

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ  
УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"**

НТУУ  
"КИЇВСЬКИЙ  
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ  
ІНСТИТУТ"



МЕХАНІКО-  
МАШИНОБУДІВНИЙ  
ІНСТИТУТ



КАФЕДРА  
ТЕХНОЛОГІЇ  
МАШИНО-  
БУДУВАННЯ



**ТЕХНОЛОГІЯ  
МАШИНОБУДУВАННЯ**

**Методичні рекомендації до вивчення дисципліни**

**КИЇВ  
2012**



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ  
УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"**

## **ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ**

**Методичні рекомендації до вивчення дисципліни**

*Рекомендовано Вченою радою  
Механіко-машинобудівного інституту НТУУ "КПІ"*

КИЇВ  
2012

Технологія машинобудування [Текст]: метод. рекомендації до вивчення дисципліни для студентів напряму підготовки 6.050502 "Інженерна механіка" / Уклад.: С.С.Добрянський, Ю.М.Малафєєв, В.К.Фролов. – К.: НТУУ "КПІ", 2012. – 92 с. (електронне видання).

*Гриф надано Вченою радою  
Механіко-машинобудівного інституту НТУУ "КПІ"  
(Протокол №6 від 30.01.2012)*

Навчальне видання

## **ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ**

### **Методичні рекомендації**

до вивчення дисципліни

Укладачі: *Добрянський Станіслав Спиридонович*, канд.техн.наук, доц.  
*Малафєєв Юрій Михайлович*, канд.техн.наук, доц.  
*Фролов Володимир Костянтинович*, канд.техн.наук, доц.

Відповідальний редактор *Ю.В.Петраков*, д-р техн.наук, проф.

Рецензент *В.П.Котляров*, д-р техн.наук, проф.

*За редакцією укладачів*

У методичних рекомендаціях наведені основні схеми і рисунки, необхідні для вивчення матеріалу лекцій за затвердженою робочою навчальною програмою. При слуханні лекцій студенти стежать за рисунками, спроектованими на екран аудиторії і продубльованими в цих методичних рекомендаціях.

При роботі в аудиторії або в процесі самостійної роботи над лекціями студенти повинні заескізувати ці рисунки в своїх конспектах (без дрібних деталей), щоб чітко представляти принцип роботи верстату, пристрою, інструменту тощо. Рисунки, у яких слово «Рис.» підкреслено (Рис.), призначені для загального ознайомлення і їх ескізувати в конспектах лекцій необов'язково.

## ОСНОВИ ОБРОБЛЕННЯ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ

### ТЕМА 1. ПРИНЦИПИ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН



Рис .1.1 Напрямок головного робочого руху  $\bar{V}$  і дискретної подачі  $\Delta S$  при струганні

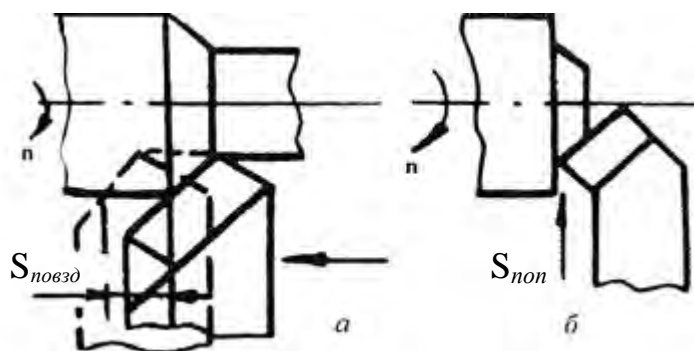


Рис 1.2. Головний робочий рух  $n$  і безперервна поздовжня (а) та поперечна (б) подачі при точінні

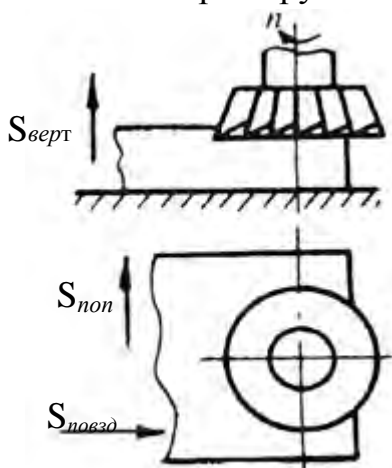


Рис.1.3. Напрямок головного робочого руху  $n$ , поздовжньої, поперечної і вертикальної подач при фрезеруванні

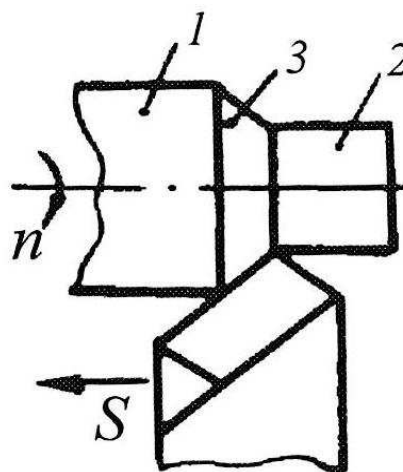


Рис.1.4. Поверхні на заготовці, яка обробляється точінням

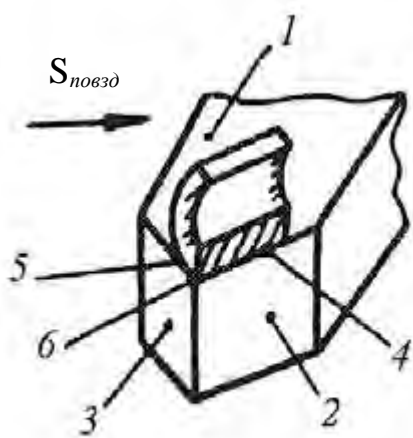


Рис.1.5. Поверхні й інші елементи різальної частини інструменту

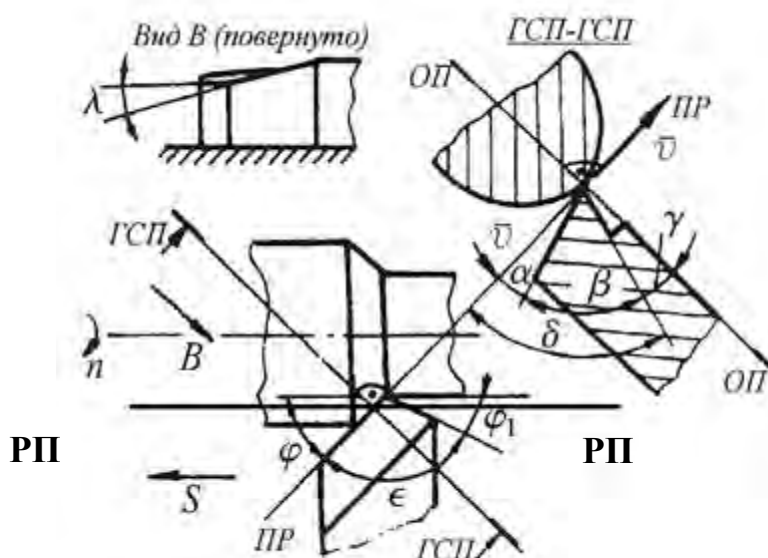


Рис.1.6. Геометричні параметри різальної частини інструменту

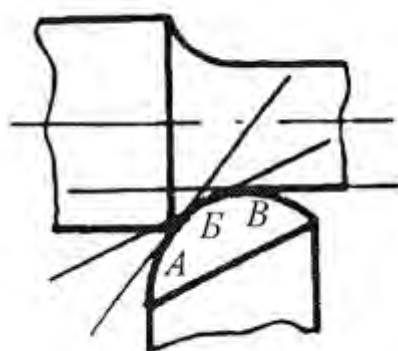


Рис.1.7. Зміна положення площини різання в точках А, Б і В при криволінійному різальному лезі

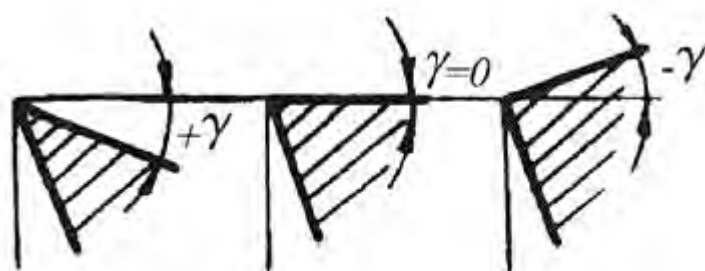


Рис.1.8. Додатні, нульові і від'ємні передні кути

## ТЕМА 2. ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Марка сплаву	Вміст кобальту К, %	Міцність $\sigma_u$ , МПа	Твердість НРА	Область застосування
ВК2 ВК3М	↓	↓	↑	Для чистового оброблення (не витримують ударних навантажень)
ВК4 ВК6М	↓	↓	↑	Для напівчистового оброблення
ВК6 ВК8 ВК10 ВК10М	↓	↓	↑	Для чорного оброблення (по корці, з вібраціями, з ударним навантаженням)

Рис.2.1. Характеристики основних однокарбідних вольфрамо-кобальтових (ВК) твердих сплавів

Марка сплаву	Вміст кобальту К, %	Міцність $\sigma_u$ , МПа	Твердість НРА	Область застосування
Т30К4	↓	↓	↑	Для чистового оброблення
Т15К6 Т14К8	↓	↓	↑	Для напівчистового і чорного оброблення з рівномірним припуском
Т5К10 Т5К12В	↓	↓	↑	Для чорного оброблення у важких умовах

Рис.2.2. Характеристики основних двокарбідних вольфрамо-титано-кобальтових (ТК) твердих сплавів

Марка сплаву	Вміст кобальту К, %	Міцність $\sigma_u$ , МПа	Твердість НРА	Область застосування
ТТ8К6	↓	↓	↑	Чистове і напівчистове точіння, розточування, фрезерування і свердління чавунів
ТТ10К8-Б	↓	↓	↑	Чорнове і напівчистове оброблення важкооброблюваних матеріалів
ТТ20К9	↓	↓	↑	Фрезерування сталі і інші види оброблення з підвищеними тепловими, механічними і циклічними навантаженнями
ТТ17К12	↓	↓	↑	Чорнове фрезерування вуглецевих і легованих сталей

Рис.2.3. Характеристики основних три карбідних вольфрамо-титано-тантало-кобальтових твердих сплавів (ТТК)

Марка сплаву	Міцність $\sigma_u$ , МПа	Склад (зв'язування Ni, Mo)	Твердість HRA	Область застосування
TM1 TM3	785 1177	TiC, NbC	91,5 89	Чистове точіння і розточування кольорових металів, рідше сталей
TH20 TH30	1079 1373	TiC	90 89	Чистове і напівчистове оброблення кольорових металів, чавунів, нікелевих сплавів
KHT 16	1079	TiC, TiN	89	Напівчистове і напівчорнове оброблення сталей, кольорових металів, чавунів

Рис.2.4. Характеристики основних безвольфрамкових твердих сплавів

Марка матеріалу	Міцність $\sigma_u$ , МПа	Твердість HRA	Область застосування
ЦМ-332 ВЗ	350-400 650	До 2300 HV 93	Чистове і напівчистове оброблення загартованих сталей, чавунів, кольорових металів. Робота без ударів
ВОК-60 ВОК-63	650 640	94 92-93	Чистове і напівчистове оброблення загартованих сталей і чавунів
Кортиніт	<750	93	Напівчистове і чистове оброблення чавунів. Переривчасте різання

Рис.2.5. Характеристики основних видів мінералокераміки

### ТЕМА 3. ОСНОВИ ОБРОБЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ РІЗАННЯМ

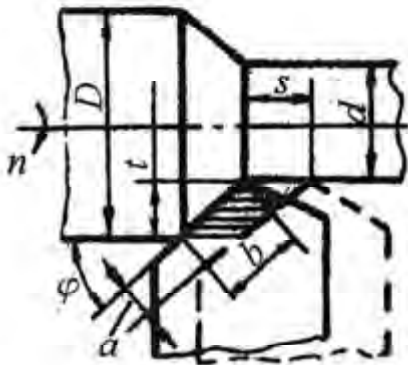


Рис.3.1. Елементи режиму різання при точінні

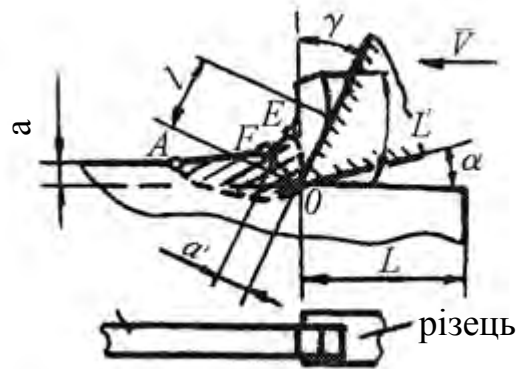


Рис.3.2. Схема стружкоутворення при вільному прямокутному різанні

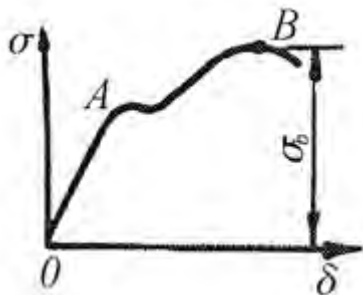


Рис.3.3. Діаграма залежності деформації від напруги

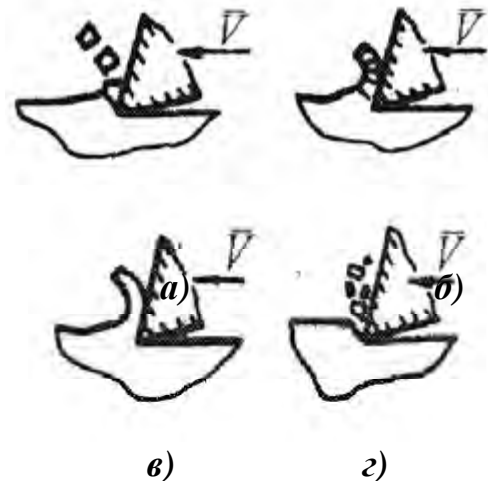


Рис.3.4. Види стружки, що утворюється при різанні металів:  
а-елементна; б-суставчата;  
в-зливна; г-надламу

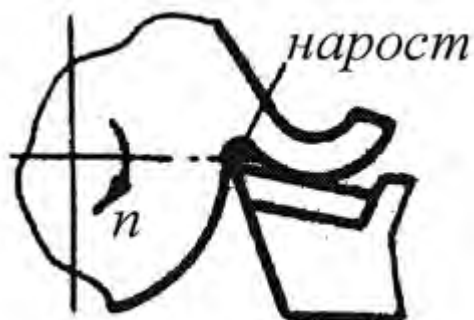


Рис.3.5. Схема утворення наросту при точінні

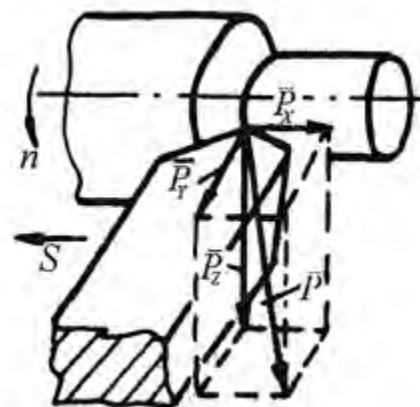


Рис.3.6. Схема сил різання, що діють на різець при точінні



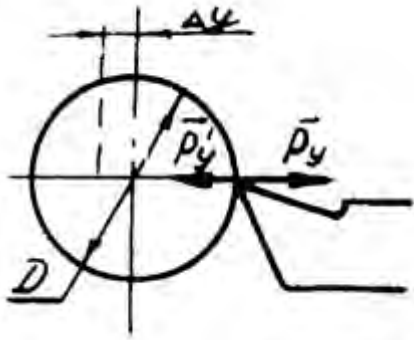


Рис.3.7. Схема впливу радіальної сили різання  $P_y$  на точність оброблення



Рис.3.8. Схема зон теплоутворення при різанні пластичних матеріалів

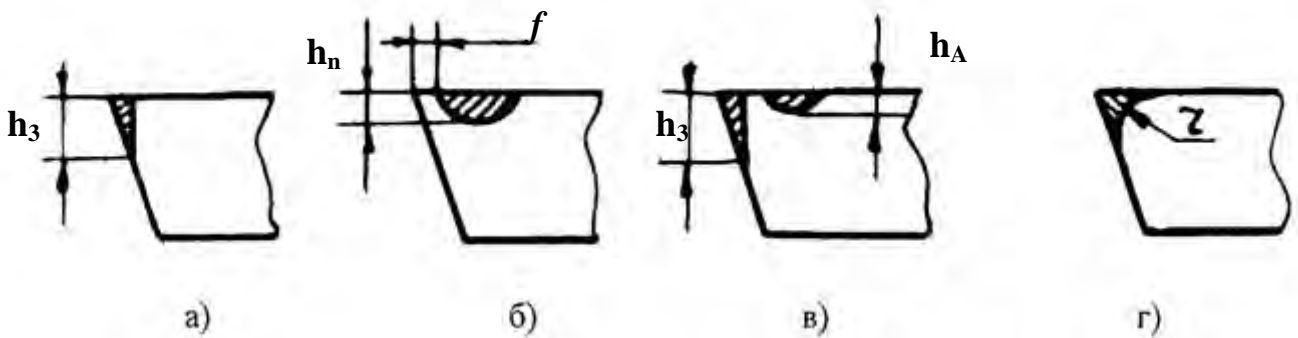


Рис.3.9. Основні форми зносу різальної частини інструменту: а-по задній поверхні; б-по передній поверхні; в-по задній і передній поверхнях; г-плавне заокруглення

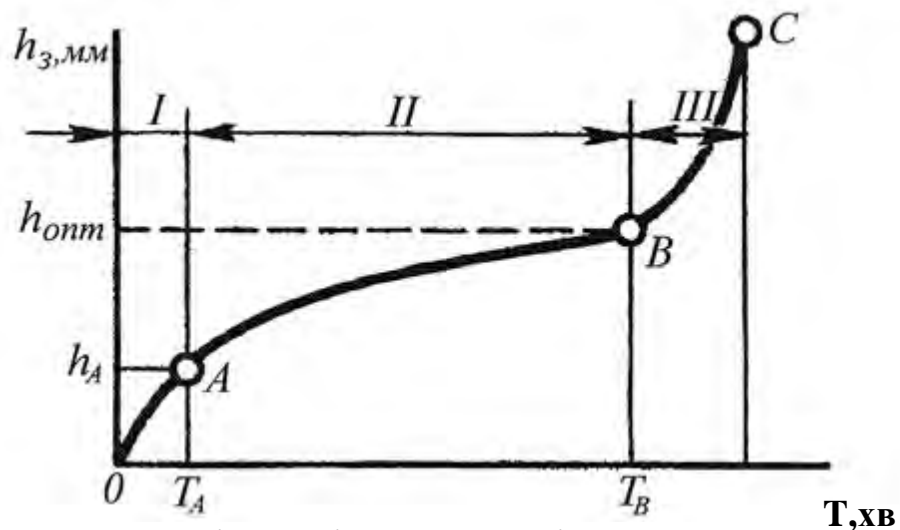


Рис.3.10. Крива залежності зносу інструменту від часу роботи

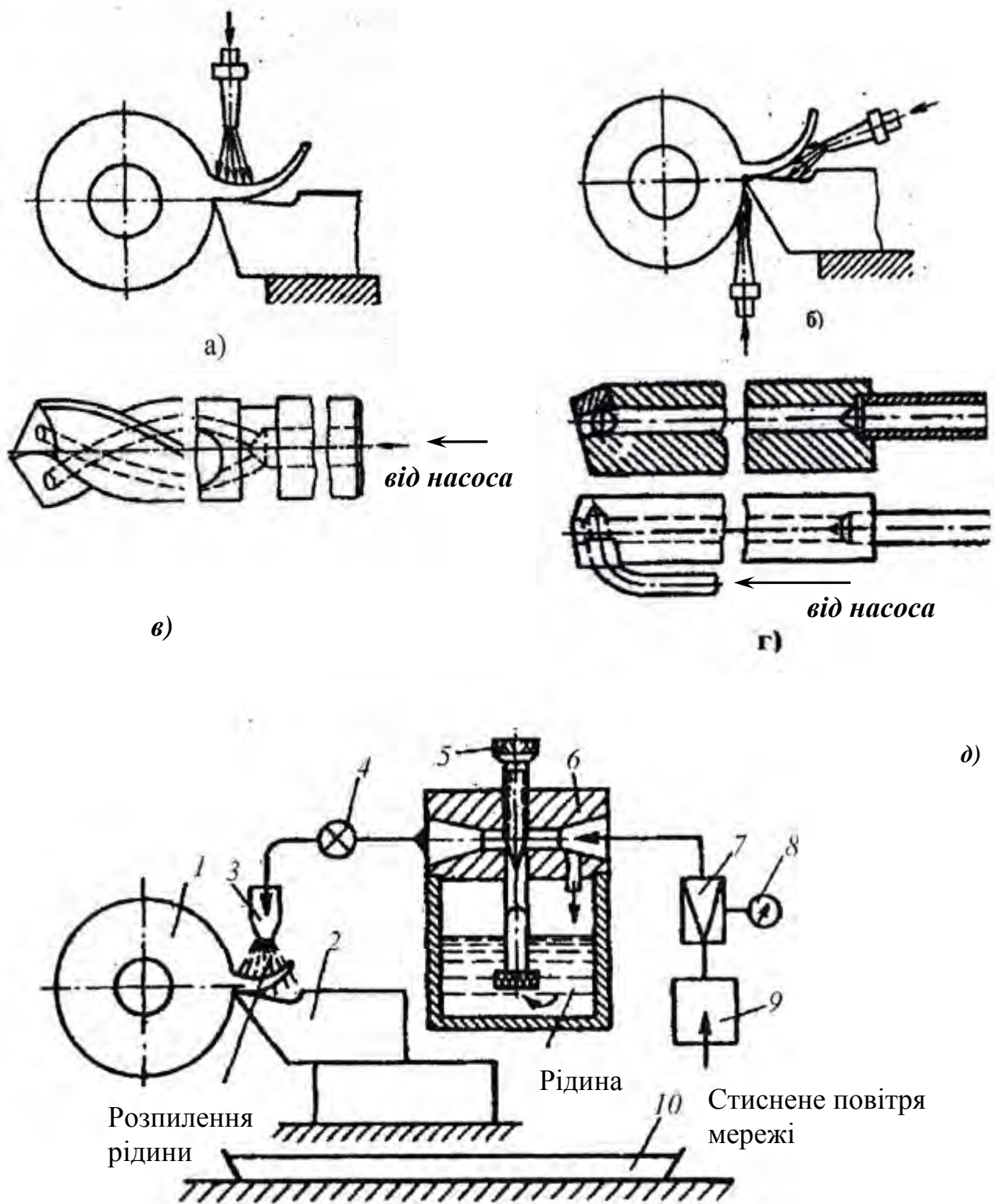


Рис.3.11. Різні способи підведення мастильно-охолоджуючих рідин у зону різання: а) полив вільно падаючим струменем; б) подача рідини під тиском; в) свердло з отворами для подачі рідини; г) різець із внутрішнім охолодженням; д) схема установки для охолодження розпиленою рідиною

# ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

## ТЕМА 4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ТА ЙОГО СКЛАДОВІ

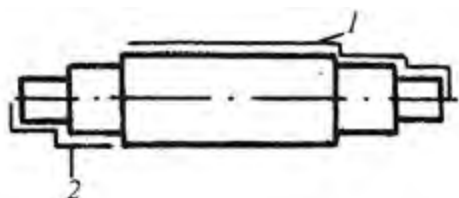


Рис.4.1. Поверхні 1 і 2 валу, що оброблюються при різних установах

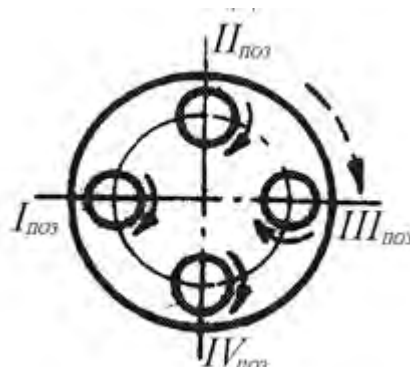


Рис.4.2. Позиції, які займаються по черзі заготовкою при обробленні на 4-шпіндельному токарному напівавтоматі

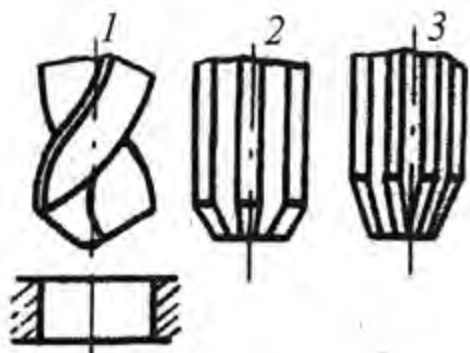


Рис.4.3. Оброблення отвору трьома інструментами за три переходи

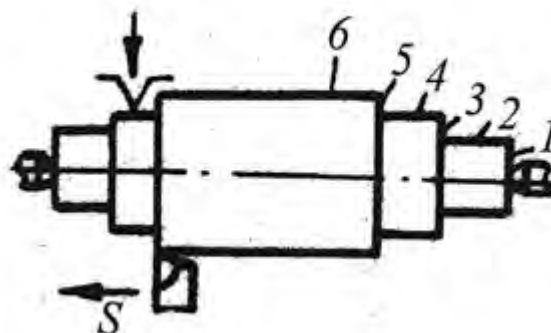


Рис.4.4. Оброблення трьох уступів валу одним різцем за три переходи

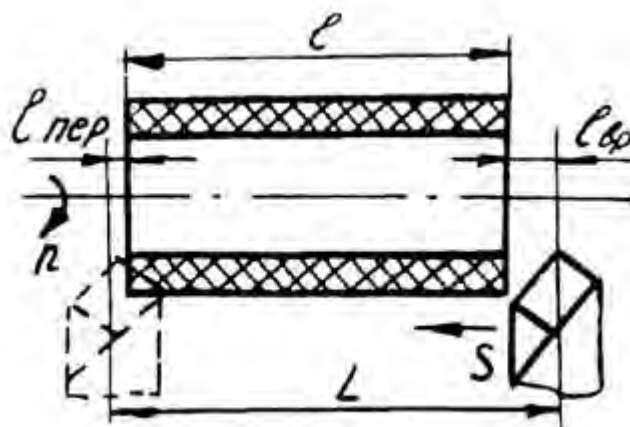


Рис.4.5. Схема до розрахунку основного часу при точінні

## **ТЕМА 5. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ**

Основні етапи проектування технологічного процесу механічного оброблення  
(ГОСТ 14.301-83)

1. Аналіз вихідних даних для проектування технологічного процесу (річна програма випуску або величина замовлення, конструкторська документація на виріб, вимоги на його виготовлення та експлуатацію).
2. Вибір діючого типового, групового технологічного процесу або пошук аналогічного одиничного процесу.
3. Вибір вихідної заготовки і методів її виготовлення (на підставі порівняння альтернативних варіантів і техніко-економічного обґрунтування вибору заготовки).
4. Вибір технологічних баз (проводять за існуючою методикою з урахуванням оцінки точності і надійності базування).
5. Складання технологічного маршруту оброблення (здійснюють за документацією типового, групового або одиничного процесу, визначають склад технологічного оснащення).
6. Проектування технологічних операцій (розрахунок режимів різання, визначення послідовності переходів, вибір засобів технологічного оснащення, засобів контролю та випробувань, засобів механізації і автоматизації процесу виготовлення).
7. Нормування технологічного процесу (встановлення норм витрат матеріалу, розрахунок норм часу і загальної трудомісткості процесу, визначення розряду робіт і робочих професій).
8. Визначення вимог техніки безпеки, виробничої санітарії та екології навколишнього середовища.
9. Розрахунок економічної ефективності технологічного процесу виготовлення (виконують на підставі порівняння декількох варіантів).
10. Оформлення технологічної документації згідно стандартів ЕСТД.

Дубл.				ГОСТ 3.1118-82	Форма 1					
Взам.										
Підп.										
								КП.ТМ.МТ32.0088.МК	2 1	
Розр.	Галайда	20.01.11	НТУУ "КПІ"							
Перев.			ММІ			020.003.0088				
			ер. МТ-32							
Затв.	Фролов		КРОНШТЕЙН					КП		
Н.контр.										
М01	Чаєун С421 ГОСТ 1412-85									
М02	Код	ОВ	МД	ОН	Н.розх.	КВМ	Код заготовки	Профіль та розміри	КД	
	-	166	8,07	1	9,55	0,85	41112Х	89,5 x 170 x 192	1 9,5	
А	Цех	Діль.	Р.м.	Опер.	Код найменування операції					Позначення документа
Б	Код найменування обладнання									
А03	05	03	01	005	4261	Вертикально-фрезерна	20101.02237	ІОП № 23-82		
Б04	381611	Вертикально-фрезерний верстат 6М12П	18632	313	10	1	1	200	1 23 3,15	
05										
А06	05	03	01	010	4261	Вертикально-фрезерна	20101.02237	ІОП № 23-82		
Б07	381611	Вертикально-фрезерний верстат 6М12П	18632	313	10	1	2	200	1	
08										
А09	05	03	02	015	4123	Радіально-свердильна	20101.02237	ІОП № 23-90		
Б10	381217	Радіально-свердильний верстат 2Н53	17355	313	10	1	1	200	1	
11										
А12	05	03	03	020	4111	Токарно-револьверна	20101.02237	ІОП № 23-71		
Б13	381133	Токарно-револьверний верстат 1365	18236	413	10	1	1	200	1	
14										
А15	05	03	04	025	4123	Радіально-свердильна	20101.02237	ІОП № 23-90		
Б16	381217	Радіально-свердильний верстат 2Н53	17355	313	10	1	1	200	1	
МК	Оброблення різанням									

Рис.5.1. Маршрутна карта (форма 1)

Дубл.		ГОСТ 3.1118-82										Форма 16										
Взам.																						
Підп.												КР.ТМ.ЛМБ1.0088.МК										
		Кронштейн										020.003.0088										
А		Цех	Діль.	Р.м.	Опер.	Код найменування операції	Позначення документа					К_дл	Т_пз	Т_дл								
Б		Код найменування обладнання					См	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОП	ОН	ОВ	ОН	КВ	Н_брок				
К/М		Найменування деталі, склад, одиниці або матеріалу					Позначення, код															
A01	05	03	04	030	4123	Радіально-свердловля	20101.02237	ЮП № 23-90														
B02	381217	Радіально-свердловий верстат 2Н53					17355	313	10	1	1	200	1									
03																						
A04	05	03	05	035	0190	Слюсарна	20101.02237	ЮП № 23-51														
B05	Верстак слюсарний					17474	213	10	1	1	200	1										
06																						
A07	05	03	06	040	0200	Контрольна	20101.02237	ЮП № 23-95														
B08	Стіл ВТК					10	1	1	1	200	1											
09																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
МК	Оброблення різанням																					

Рис.5.2. Маршрутна карта (форма 16)

Дубл.		ГОСТ 3.1404-86		Форма 2							
Взам.											
Підп.											
Виріб				КР.ГМ.ЛМ61.0088.ОК	8 3						
Розроб.	Галайда	20.01.11									
Нормув.				020.003.0088							
Нач.ТБ											
Затв.	Добржанський										
Н.контр.				КР	015						
		Найменування операції		Матеріал							
		Радіально-свердловка		СЧ21 ГОСТ 1412-85							
		Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри	МЗ	КОВД				
		НВ 210	166	8,07	89,5 x 170 x 192	9,5	1				
		Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми							
		Радіально-свердловний верстат 2Н53									
		T <sub>0</sub>	T <sub>д</sub>	T <sub>пз</sub>	T <sub>шт</sub>	МОР					
		1,04	1,18	25	2,43	5% емульсія Уфудіол - 1					
				П	Д або В	L	t	i	S	n	V
		Р									
001	1. Свердлили 4 наскрізних отвори, вихідуючи розміри 1, 2, 3, 4, 5										
T02	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ.пристрій П2; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ.патрон 61.52-01.53 ГОСТ 14077-68										
T03	АБВГ.391267.ХХХ свердло Ø17 Р6М5 ГОСТ 10903-77										
P04	17	27	8,5	4	0,45	500	26,7				
05											
06	2. Свердлили попередньо 2 наскрізних отвори, вихідуючи розміри 7(11,8 +0 <sup>08</sup> ), 4, 5 і 6										
T07	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ.пристрій П2; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ.патрон 61.52-01.53 ГОСТ 14077-68										
T08	АБВГ.391267.ХХХ свердло Ø11,8 Р6М5 ГОСТ 10903-77										
P09	11,8	25	5,9	2	0,31	630	23,3				
10											
ОК	Оброблення різанням										

Рис.5.3. Операційна карта (форма 2)

Дубл.	Взам.	Підп.	ГОСТ 3.1404-86				Форма 2				
			КР.ТМ.ЛМ61.0088.ОК				8	4			
						020.003.0088				015	
P			III	Д	а	В	L	i	S	n	V
01											
002			3. Розвернути остаточно 2 наскрізних отвори, вконтруючи розмір 7								
T03			АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ пристоїть П2; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ матрон 61.52-01.53 ГОСТ 14077-68								
T04			АБВГ.391720.ХХХ розвертка Ø12Н7 F6M5 ГОСТ 1672-80; АБВГ.393120.ХХХ кабр-шробка Ø12Н7								
P05			12	38	0,1	2	1,25	200	7,5		
06											
07											
08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
ОК			Оброблення різанням								

Рис.5.4. Операційна карта (форма 2а)



Дубл.																						
Взам.																						
Підп.																						
Розроб.	Галайда	20.01.11	НТУУ "КПІ" ер ДІМ 61		02.0.003.0088		КР.ТМ.ДІМ 61.0088.ОК		8	3												
Нормув.																						
Нач.ТБ																						
Завт.	Фролов																					
Н.контр.																						
Найменування операції			Матеріал		Твердість		ОВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОВД									
Радіально-свердлима			СЧ 21 ГОСТ 1412-85		HB 214		165	8,07	89,5 x 170 x 192			9,5	1									
Обладнання, пристрій ЧПК			Позначення програми		Т <sub>0</sub>		Т <sub>д</sub>	Т <sub>пз</sub>	Т <sub>шт</sub>				МОР									
Радіально-свердильний верстат 2Н53					1,04		1,18	2,5	2,43	5% емарься Уфимол-1												
P																						
001	1. Свердлить 4 наскрізних отвори, вконтурюючи розміри 1, 2, 3, 4, 5																					
Т02	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ.меластій П2; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ.матрон 61.52-01.53 ГОСТ 14077-68																					
Т03	АБВГ.391267.ХХХ сверло Ø17. Р6М5 ГОСТ 10903-77																					
Р04	17	27	8,5	4	0,45	500	26,7															
05																						
06	2. Свердлити попередньо 2 наскрізних отвори, вконтурюючи розміри 711,8 <sup>+0,07</sup> , 4 51,6																					
Т07	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ.меластій П2; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ.матрон 61.52-01.53 ГОСТ 14077-68																					
Т08	АБВГ.391267.ХХХ сверло Ø11,8. Р6М5 ГОСТ 10903-77																					
Р09	11,8	35	5,9	2	0,31	630	23,3															
10																						
11																						
12																						
13																						
Оброблення різанням																						

Рис.5.5. Операційна карта (форма 3)

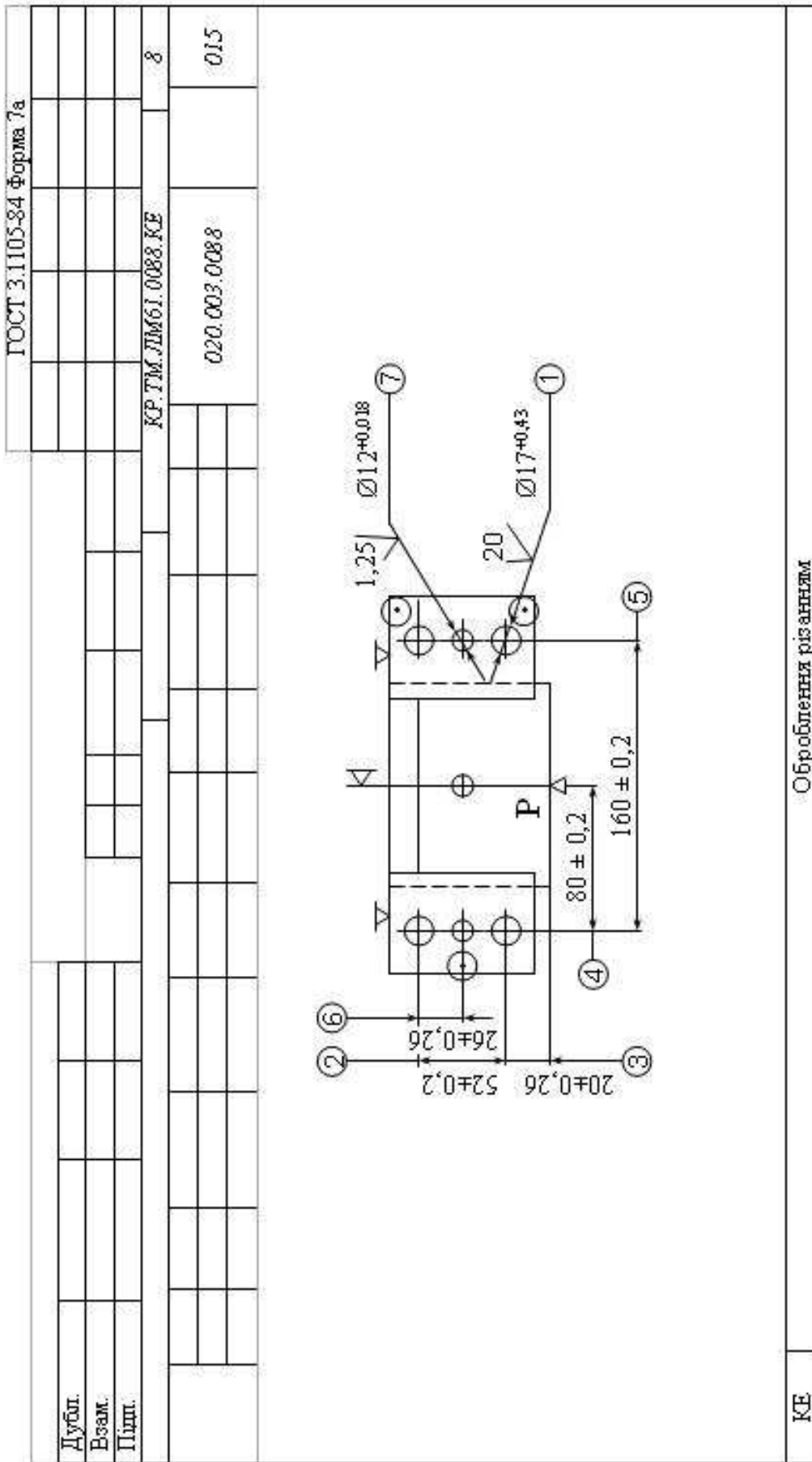


Рис.5.6. Карта ескізів (форма 7а)

## ТЕМА 6. ВИБІР СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ



Рис.6.1. Схема виправлення листового прокату на багатороликівих вальцях

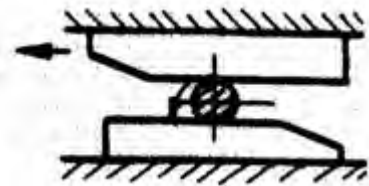


Рис.6.2. Схема виправлення круглого прокату плашками на плосконакатних верстатах

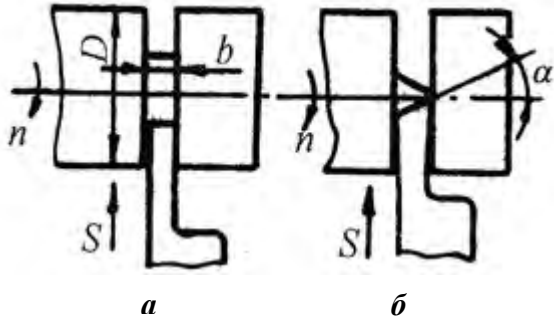


Рис.6.3. Відрізування заготовок на токарних верстатах різцями з прямим (а) і скошеним (б) різальними лезами



Рис.6.4. Відрізні різці звичайні (а) і підвищеної міцності (б)

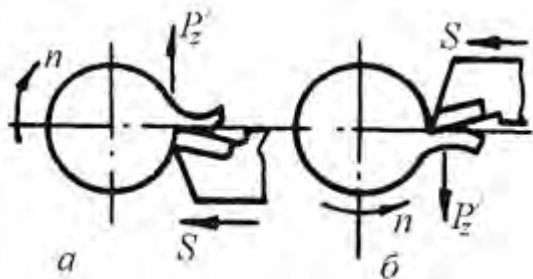


Рис.6.5. Відрізування заготовок при прямому (а) і зворотному (б) обертанні шпинделя

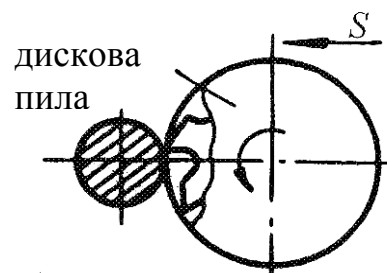


Рис.6.6. Розрізування прокату дисковою пилою



Рис.6.7. Розрізування прокату стрічковою пилою

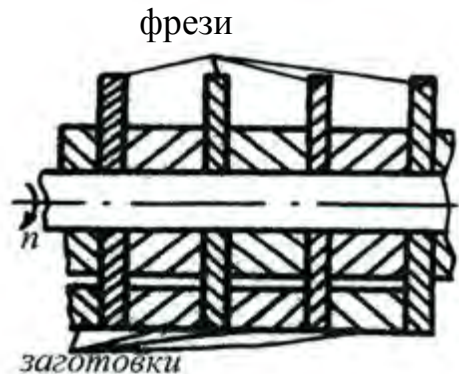


Рис.6.8. Розрізування прокату декількома фрезами на горизонтально-фрезерному верстаті

