карти. Приклади оформлення технологічних карт показані на рис. 3.8, 3.9 і 3.10.

4. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ

Вихідними даними до практичного заняття є:

- робоче креслення деталі;

ГОСТ 3.1105-84 форма 2										
Дубл.										
Взам.										
Подп.								В/в	Изв.	
1										
НТУ "ХПИ"		ТМ-46Б.11.1.01.00.01			НТУ"ХПИ" 01140.011					
Поршень										
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України										
КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ на технологічний процес механічної обробки										
"ЗАТВЕРДЖУЮ" Зав. кафедрою двигунів внутрішнього згоряння _____ проф. Марченко А.П 11.11.2009										
Розробив студент гр. ТМ-46Б _____ Іванов І.І. Перевірив _____ доц. Осетров О.О 30.10.2009										
ТЛ		Титульный лист								

Рисунок 3.8 – Приклад оформлення титульного аркуша комплекту документів

ГОСТ 3.1118-82 форма 1															
Дубл.															
Взам.															
Подп.															
НТУ«ХПІ».01140.011 4 1															
Разраб.	Иванов И.И.			10.10.2009	НТУ "ХПИ"		ТМ-46Б.11.1.01.00.01		НТУ"ХПИ".10140.011						
Проверил	Осетров А.А.			12.10.2009											
Утвердил	Васильченко И.Д.			12.10.2009											
Нач. БТК															
Н.контр.															
Поршень															
M01	AK12M2Mn (AL25) ДСТУ 2839-94														
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.рас.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры		КД	МЗ				
			0,27			0,66		Φ 100 X 73		1	0,825				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции				Обозначение документа						
Б	Код наименования оборудования				СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
A03	005 4110 Токарна				НТУ"ХПИ" 20140.011										
B04															
O05	1. Підрізати торець 2														
O06	2. Точити бокову поверхню 1														
O07	3. Розточити поверхню 3														
T08															
O9															
A10	010 4110 Токарна				НТУ"ХПИ" 20140.011										
B11															
O12	1. Розточити поверхню 2 і підрізати торець 1														
T13															
O14															
A15	015 4221 Розточна				НТУ"ХПИ" 20140.011										
B16															
МК/МОК	Маршрутно-операционная карта														
										2					