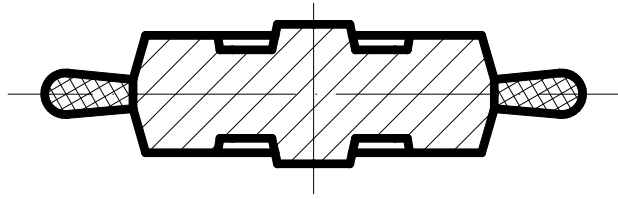


Рис.6.9. Утворення облою при штампуванні

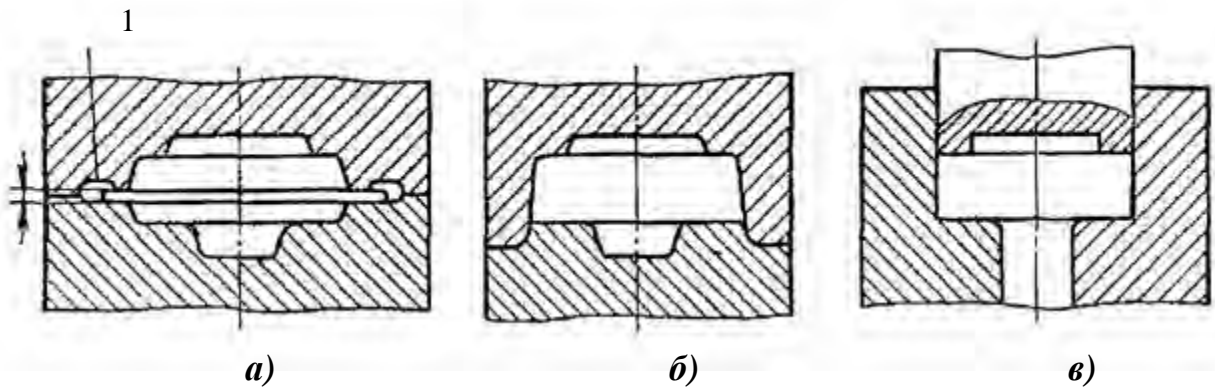


Рис.6.10. Схеми штампування у відкритих і закритих штампах  
(1 – канава для облою)

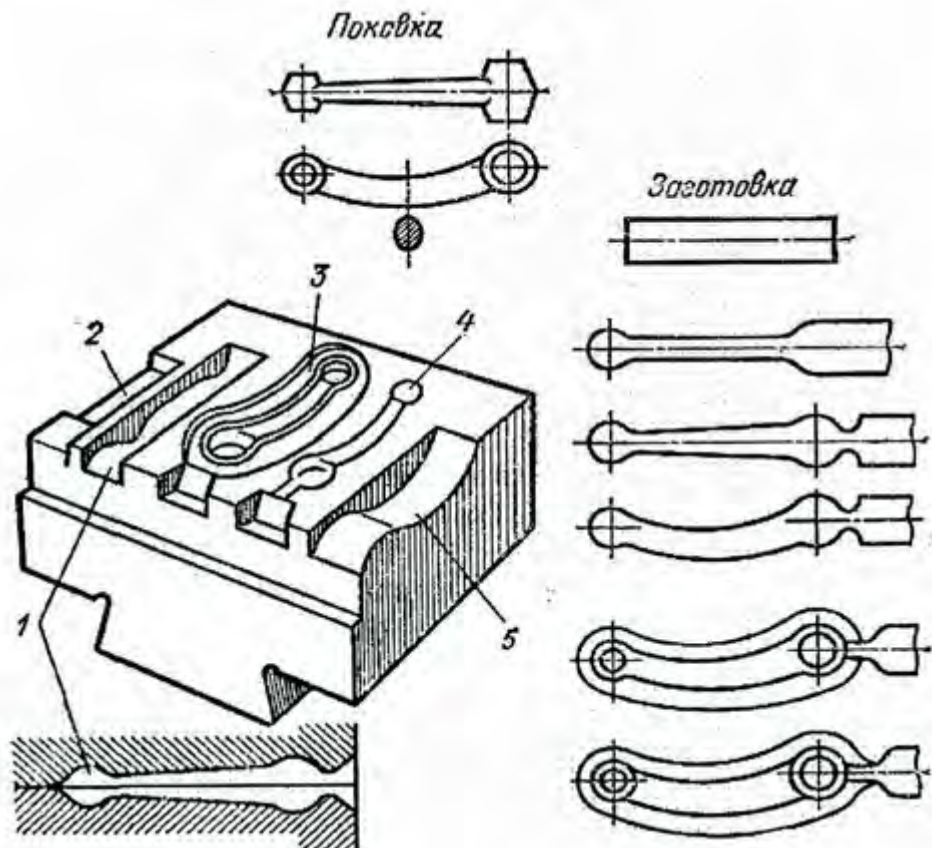


Рис.6.11. Багаторівчачковий штамп

## ТЕМА 7. ПРИПУСКИ НА МЕХАНІЧНЕ ОБРОБЛЕННЯ РІЗАННЯМ

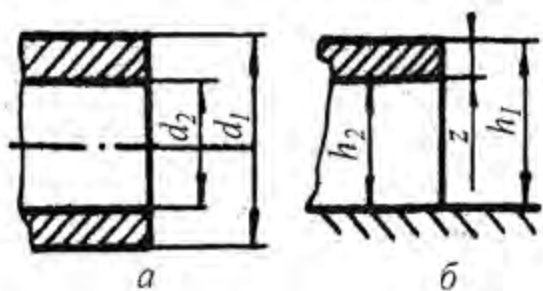


Рис.7.1. Розташування припуску на поверхні обертання (а) і плоскій поверхні (б)

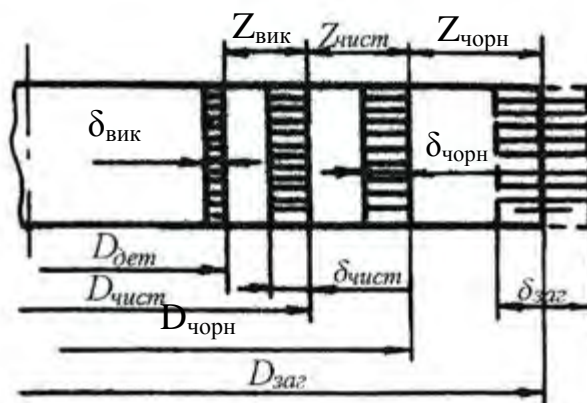


Рис.7.2. Схема розташування припусків і допусків при багаторазовому обробленні зовнішньої поверхні обертання

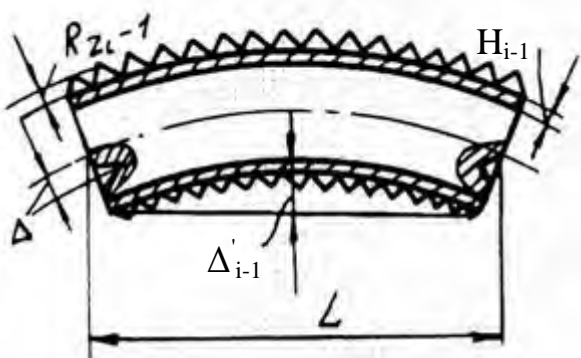


Рис.7.3. Схема валу до розрахунково-аналітичного методу визначення припуску

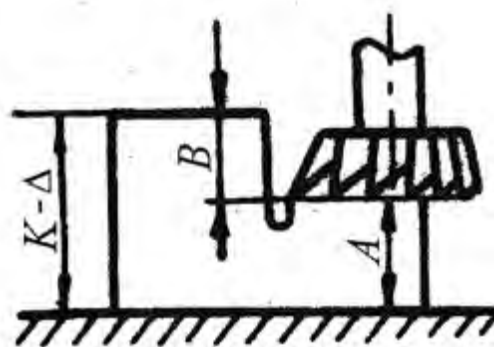


Рис.7.4. Схема до визначення похибок базування

## ТЕМА 8. БАЗУВАННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК НА МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

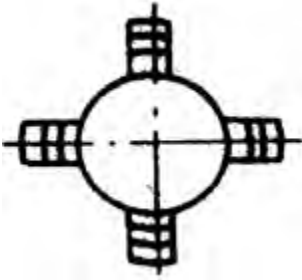


Рис.8.1. Закріплення заготовки в чотирьохкулачковому патроні

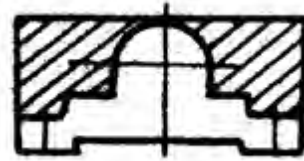


Рис.8.2. Розмітка заготовки під механічне оброблення

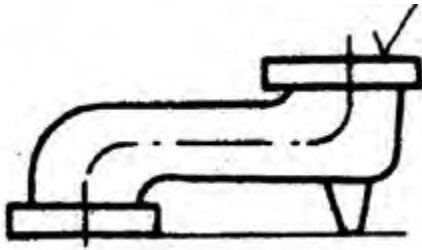


Рис.8.3. Заготовка з додатковою технологічною базою

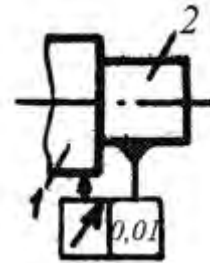


Рис.8.4. Схема до принципу взаємозамінності баз

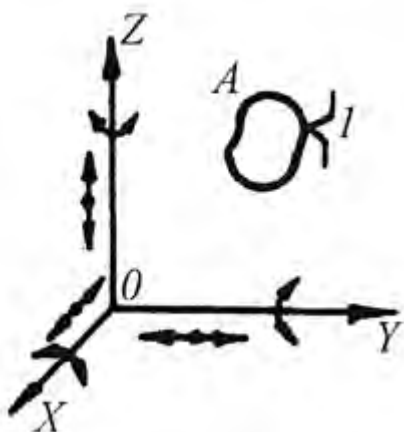


Рис.8.5. Одна жорстка точка 1 позбавляє тіло А одного ступеня вільності

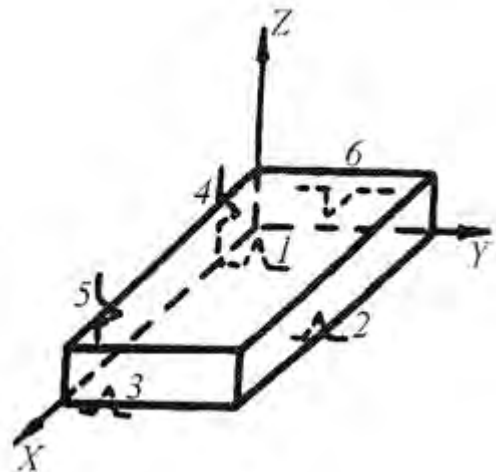


Рис.8.6. Базування паралелепіпеду

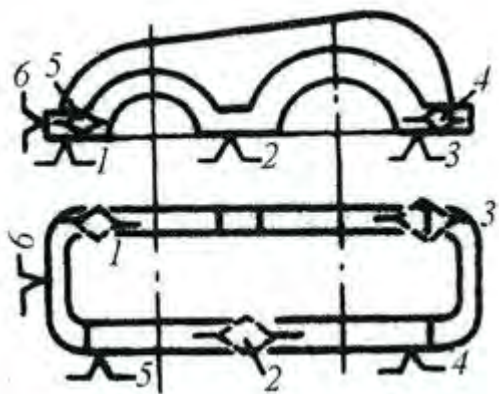


Рис.8.7. Базування кришки редуктору

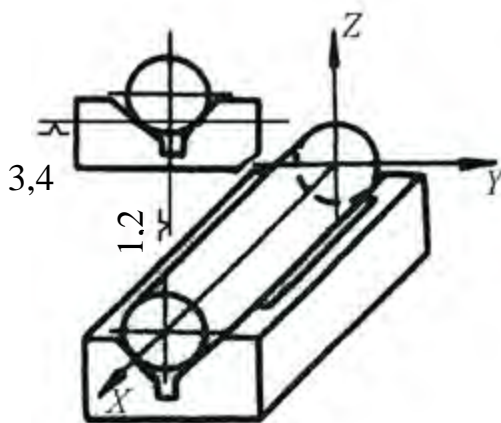


Рис.8.8. Базування довгої зовнішньої поверхні обертання

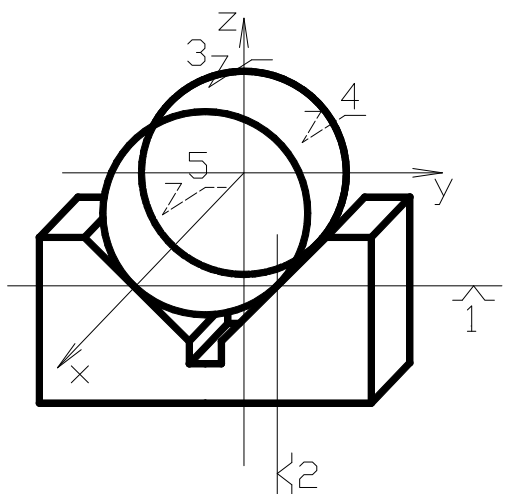


Рис.8.9. Базування по короткій зовнішній поверхні обертання

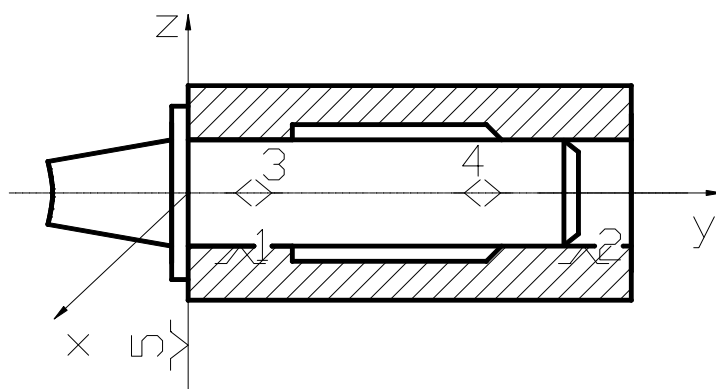


Рис.8.10 Базування по довгій внутрішній поверхні обертання (з зазором)

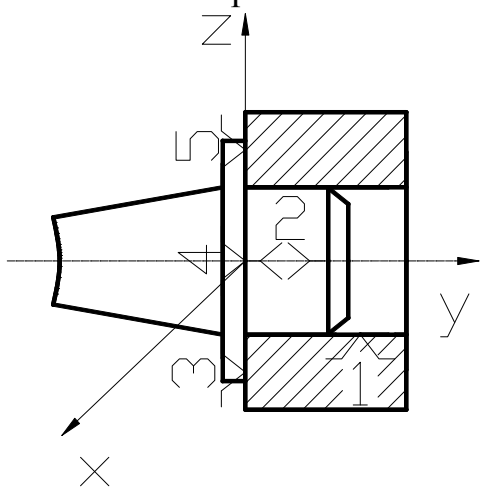


Рис.8.11. Базування по короткій внутрішній поверхні обертання (з зазором)

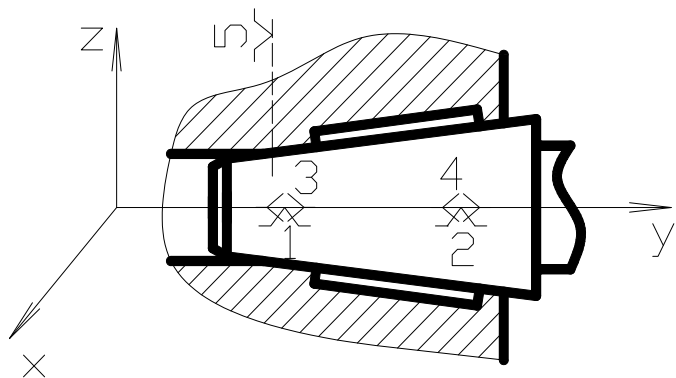


Рис.8.12. Базування по довгій конічній поверхні

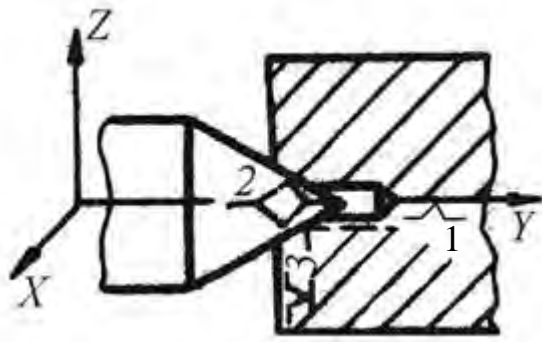


Рис.8.13 Базування по короткій конічній поверхні

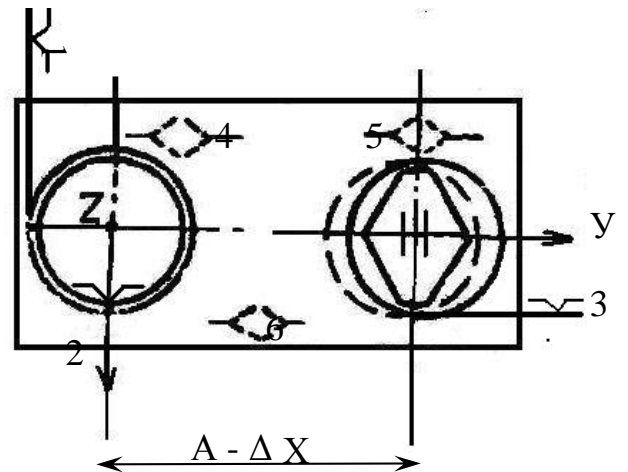


Рис.8.14 Базування по площині і двох точних отворах

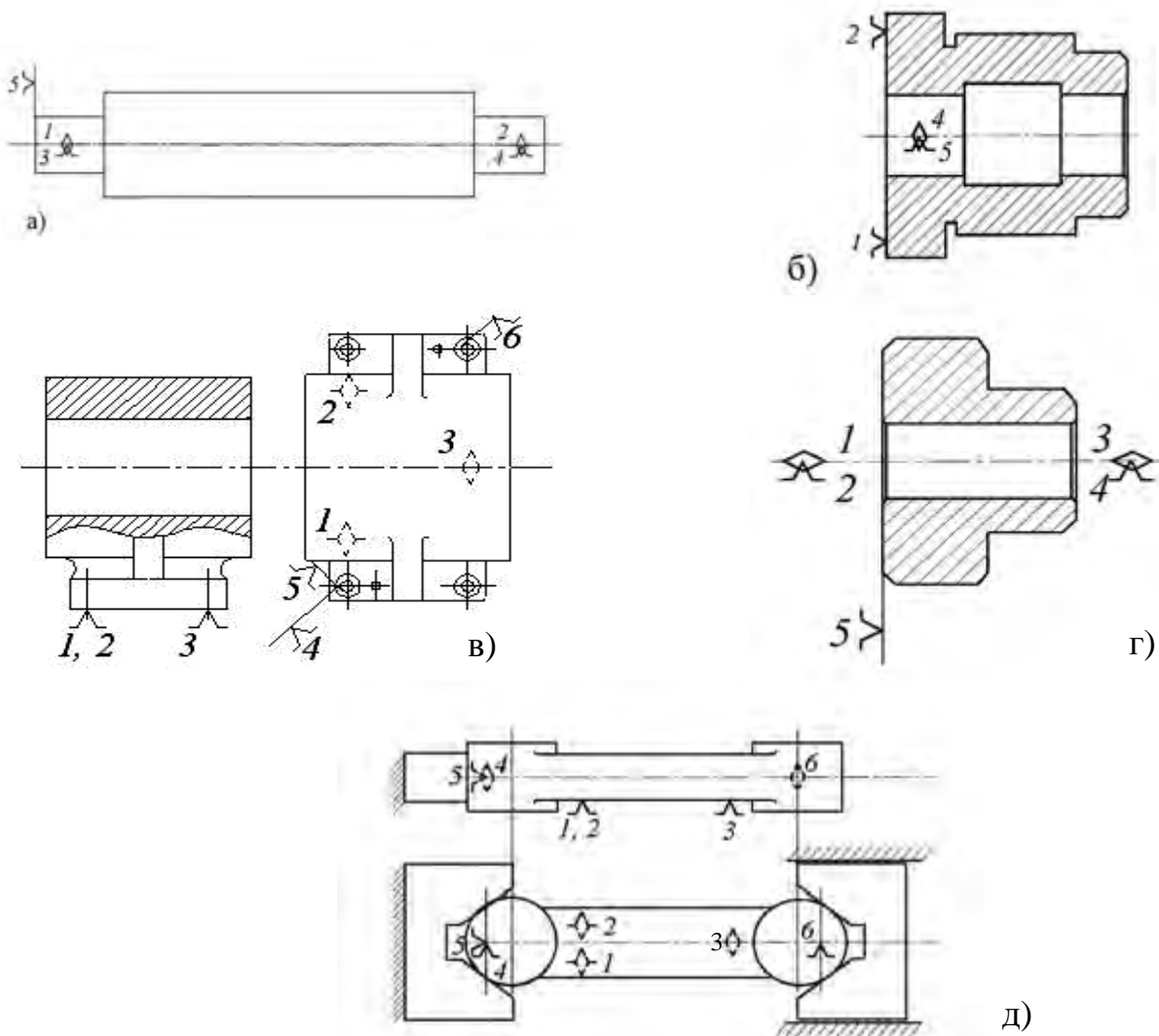


Рис.8.15 Приклади базування заготовок: а – вал (в центрах); б – порожнистий циліндр(по торцю і короткому пальцю без зазора); в – кронштейн (по площині і в двох точних отворах); г – зубчасте колесо (по торцю і довгому пальцю без зазора); д – важіль (по торцю і в двох призмах).



## ТЕМА 9. ТОЧНІСТЬ ОБРОБЛЕННЯ НА МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

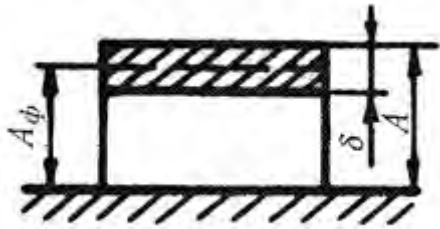


Рис.9.1. Розташування фактичного розміру  $A_\phi$  виробу відносно поля допуску

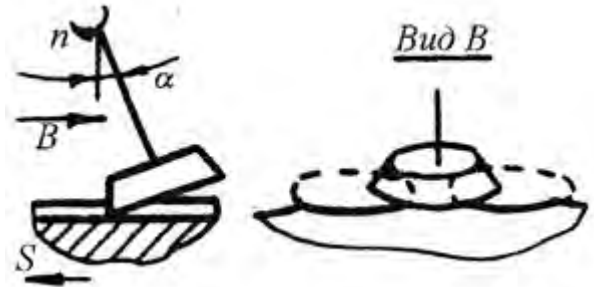


Рис.9.2. Утворення методичних похибок при нахилі осі шліфувального круга

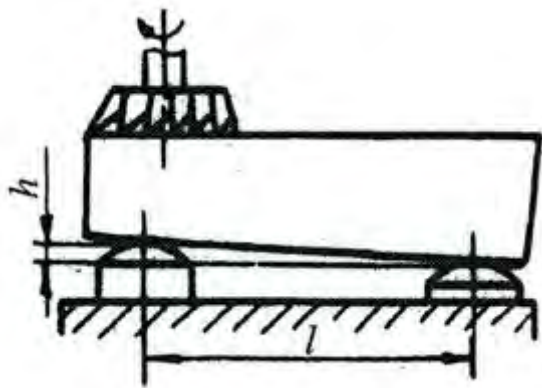


Рис.9.3. Утворення похибок при неточному пристрої

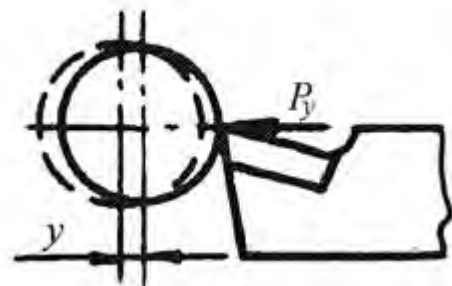


Рис.9.4. Похибки, що виникають внаслідок пружної деформації ТОС

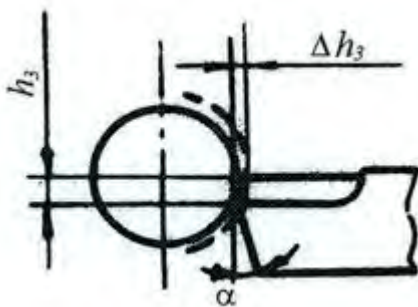


Рис.9.5. Похибки діаметра при точінні, що викликані зносом інструменту

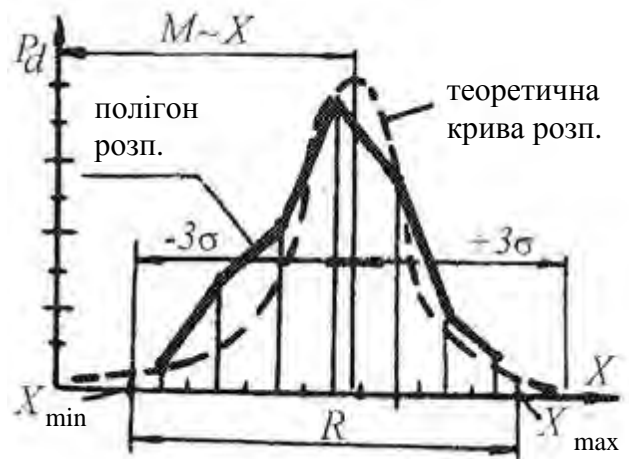


Рис.9.6. Полігон і теоретична крива розподілу розмірів деталей

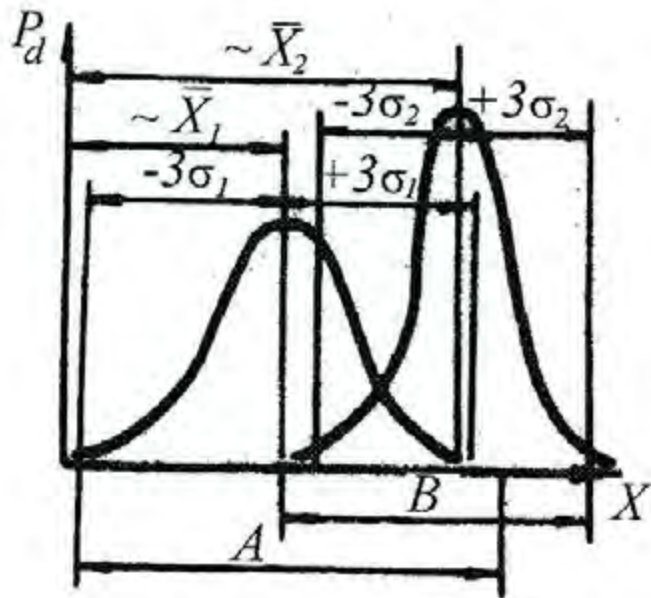


Рис.9.7. Криві розподілу розмірів поверхонь для двох різних способів оброблення

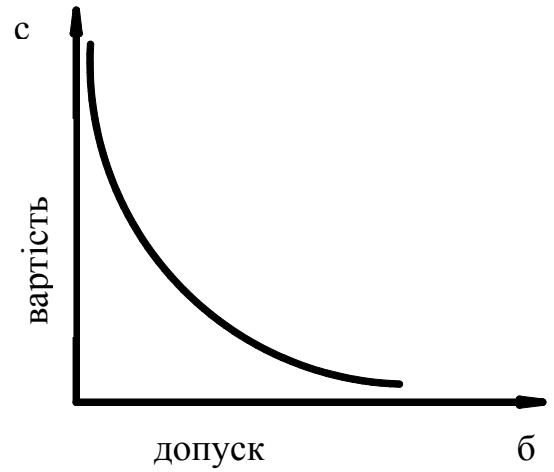


Рис.9.8 Крива залежності вартості від точності оброблення

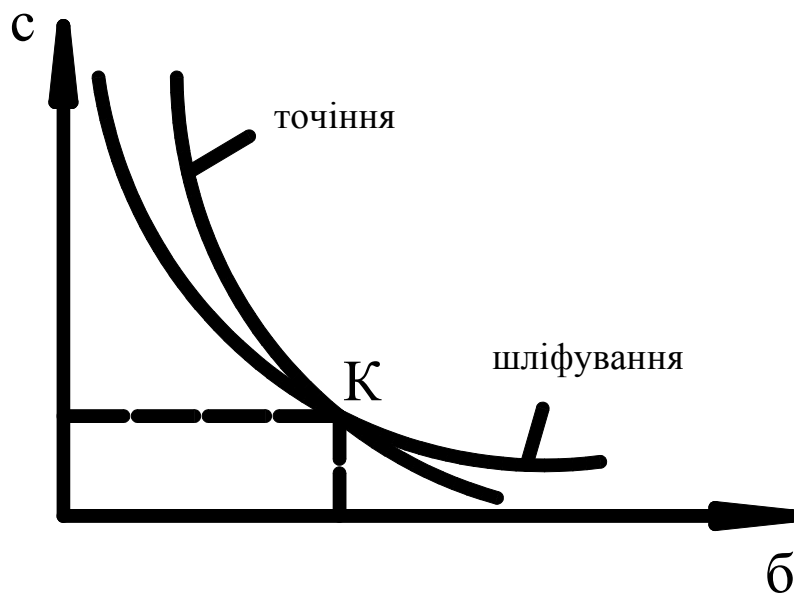


Рис.9.9 Залежність вартості від точності оброблення при точінні і шліфуванні

## ОБРОБЛЕННЯ НА МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

### ТЕМА 10. КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

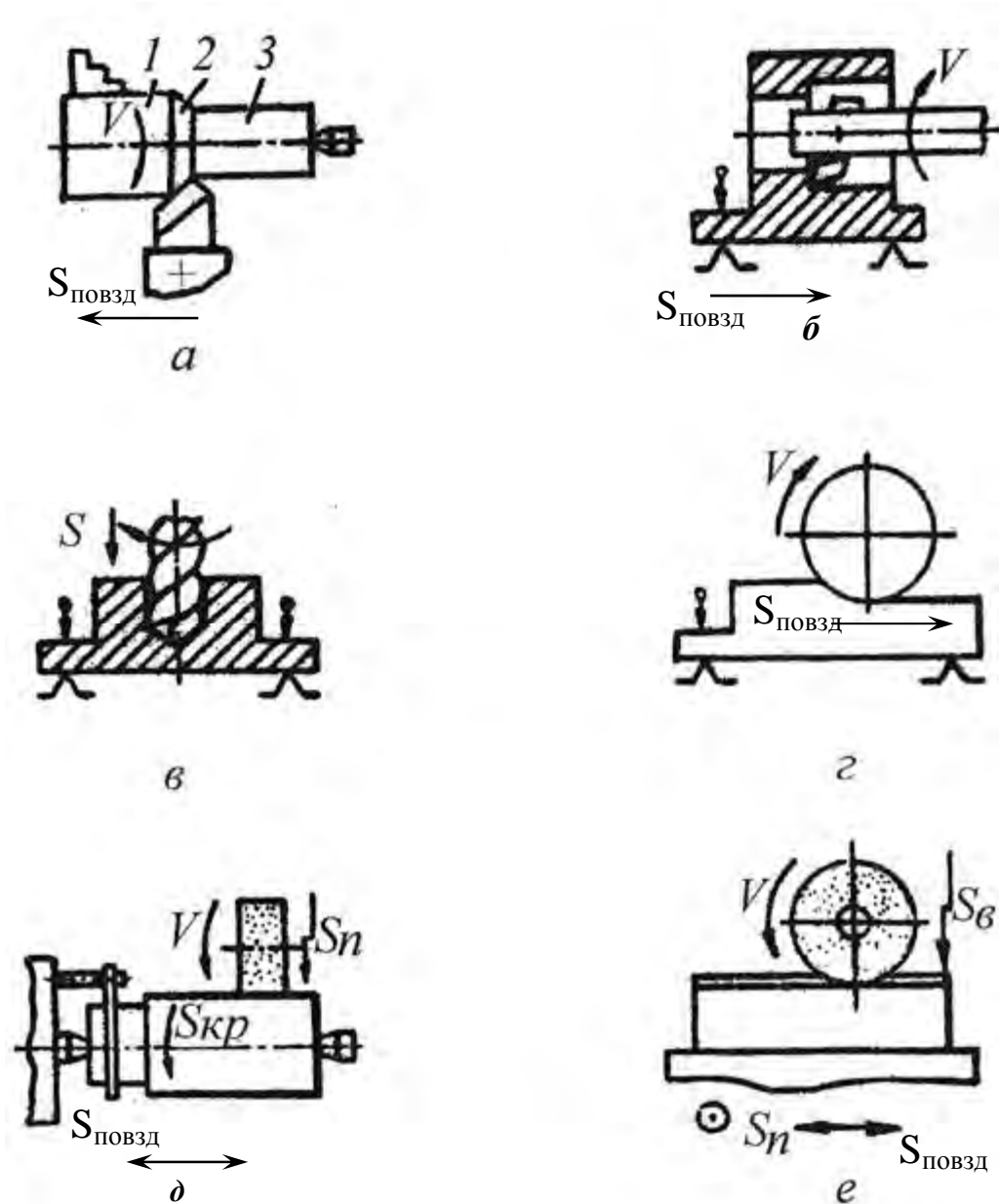


Рис.10.1 Схеми оброблення:  
а – точінням;  
б – розточуванням;  
у – свердлінням;  
г – фрезеруванням;  
д – шліфуванням на круглошліфувальних верстатах;  
е – шліфуванням на плоскошліфувальних.

Верстати	Група	Типи								
		1	2		3	4	5	6	7	8
Токарні	1	Автомати і напівавтомати		Револьверні	Свердлильно-відрізні	Карусельні	Токарні і лобові	Багато-різцеві	Спеціалізовані	Різні токарні
		одношпиндельні	багатошпиндельні							
Свердлильні і розточувальні	2	Вертикально-свердлильні		Напівавтомати		Координатно-розточувальні	Розточувальні	Алмазні розточувальні	Горизонтально-свердлильні	Різні свердлильні
		одношпиндельні	багатошпиндельні							
Шлифувальні, доводочні	3	Кругло-шлифувальні		Облітно-шлифувальні	Спеціалізовані шлифувальні	-	Заточувальні	Плоско-шлифувальні	Пригитаральні і полірувальні	Різні верстати, які працюють абразивом
Комбіновані	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Зубо- і різьбобороблювальні	5	Зубо-стругальні для циліндричних коліс		Зубофрезерні		Для оброблення горців зубців коліс	Різьбозубофрезерні	Зубооздобилювальні	Зубо- і різьбобороблювальні	Різні зубо- і різьбобороблювальні
		для конічних коліс	Для циліндричних коліс і шлішових валів							
Фрезерні	6	Вертикально-фрезерні консольні		Фрезерні безперервної дії		Копіювальні і гравірувальні	Повздовжані	Широкоуніверсальні	Горизонтальні консольні	Різні фрезерні
		з одним стояком	Повздовжні з двома стояками	Поперечно-стругальні	Довбальні	Протяжні горизонтальні	Протяжні верти-кальні			
Стругальні, добальні і протяжні	7	Відрізні, що працюють токарним абразивним диском, різцем, кругом		Правильно-відрізні		Для випробування інструментів	Дискові пили	Ножікові	-	Різні стругальні
Різні	9	Муфто- і трубообробні		Правильно-і безцентрово-облірні		-	Длильні машини	Балансувальні	-	-

Табл. 10.1. Класифікація металорізальних верстатів

# ТЕМА 11. ОБРОБЛЕННЯ НА ВЕРСТАТАХ ТОКАРНОЇ ГРУПИ

## 11.1. Оброблення на токарно-гвинторізних верстатах

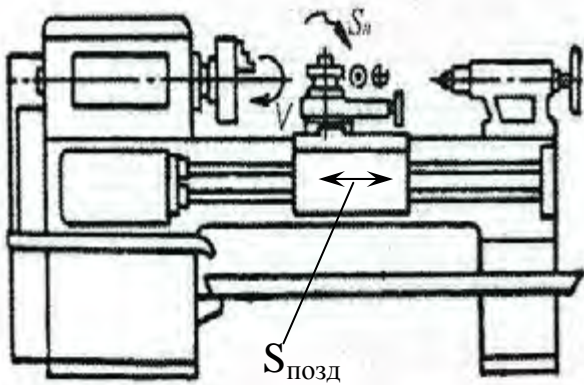


Рис.11.1 Загальний вид токарно-гвинторізного верстату

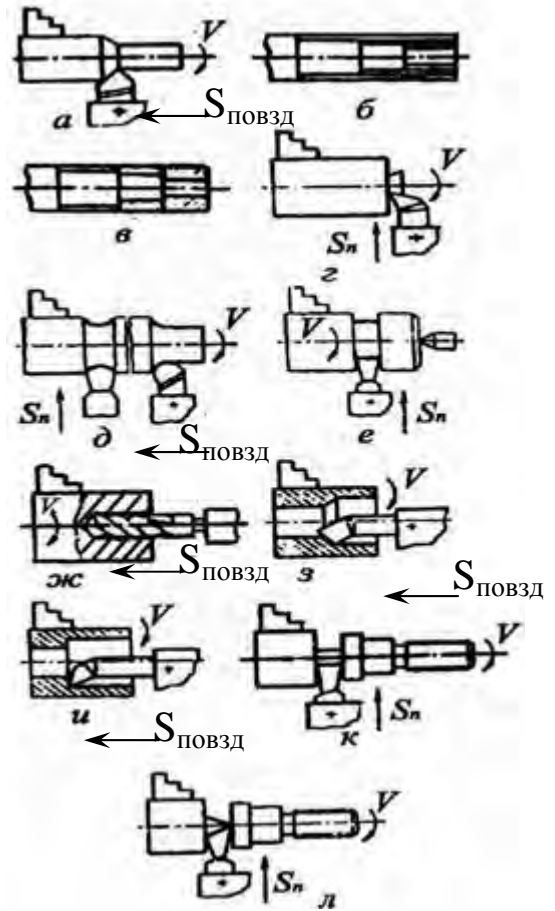


Рис.11.2 Схеми оброблення заготовок на токарно-гвинторізних верстатах

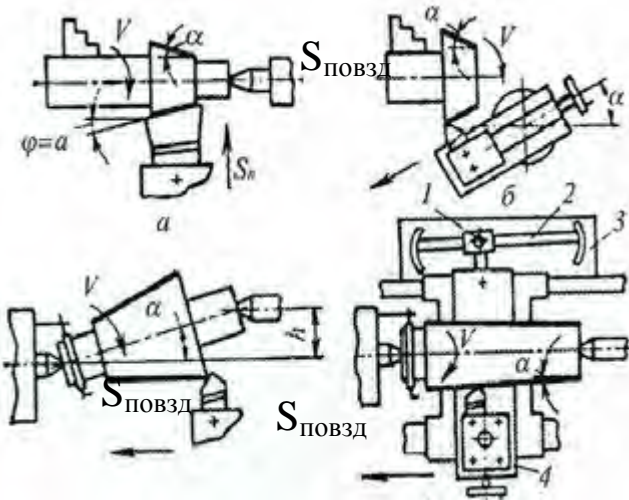


Рис.11.3 Схеми обточування зовнішніх конічних поверхонь на токарно-гвинторізних верстатах