Рисунок 3.9 – Приклад оформлення першого аркуша маршрутної карти

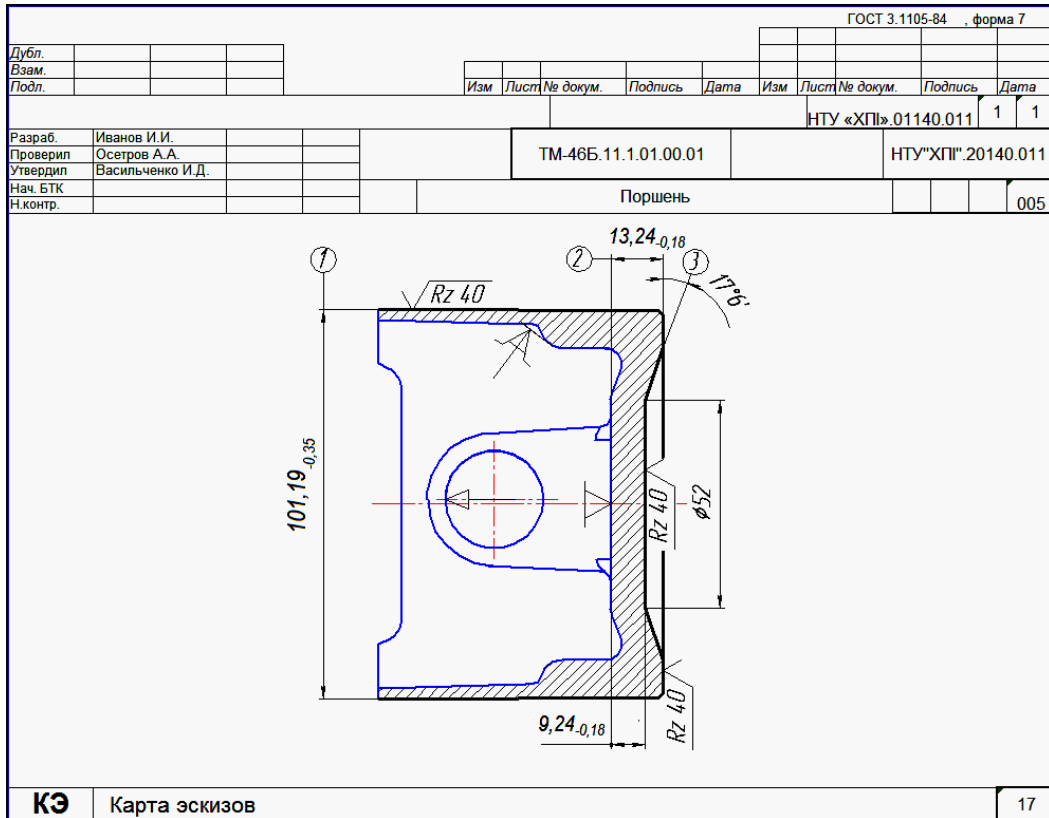


Рисунок 3.10 – Приклад оформлення карти ескізів

- креслення заготівки, яку розроблено студентами для заданої деталі на практичних заняттях «Проектування литої заготівки» або «Проектування штампованої заготівки» (можуть бути відсутніми);
- технічні умови на виготовлення деталі;
- тип виробництва.

5. ЗВІТ З ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ

Звіт з практичного заняття повинен містити такі розділи:

- найменування і мета роботи;
- вихідні дані до роботи;
- ксерокопія робочого креслення деталі і креслення заготівки;
- етапи розв'язання завдання відповідно до розділу 2 або 3;
- друкування комплекту карт до технологічного процесу;
- висновки.

Захист звіту з практичного заняття здійснюється на консультаціях, які призначаються для цієї мети викладачем. Звіт виконується індивідуально кожним студентом в окремому зошиті. При оформленні звіту потрібно ке-

руватися вимогами стандарту СТВУЗ-ХПІ-3.01-2010 «Текстові документи в сфері навчального процесу». Написання тексту – ручкою або із застосуванням друкувальних пристроїв. Виконання ескізів – олівцем за допомогою креслярських інструментів або в системах автоматизованого проектування, наприклад КОМПАС-3D.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ВЕРТИКАЛЬ. Система автоматизированного проектирования технологических процессов. Руководство пользователя. 2006. – 271 с.
2. Технология машиностроения: сборник задач и упражнений : учеб. пособие для машиностроительных вузов / В. И. Аверченков, О. А. Горленко, В. Т. Ильицкий и др.; под ред. О. А. Горленко – М.: ИНФРА-М, 2005. – 288 с.
3. Технология машиностроения в 2-х т. Т.1. Основы технологии машиностроения : учебник для вузов / В. М. Бурцев, А. С. Васильев, А. М. Дальский и др.; под ред. А. М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999. – 564 с.
4. Маталин А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1993. – 496 с.
5. Проектирование технологических процессов в машиностроении / П. А. Руденко. – К.: Вища школа, 1985. – 255 с.
6. Методические указания к практическому занятию «Проектирование литой заготовки» по курсу «Технология изготовления АТТС ДВС» для студентов специальности 6.090210 «Двигатели внутреннего сгорания» / сост. А. А. Осетров, И. Н. Карягин. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 36 с.
7. Методические указания к практическому занятию «Проектирование штампованной заготовки» по курсу «Технология изготовления АТТС ДВС» для студентов специальности 6.090210 «Двигатели внутреннего сгорания» / сост. А. А. Осетров, И. Н. Карягин. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 36 с.
8. Прогрессивные технологические процессы в автостроении : Механическая обработка, сборка / под ред. С. М. Степашина. – М.: Машиностроение, 1980. – 320 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Методика розробки маршрутної технології механічної обробки деталі.....	3
2. Розробка маршрутної технології в системі САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.....	21
3. Приклад розробки маршрутної технології механічної обробки поршня	28
4. Вихідні дані до практичного заняття.....	46
5. Звіт з практичного заняття.....	48
Список літератури.....	49

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять
«Розробка маршрутної технології механічної обробки деталі
з використанням САПР технологічних процесів»
з курсу «Технологія виготовлення двигунів внутрішнього згоряння»
для студентів спеціальності 142- Енергетичне машинобудування

Укладачі: ОСЕТРОВ Олександр Олександрович
ЗОТОВ Олександр Олександрович

Відповідальний за випуск проф. А. П. Марченко

Роботу до видання рекомендував проф. В.О. Пильов