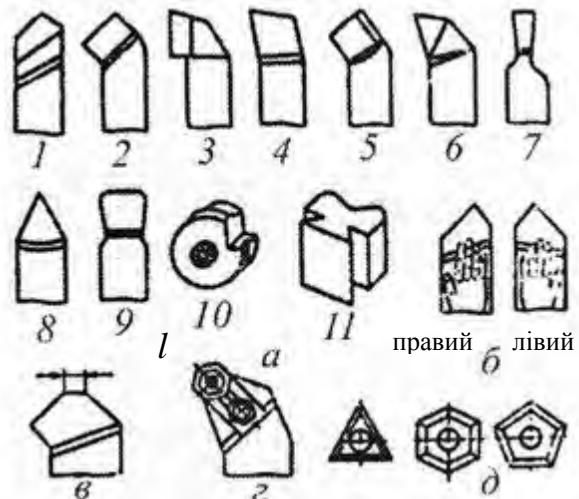


Рис.11.4 Токарні різці

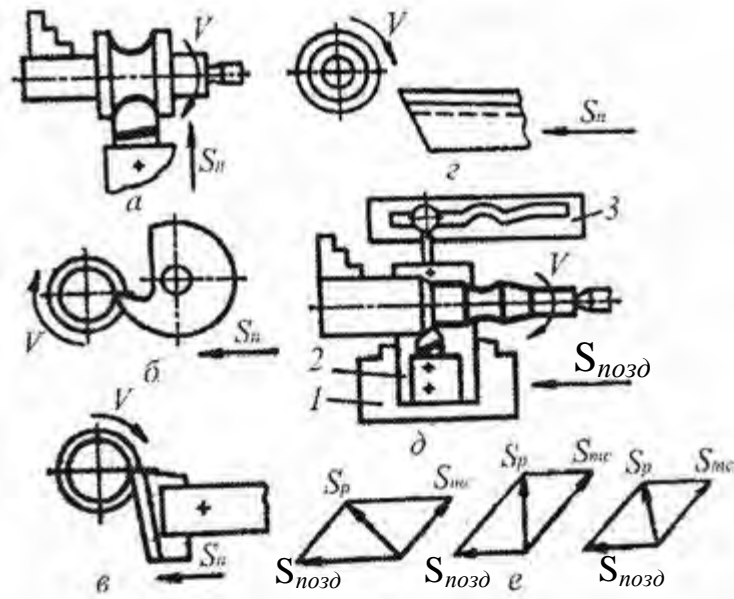


Рис.11.5 Схеми оброблення фасонних поверхонь на токарно-гвинторізних верстатах

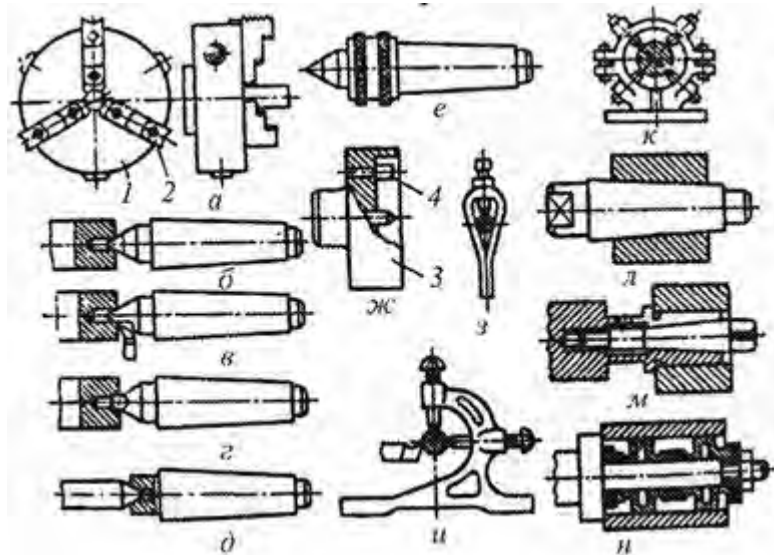


Рис.11.6 Пристрої для закріплення заготовок на токарних верстатах

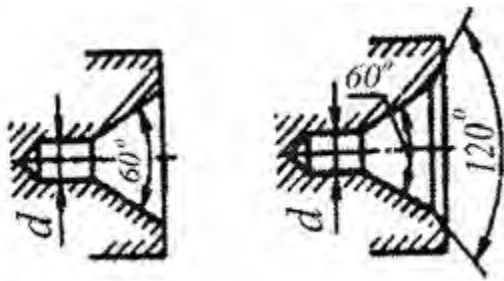


Рис.11.7 Центрові отвори

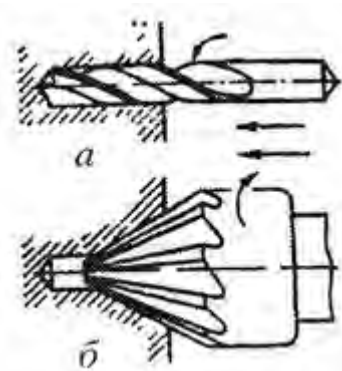


Рис.11.8 Схема оброблення центрального отвору за два переходи

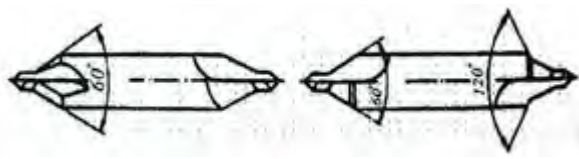


Рис.11.9 Комбіновані центральні свердла

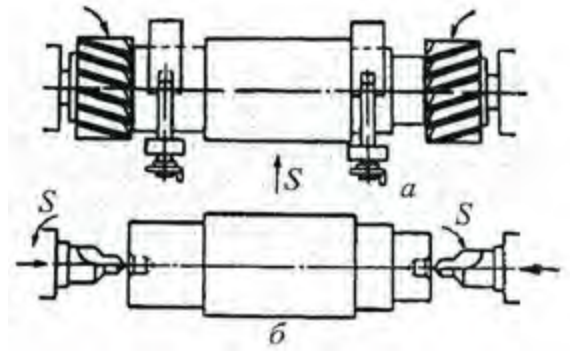


Рис.11.10 Схеми оброблення торців валів на фрезерно-центральних верстатах

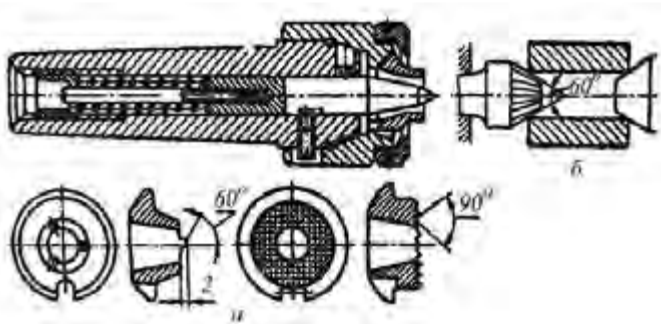


Рис.11.11 Центри, що обертають оброблювану заготовку

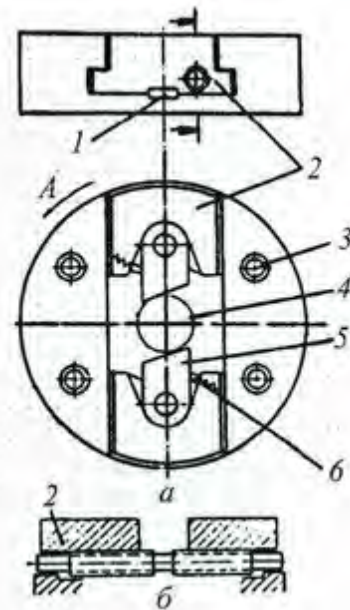


Рис.11.12 Самозатискний повідковий патрон

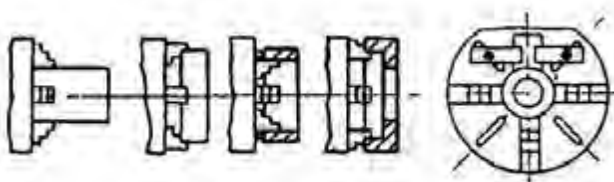


Рис.11.13 Способи закріплення заготовок у патроні і на планшайбі

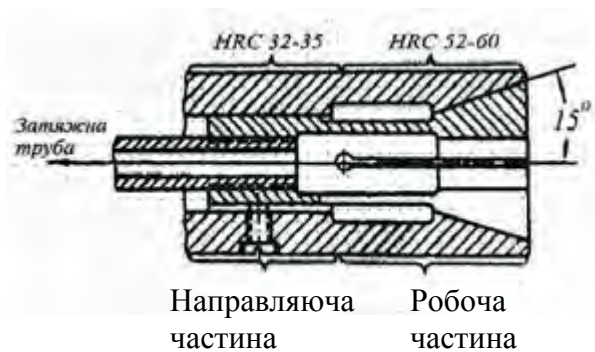


Рис.11.14. Цанговий патрон

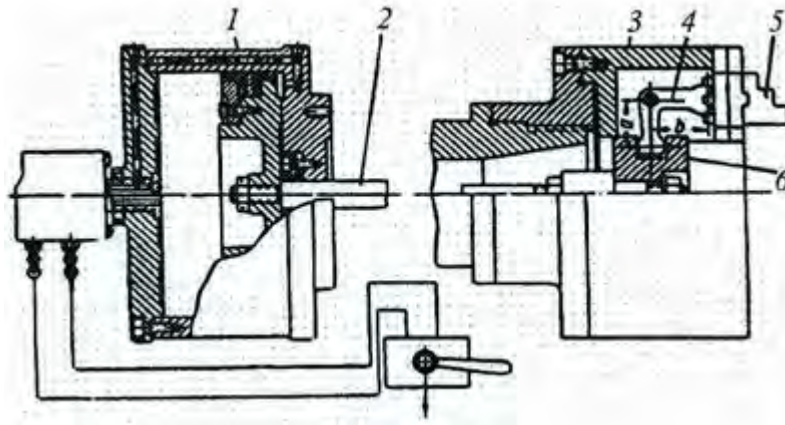


Рис.11.15 Патрон з пневматичним затисканням

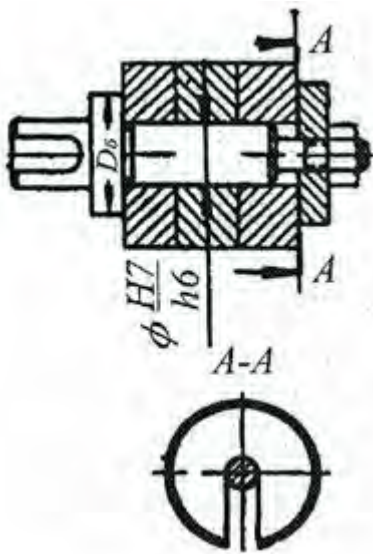


Рис.11.16 Установка заготовок на жорсткій оправці (посадка з зазором)

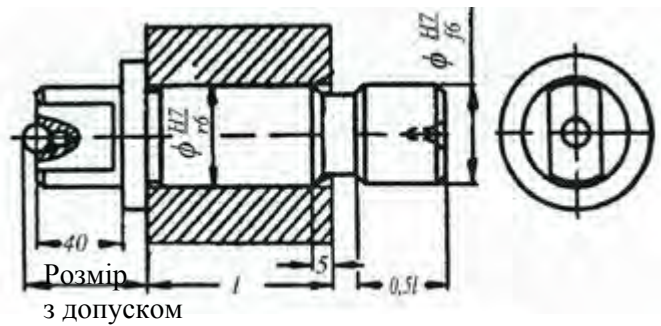


Рис.11.17 Установка заготовок на жорсткій оправці (посадка з натягом)

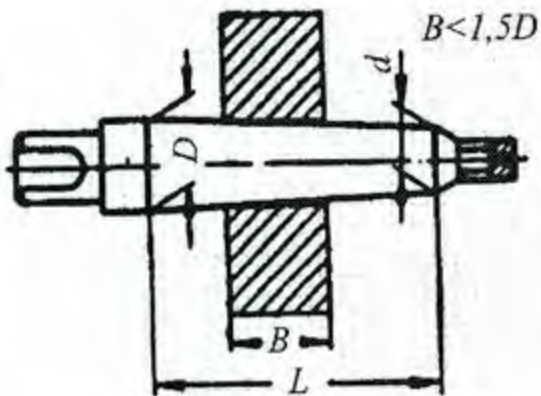


Рис.11.18 Установка заготовок на жорсткій конічній оправці

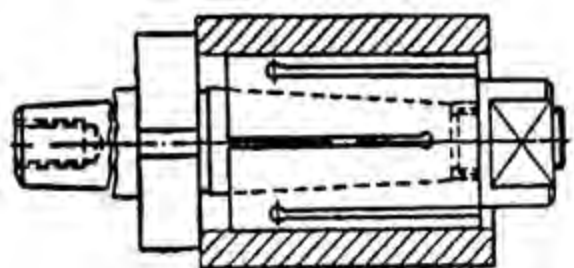


Рис.11.19 Установка заготовок на розтискній цанговій оправці



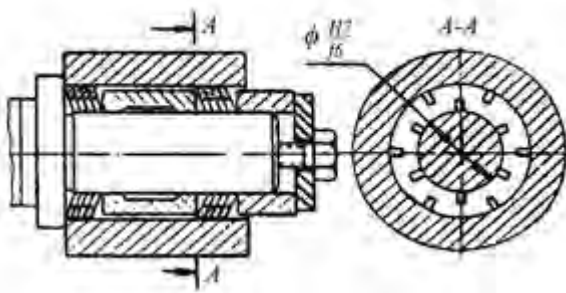


Рис.11.20 Установка заготовок на розтискній оправці з тарільчастими пружинами

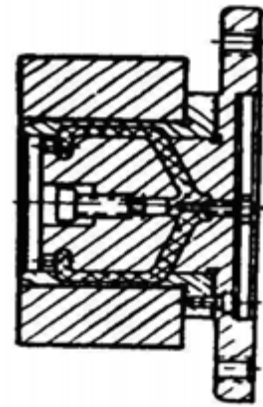


Рис.11.21 Установка заготовок на розтискній оправці з гідропластом

### 11.2. Оброблення на токарно-карусельних верстатах

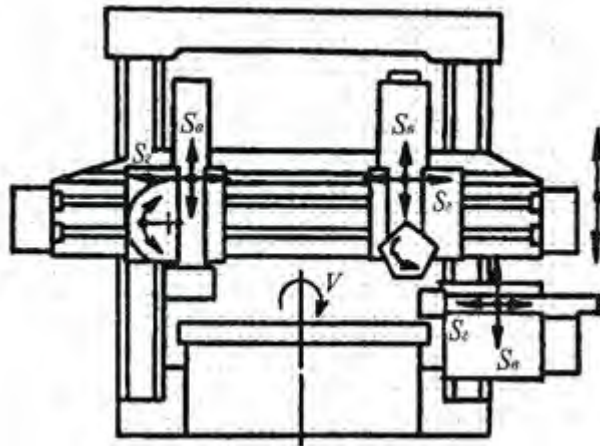


Рис.11.22 Загальний вид токарно-карусельного верстата

### 11.3. Оброблення на токарно-револьверних верстатах

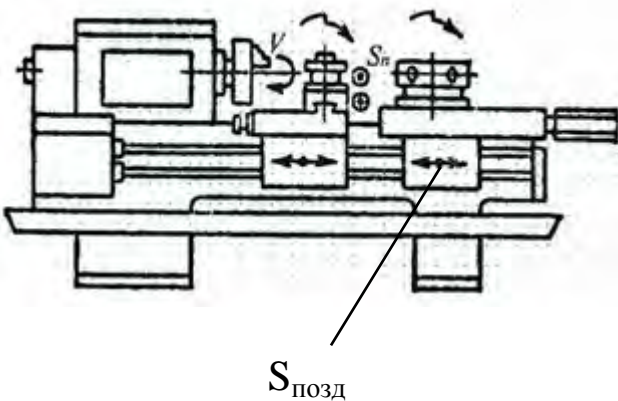


Рис.11.23 Загальний вид токарно-револьверного верстата

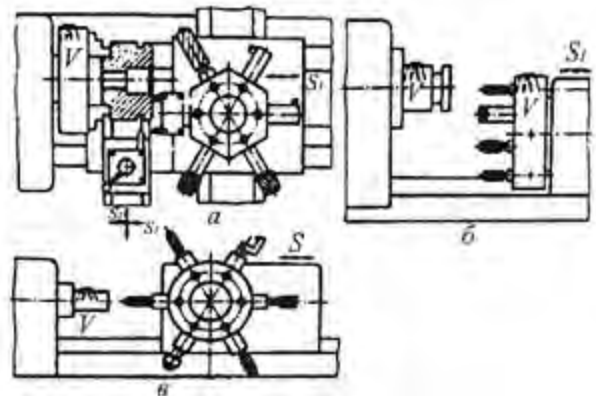


Рис.11.24 Типи револьверних головок

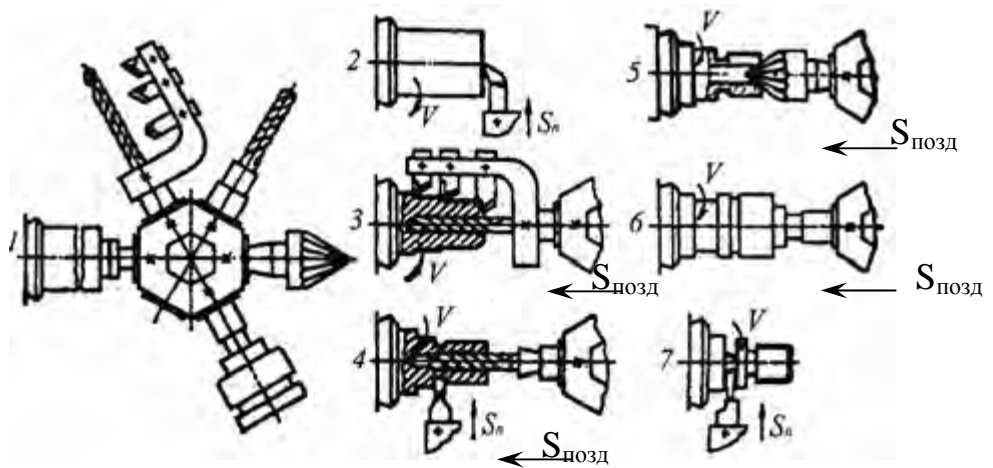


Рис.11.25. Схеми оброблення поверхонь заготовок на токарно-револьверних верстатах

#### 11.4. Оброблення на токарних одношпindelних багаторізцевих напівавтоматах

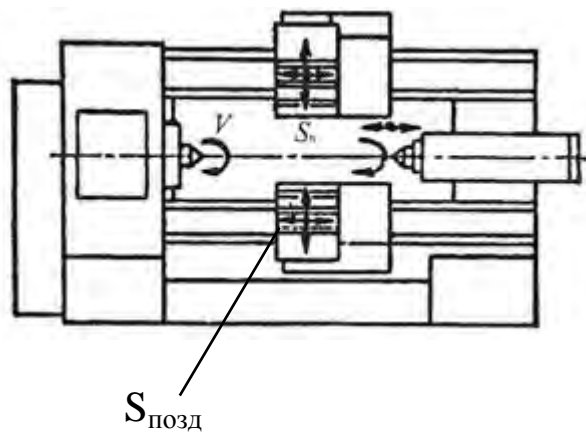


Рис.11.26. Загальний вид токарного багаторізцевого напівавтомата

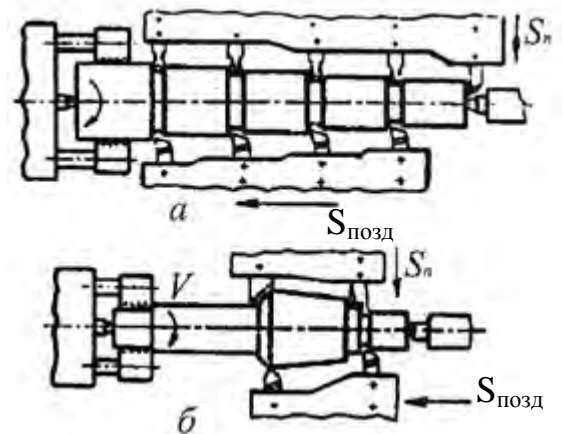


Рис.11.27. Схеми оброблення заготовок на токарному багаторізцевому напівавтоматі

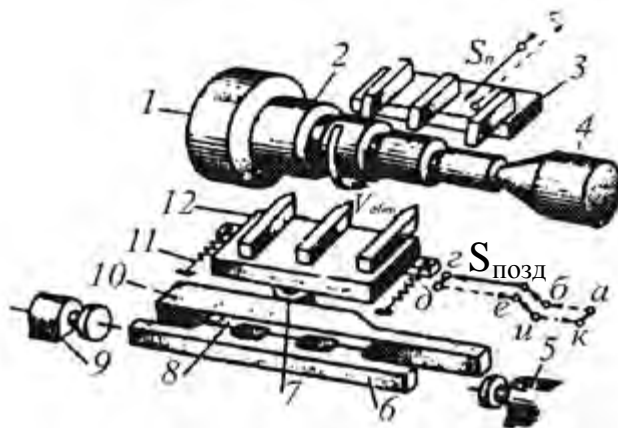


Рис.11.28. Схема роботи багаторізцевого напівавтомата

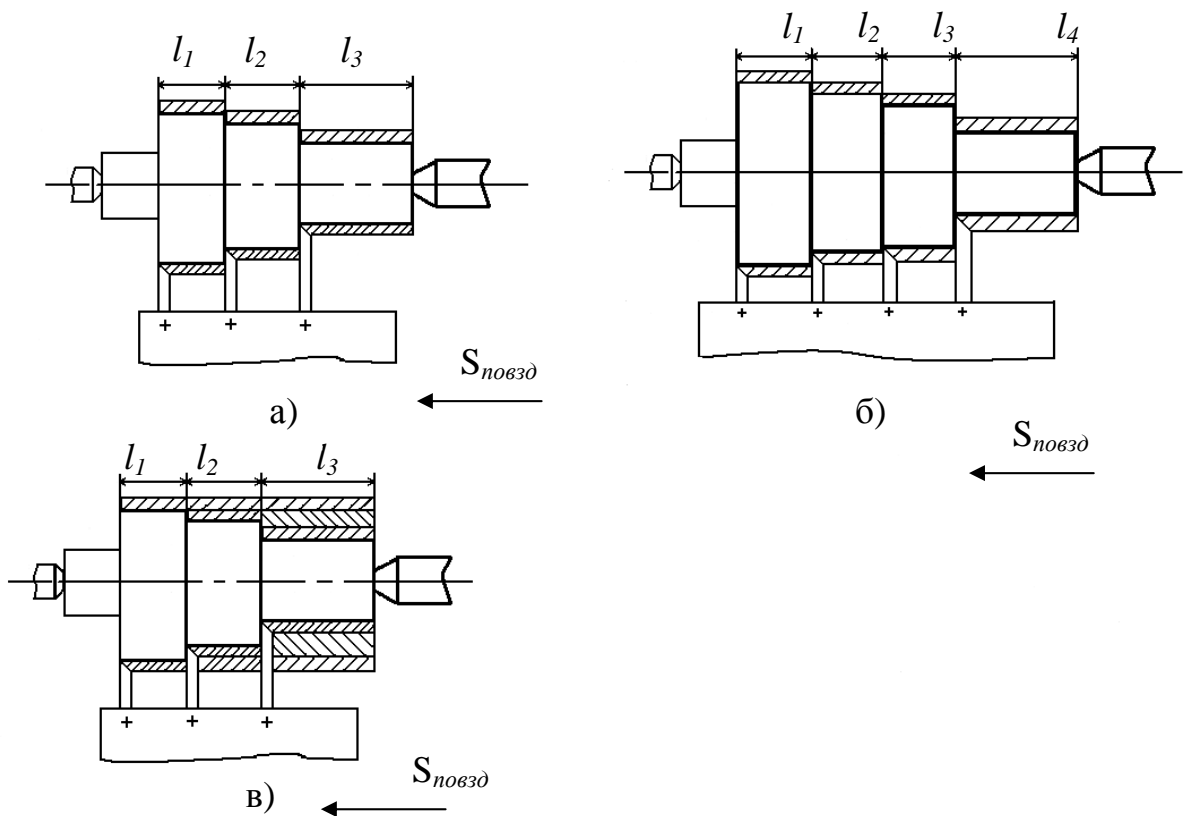


Рис.11.29 Три схеми обточування поверхонь валів на багаторізцевих верстатах

### 11.5. Оброблення на багаторізцевих токарних гідрокопіювальних напівавтоматах

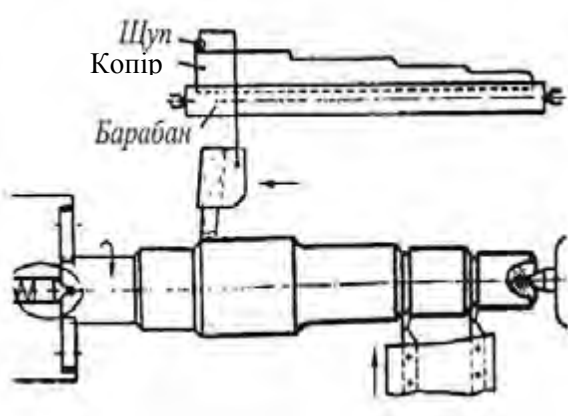


Рис.11.30 Схема оброблення заготовки на токарному гідрокопіювальному напівавтоматі

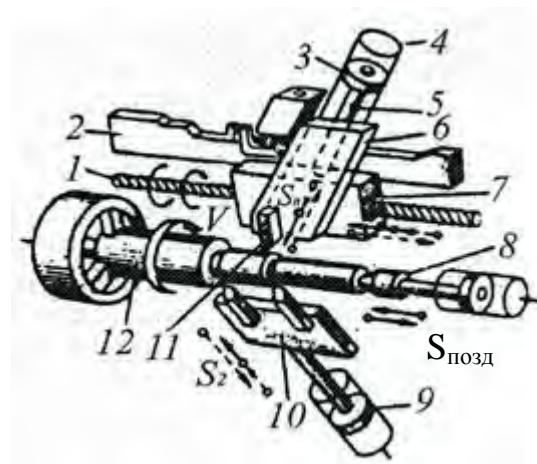


Рис.11.31. Схема роботи гідрокопіювального напівавтомата

## 11.6. Оброблення на одношпindelних токарних автоматах

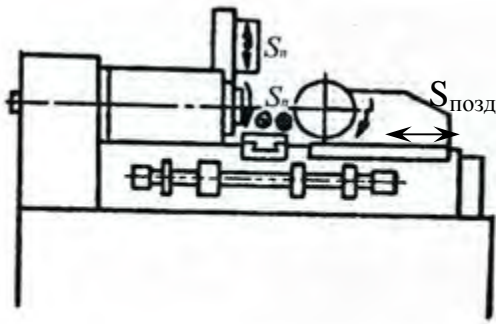


Рис.11.32. Загальний вид одношпindelного токарно-револьверного автомата

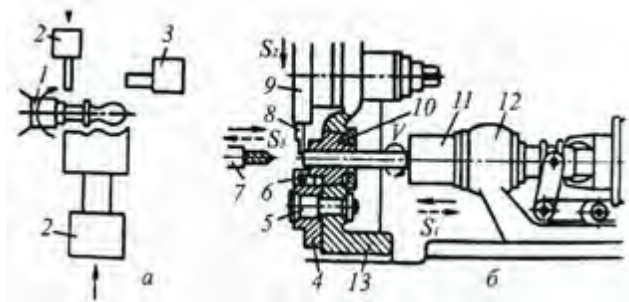


Рис.11.33. Схема роботи фасонно-відрізного (а) і повздовжньо-фасонного (б) автоматів

## 11.7. Оброблення на багатшпindelних токарних автоматах і напівавтоматах

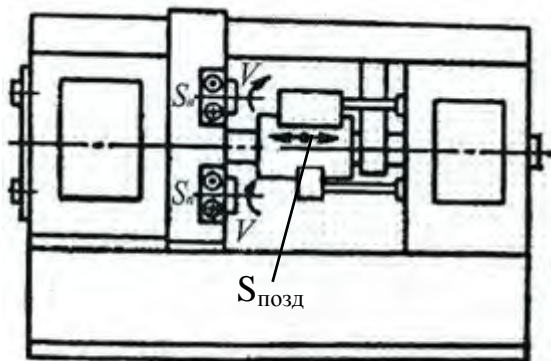


Рис.11.34. Загальний вид багатшпindelного горизонтального автомата послідовної дії

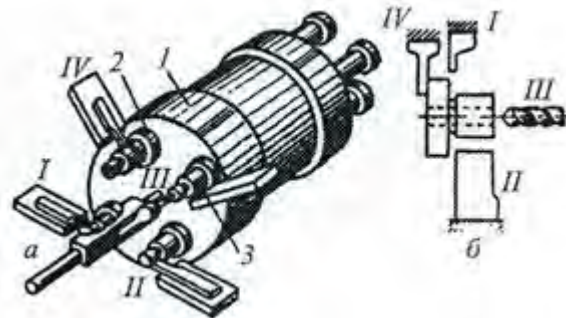


Рис.11.35. Схема оброблення заготовок на багатшпindelному автоматі

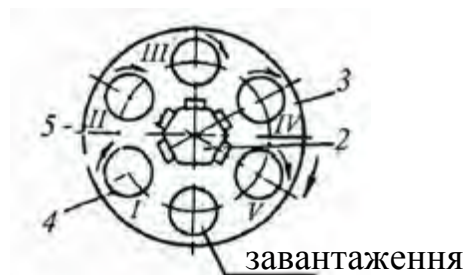
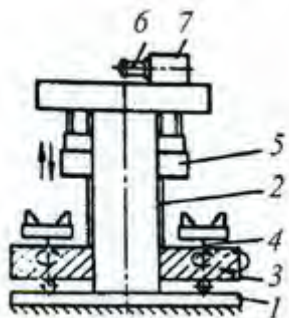


Рис.11.36.Схема вертикального багатшпindelного напівавтомата

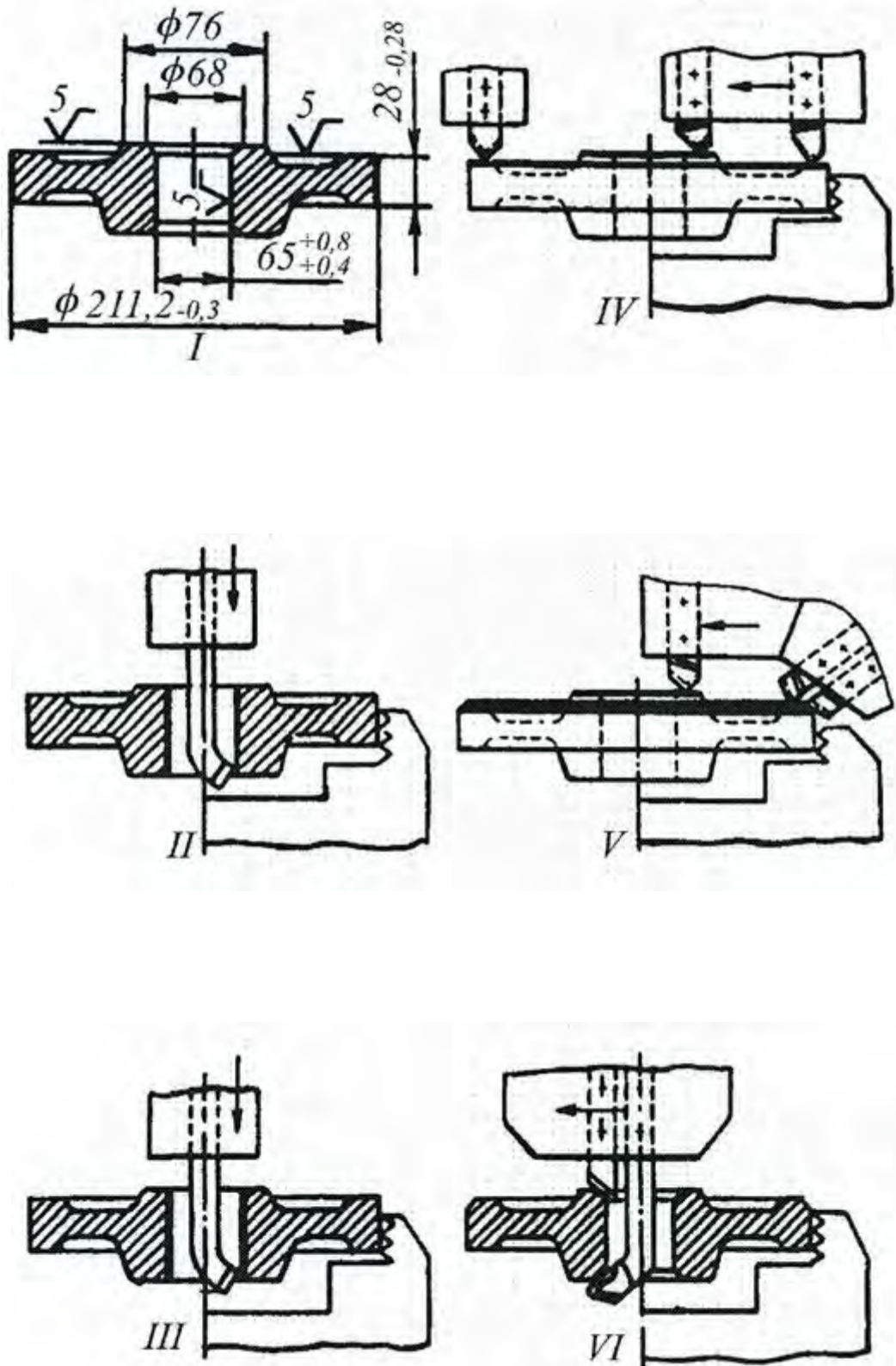


Рис.11.37. Налаштування вертикального шестишпindelного напівавтомата для виготовлення шестерні

## ТЕМА 12. ОБРОБЛЕННЯ НА СВЕРДЛИЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

### 12.1. Оброблення на вертикально- і радіально-свердильних верстатах

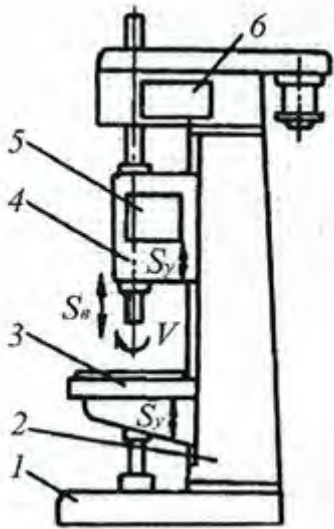


Рис.12.1. Загальний вид вертикально-свердильного верстату

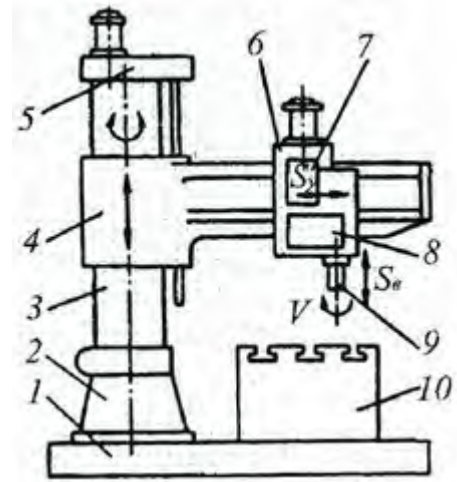


Рис.12.2. Загальний вид радіально-свердильного верстату

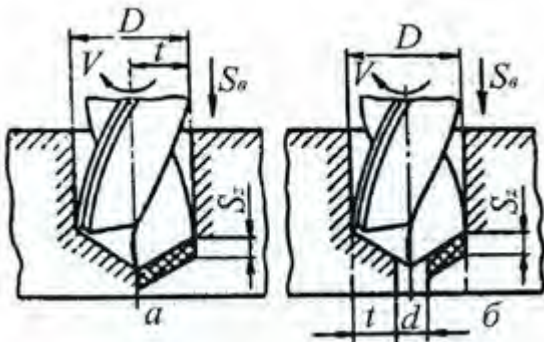


Рис.12.3. Схеми свердління (а) і розсвердлювання (б)

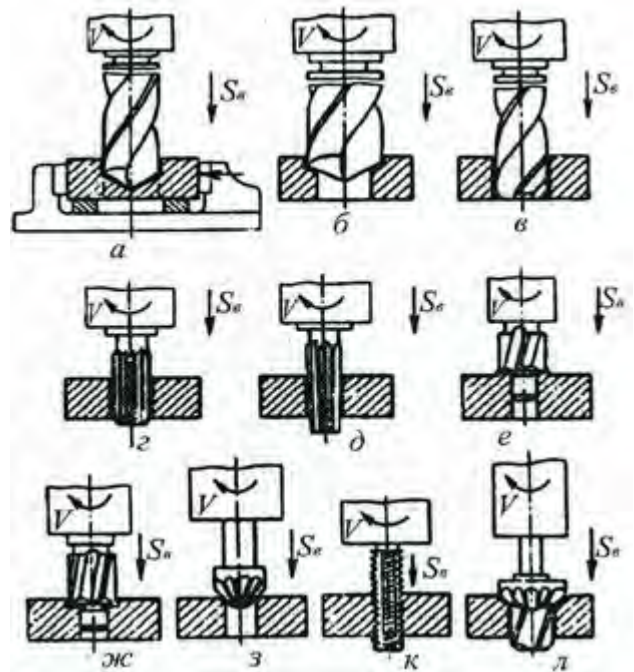


Рис.12.4. Схеми оброблення заготовок на свердильних верстатах

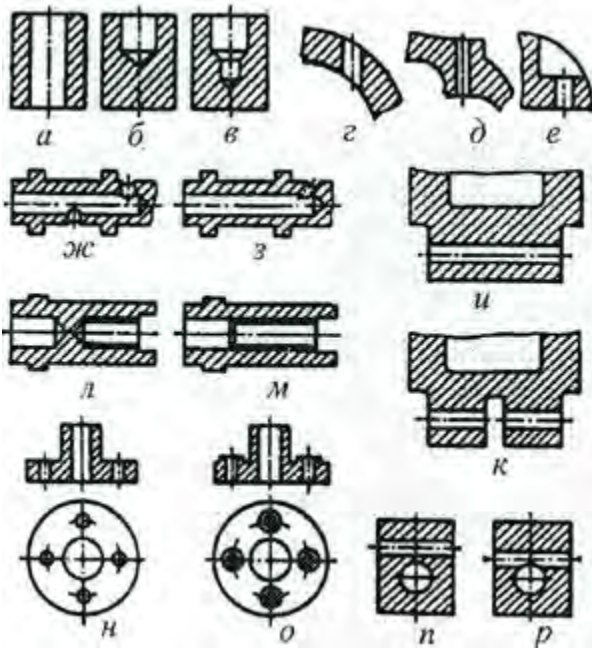


Рис.12.5 Приклади конструкцій деталей машин, оброблених на свердильних верстатах

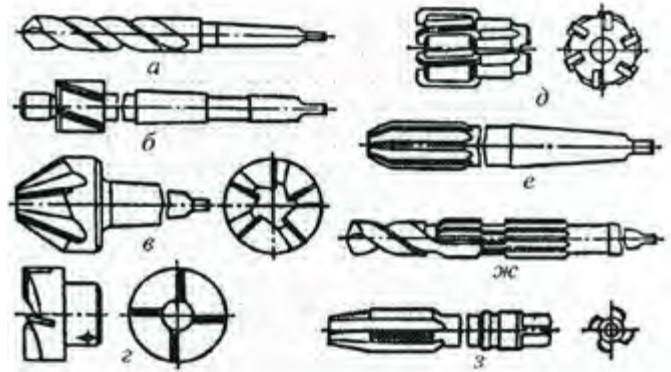


Рис.12.6 Інструменти для оброблення отворів на свердильних верстатах

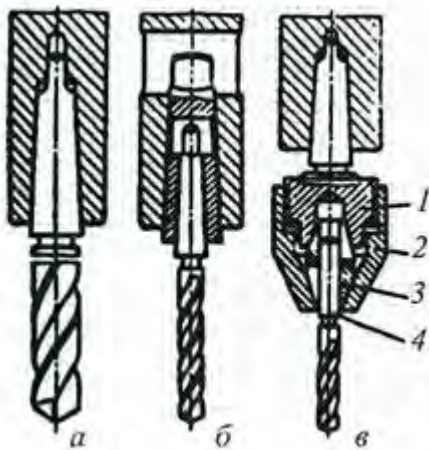


Рис.12.7. Схеми закріплення інструментів у шпинделі свердильного верстату

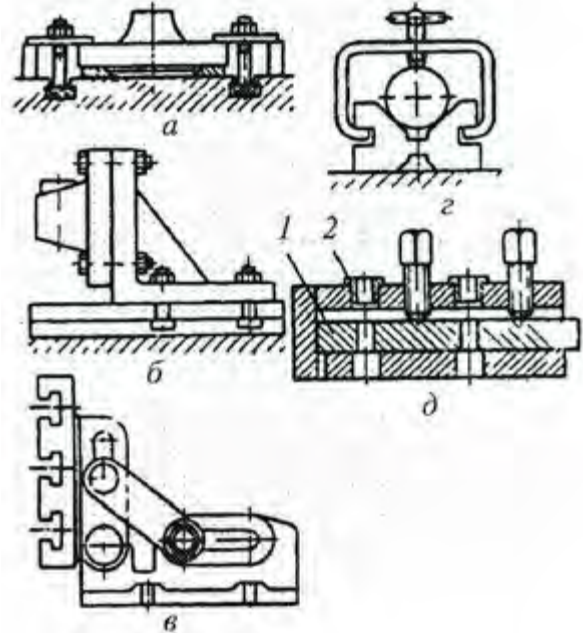


Рис.12.8. Пристрої для закріплення заготовок на свердильних верстатах

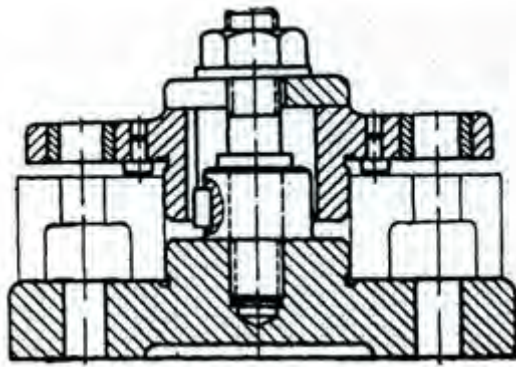


Рис.12.9. Накладний кондуктор з підставкою

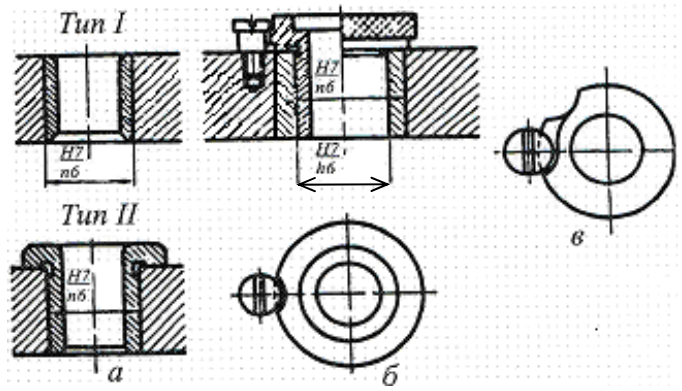


Рис.12.10 Типи кондукторних втулок

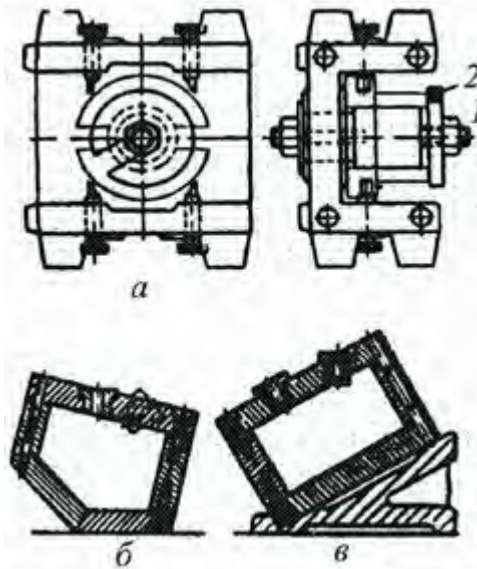


Рис.12.11. Пересувні кондуктори

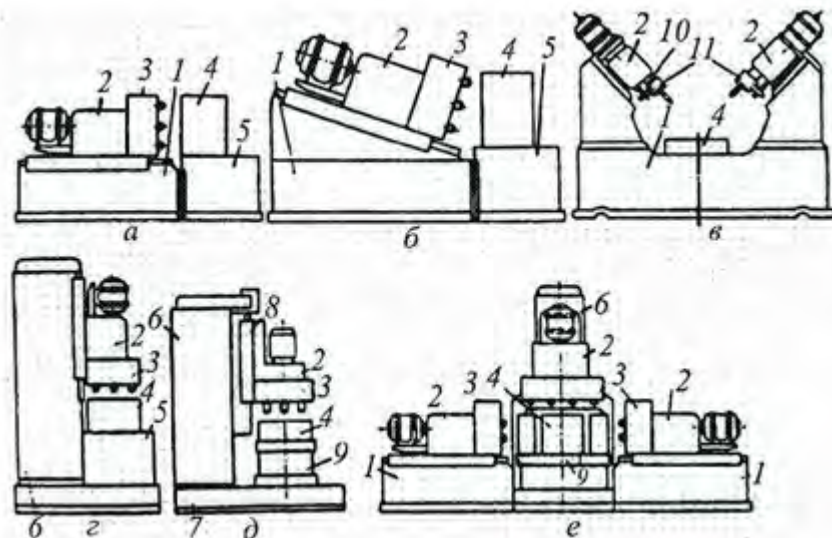


Рис.12.12. Схеми компоновок агрегатних свердлильних верстатів



## 12.2. Свердління і розточування глибоких отворів



Рис.12.13. Свердло з внутрішнім підведенням МОР

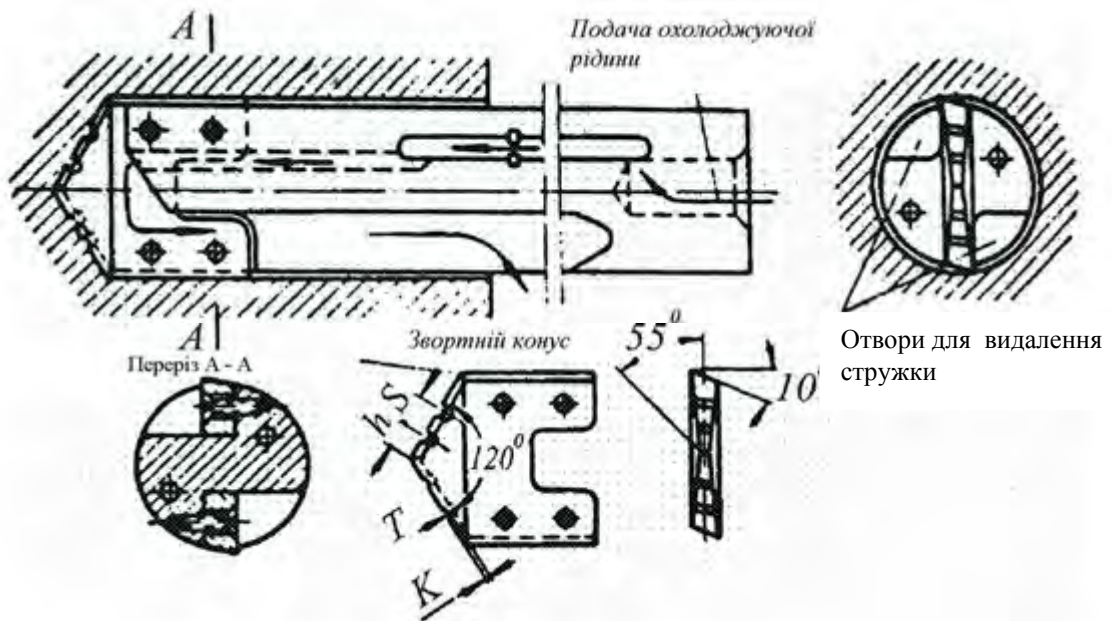


Рис.12.14. Свердло з двома кромками для глибокого свердління з полішеними умовами центрування

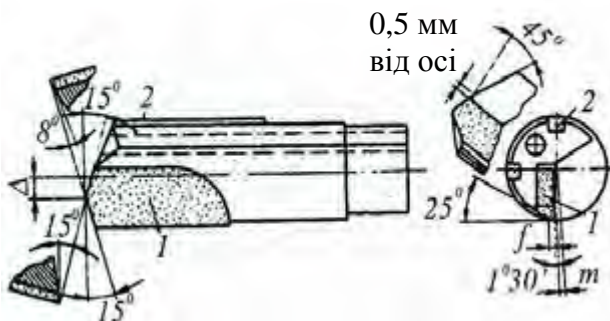


Рис.12.15. Свердло рушничне з припаяною пластинкою з твердого сплаву

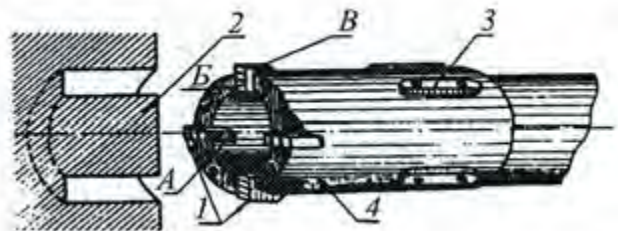


Рис.12.16. Свердло кільцеве

## ТЕМА 13. ОБРОБЛЕННЯ НА РОЗТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

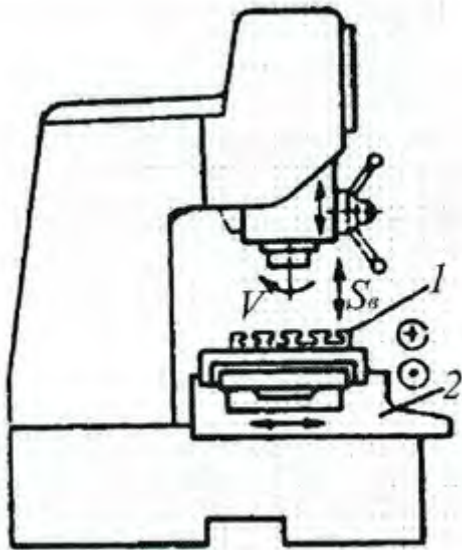


Рис.13.1. Загальний вид координатно-розточувального верстату з одним стояком

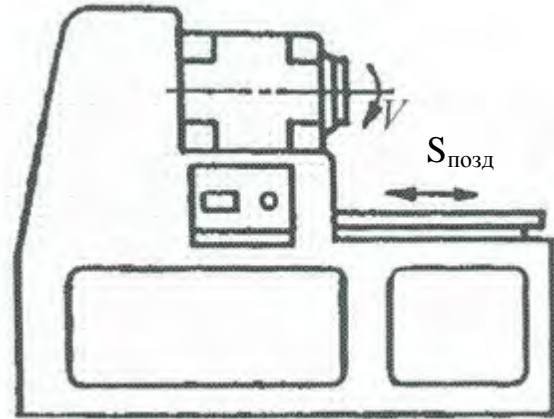


Рис.13.2. Загальний вид алмазно-розточувального верстату

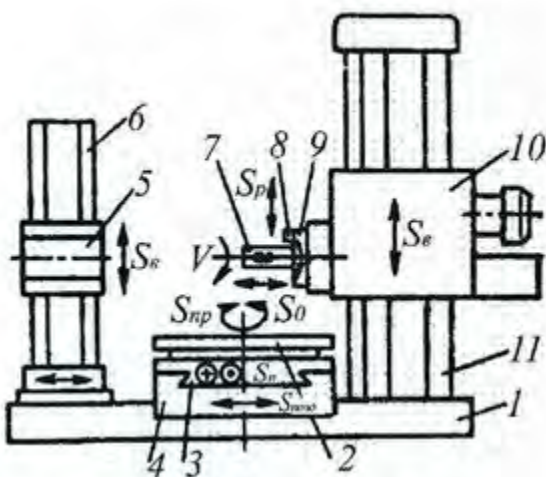


Рис.13.3. Загальний вид горизонтально-розточувального верстату

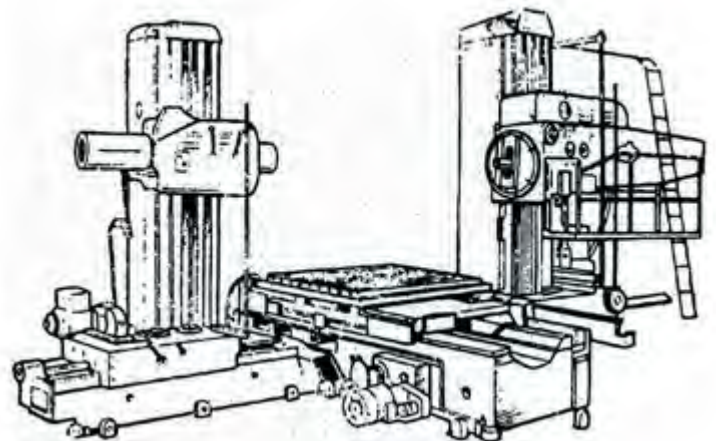


Рис.13.4. Горизонтально-розточувальний верстат (мод. 2654)

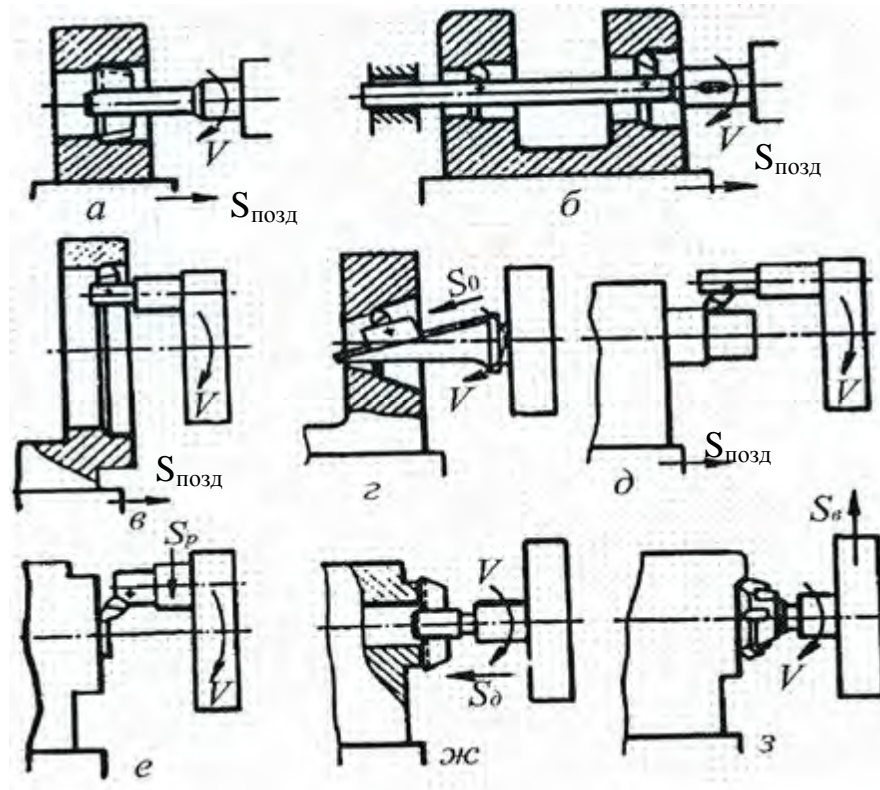


Рис.13.5. Схеми оброблення поверхонь заготовок на горизонтально-розточувальних верстатах

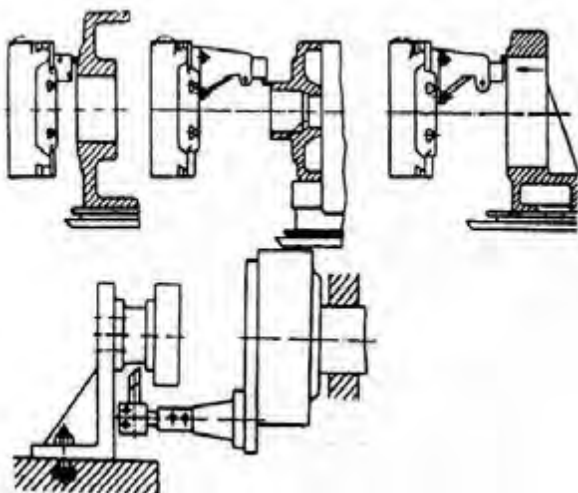


Рис.13.6. Схеми оброблення різцями на розточувальних верстатах

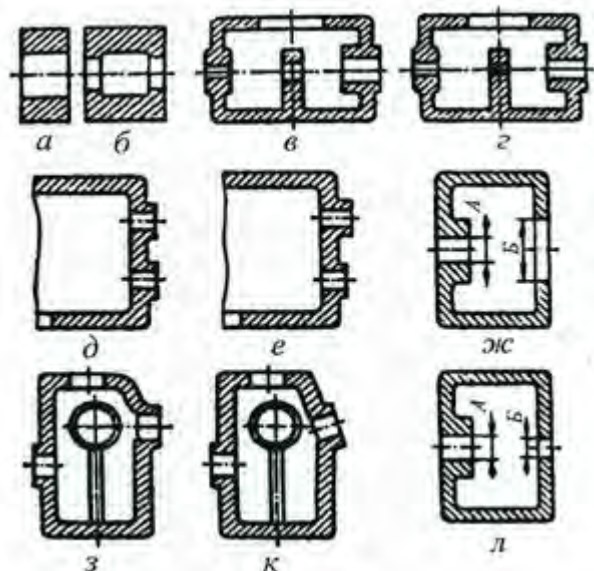


Рис.13.7. Приклади конструкцій деталей машин, оброблених на розточувальних верстатах

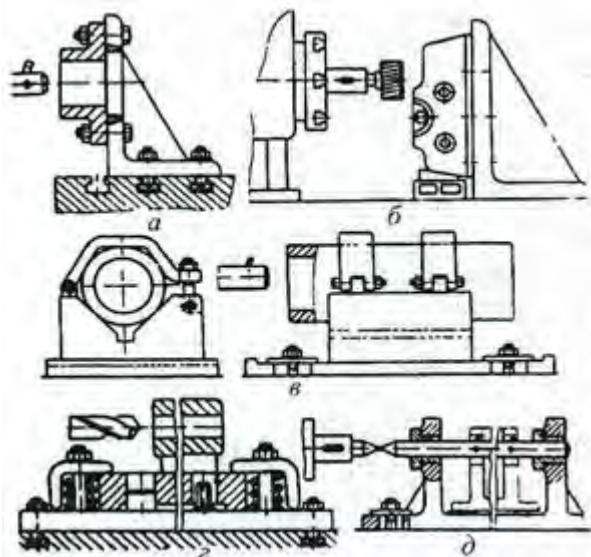


Рис.13.8. Установка і закріплення заготовок на розточувальних верстатах

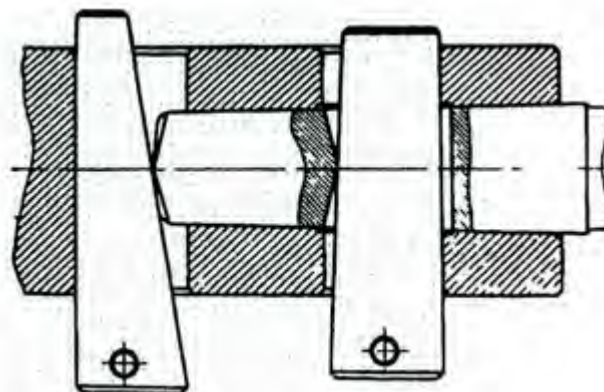


Рис.13.9. Закріплення інструмента в шпинделі розточувального верстата

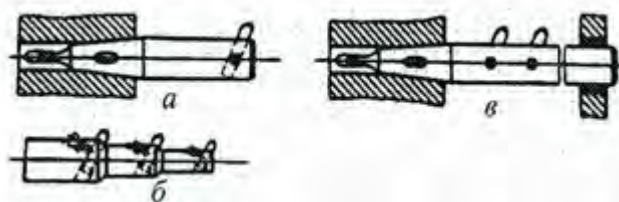


Рис.13.10. Види борштанг, застосовуваних у розточувальних верстатах

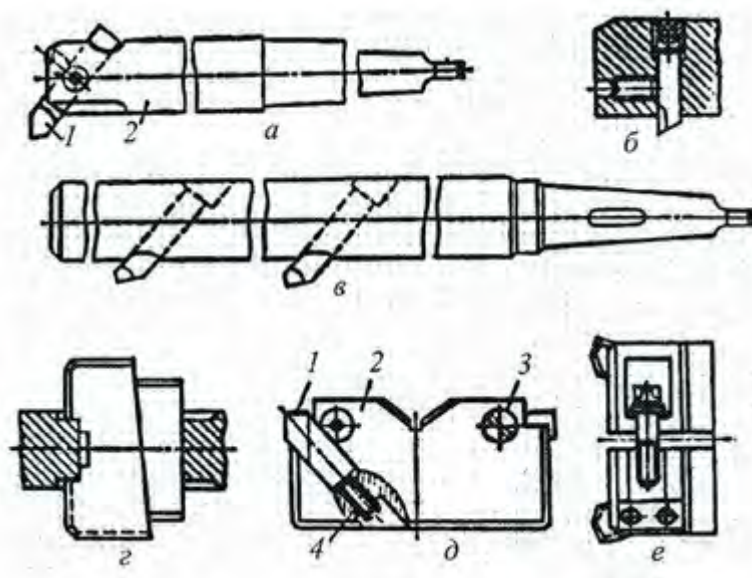


Рис.13.11. Інструмент, що застосовується для обробки отворів на розточувальних верстатах

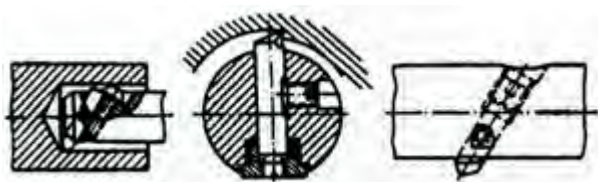


Рис.13.12. Способи закріплення різців у борштангах

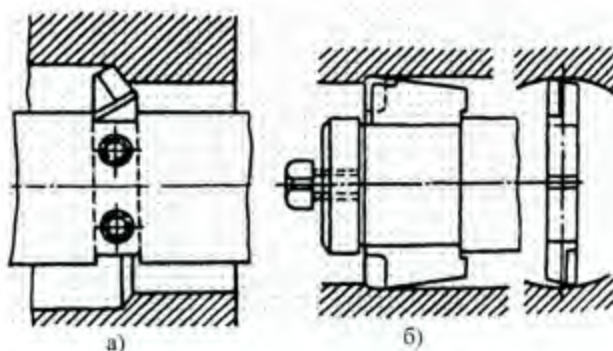


Рис.13.13. Схема закріплення різця (а) і розточувальної пластини (б) у борштанзі

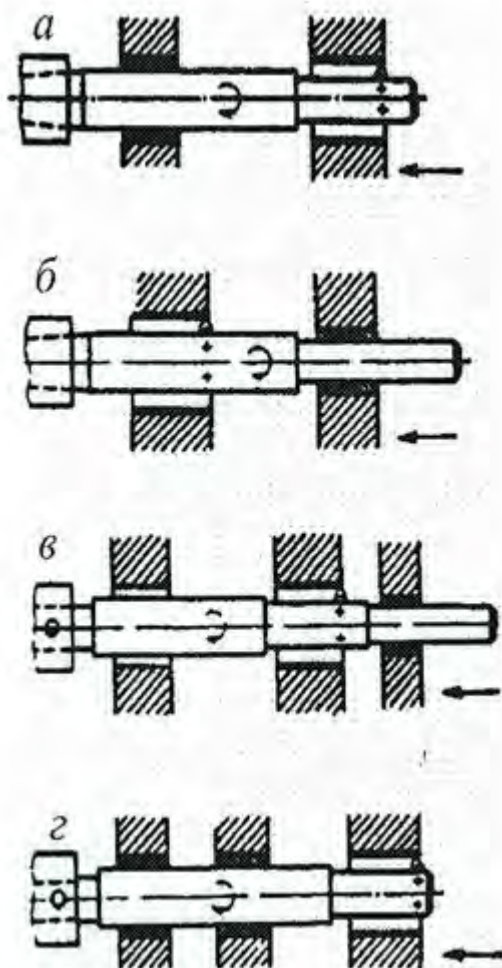


Рис.13.14. Схеми направлення інструмента кондукторними втулками

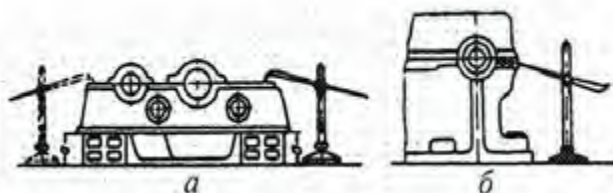


Рис.13.15. Вивіряння заготовок у горизонтальній площині при установці на розточувальних верстатах

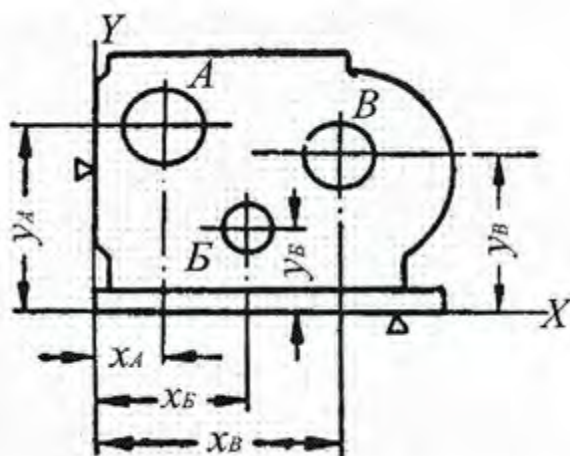


Рис.13.16. Схема розточування отворів, осі яких задані двома координатами

## ТЕМА 14. ОБРОБЛЕННЯ НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ

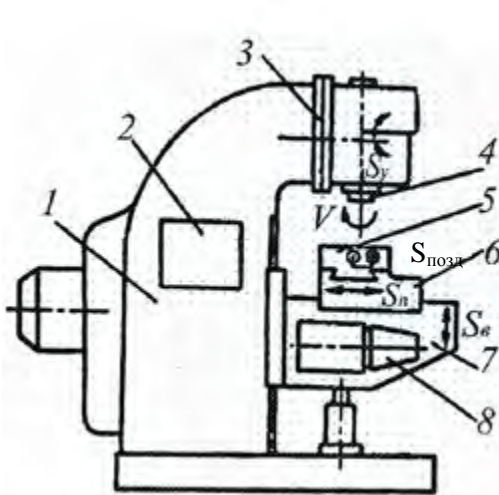


Рис.14.1. Загальний вид вертикально-фрезерного верстату

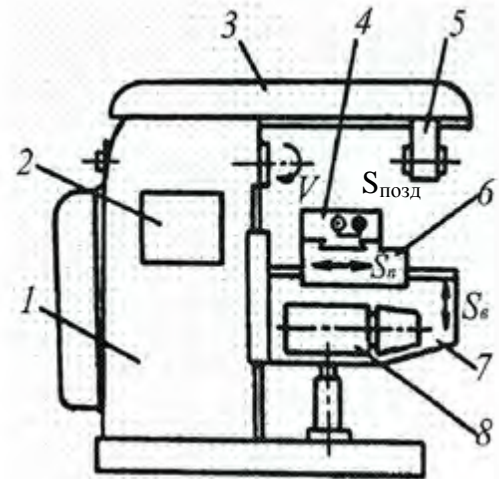


Рис.14.2 Загальний вид горизонтально-фрезерного верстату

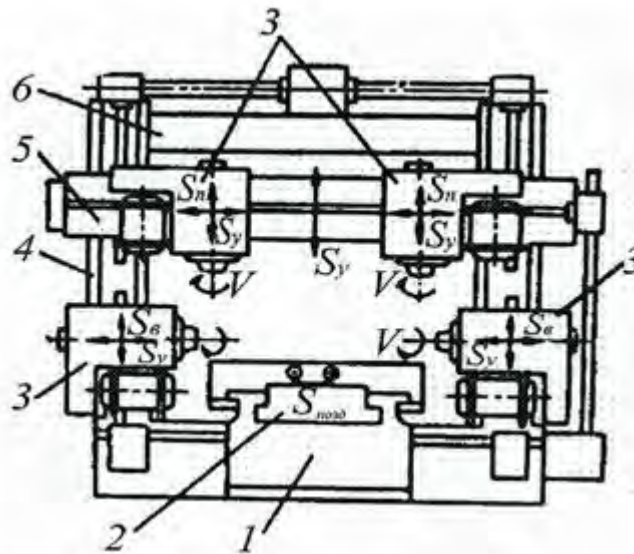


Рис.14.3. Загальний вид повздовжньо-фрезерного верстату з двома стояками

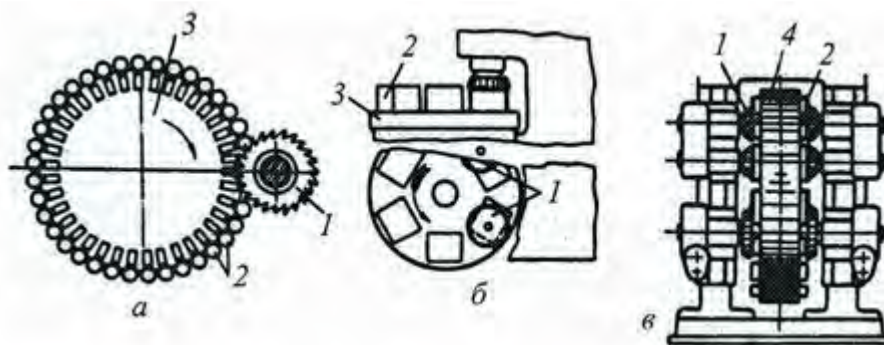


Рис.14.4. Фрезерування заготовок на фрезерних верстатах з безперервною круговою подачею

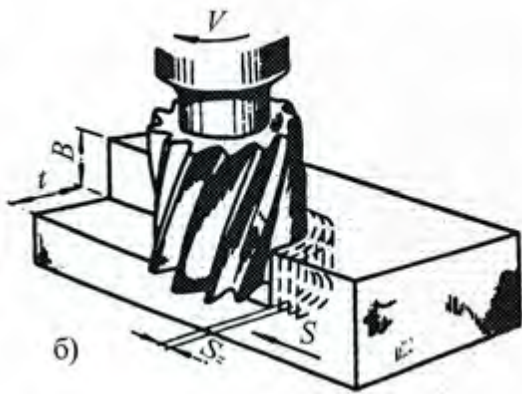
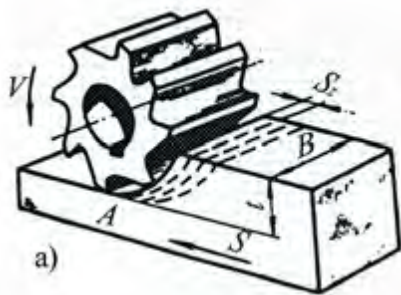


Рис.14.5. Фрезерування циліндричною (а) і кінцевою (б) фрезами

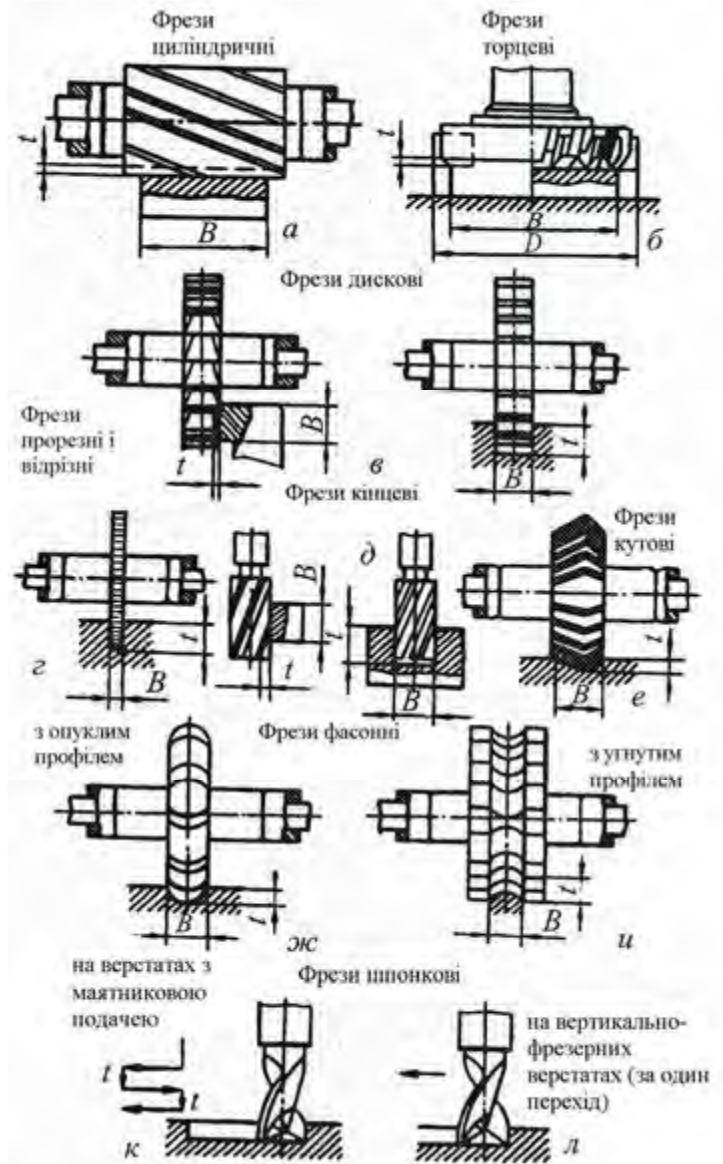


Рис.14.6. Види робіт, виконуваних на фрезерних верстатах, та застосовуваний інструмент

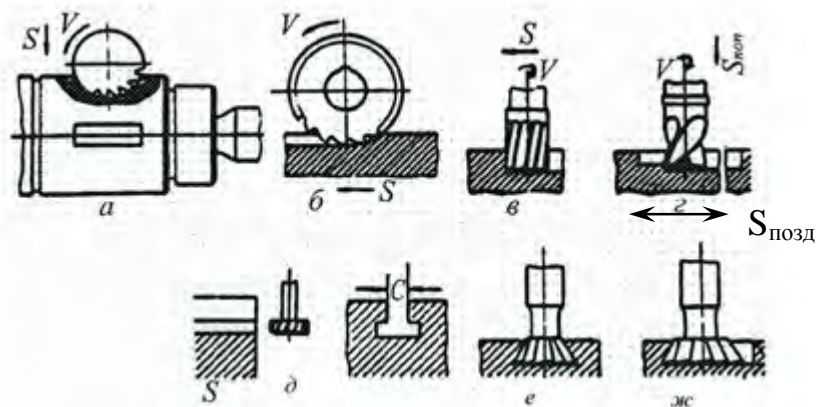


Рис.14.7. Способи фрезерування пазів

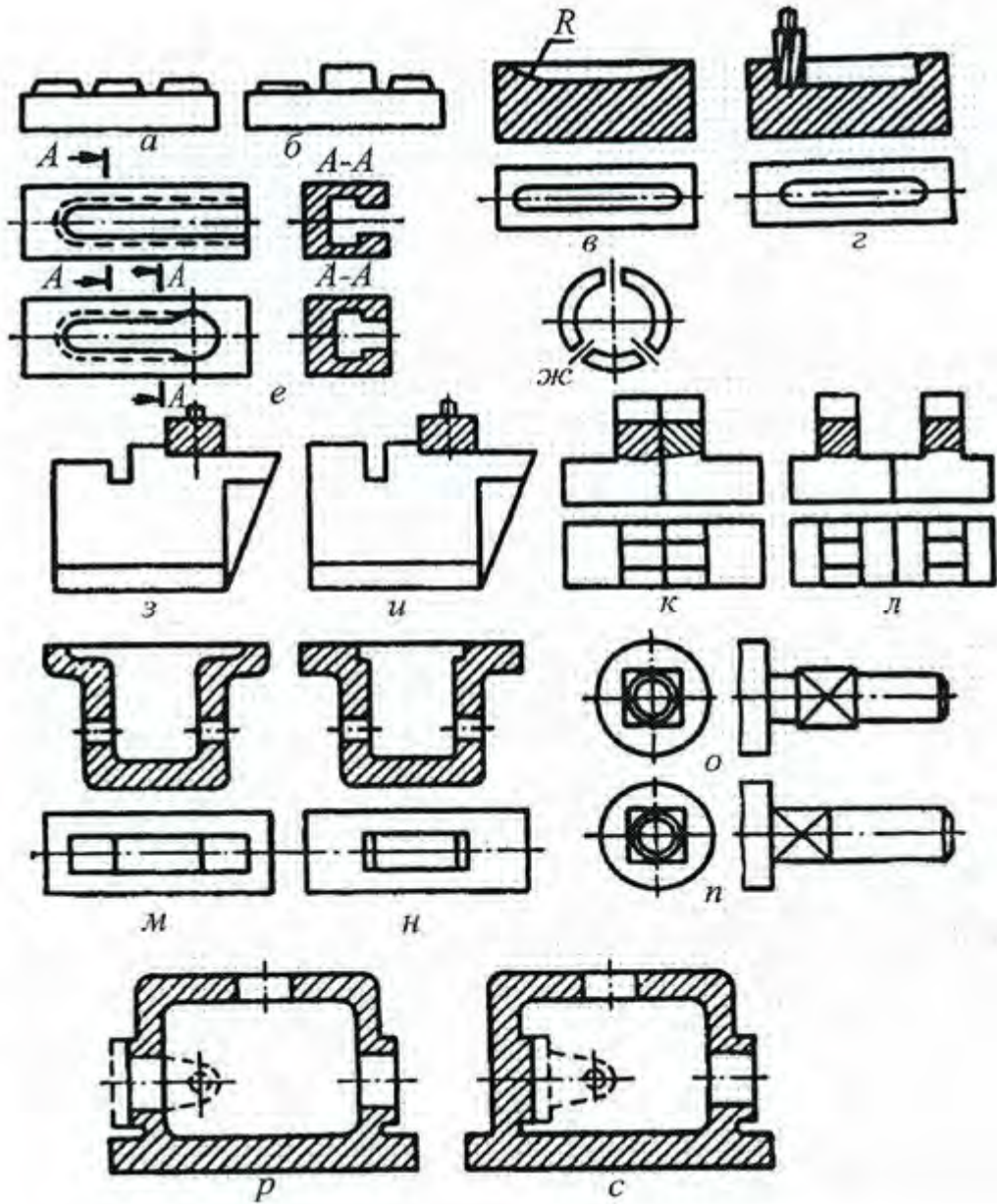


Рис.14.8. Приклади конструкцій деталей машин, оброблених на фрезерних верстатах



Рис.14.9. Схеми зустрічного (а) і попутного (б) фрезерування



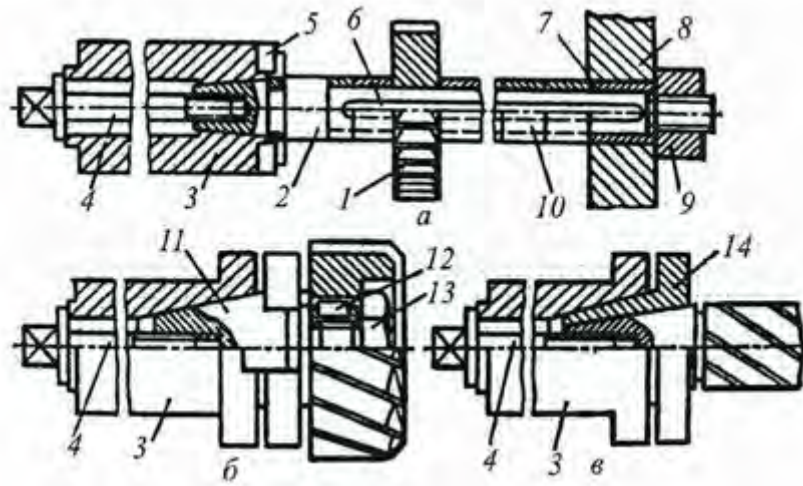


Рис.14.10. Способи закріплення інструменту на фрезерних верстатах

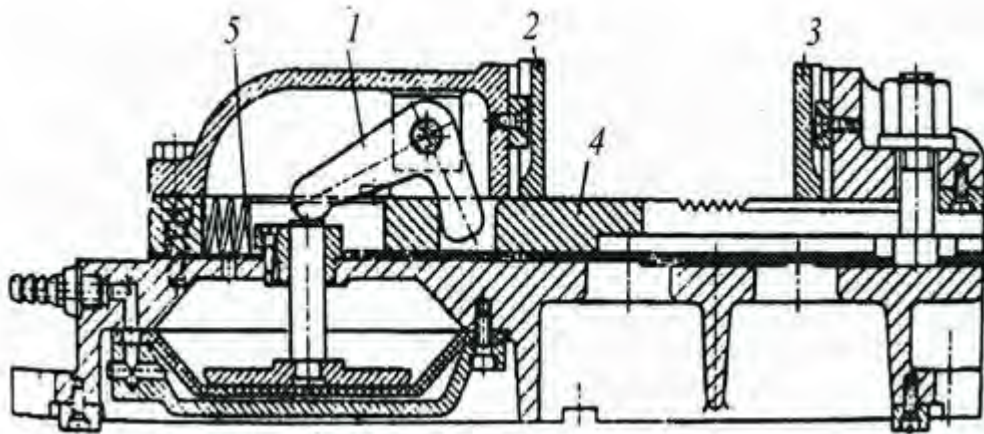


Рис.14.11. Лещата з пневматичним затисканням

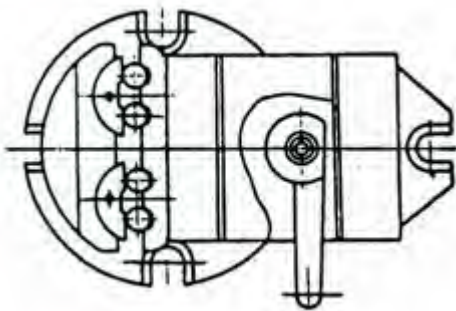


Рис.14.12. Багатомісні лещата з самоустановними губками і ексцентриковим затискачем

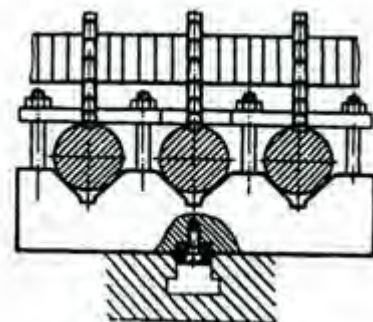


Рис.14.13. Установка циліндричних заготовок у призмах

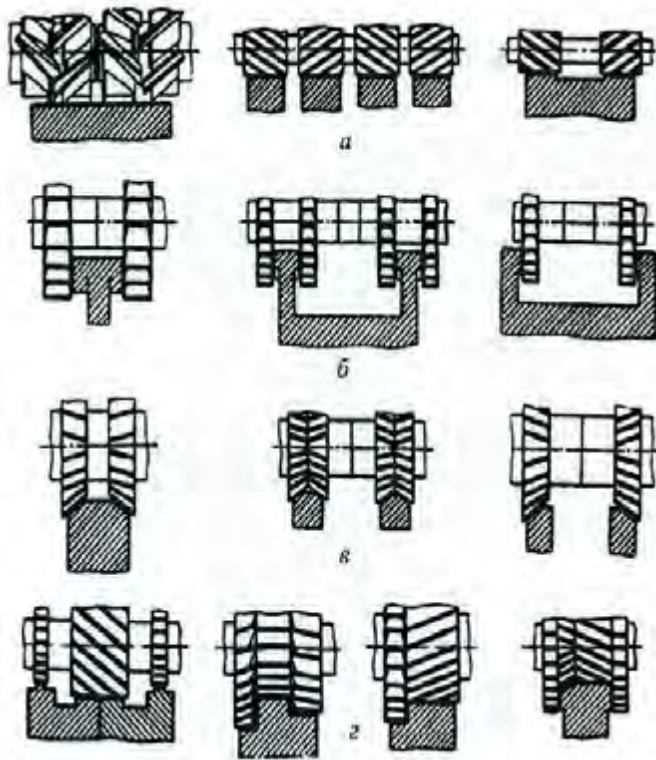


Рис.14.14. Паралельне фрезерування наборами фрез

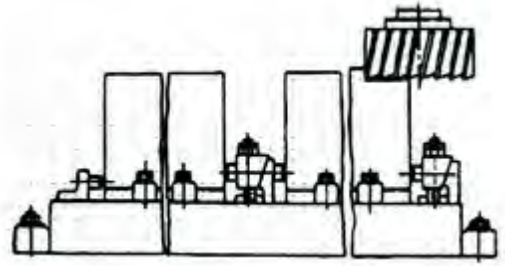


Рис.14.15. Послідовне фрезерування на повздовжньо-фрезерних верстатах

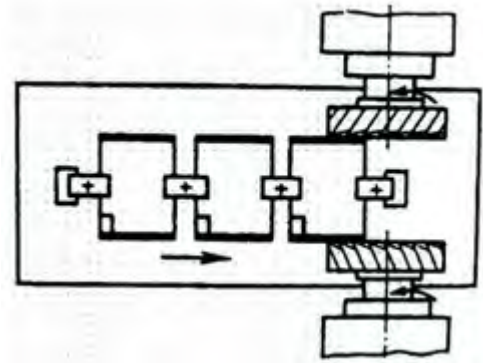


Рис.14.16. Комбіноване фрезерування на повздовжньо-фрезерному верстаті

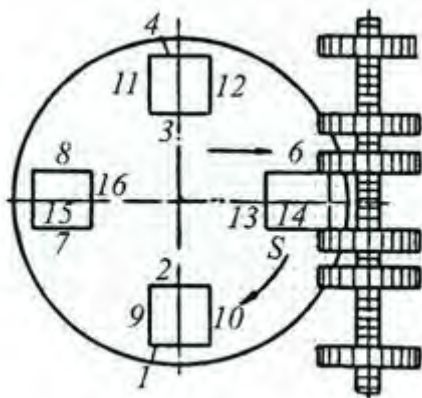


Рис.14.17. Позиційне фрезерування

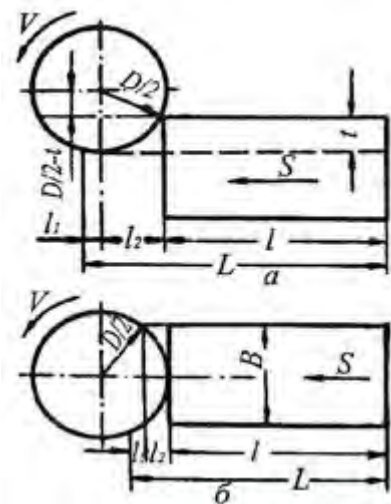


Рис.14.18. Схеми для визначення довжини врізання фрези при циліндричному (а) і торцевому (б) фрезеруванні

## ТЕМА 15. ОБРОБЛЕННЯ НА СТРУГАЛЬНИХ, ДОВБАЛЬНИХ І ПРОТЯЖНИХ ВЕРСТАТАХ

### 15.1. Оброблення на стругальних і довбальних верстатах

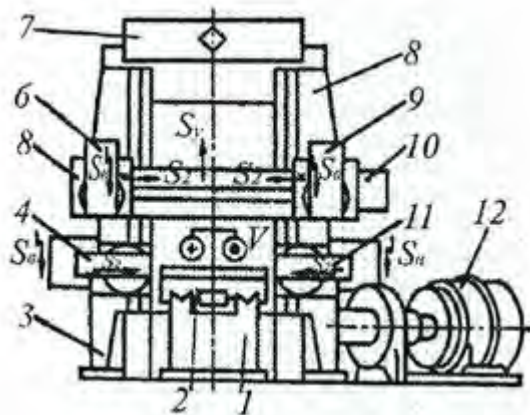


Рис.15.1. Загальний вид повздовжньо-стругального верстату з двома стояками

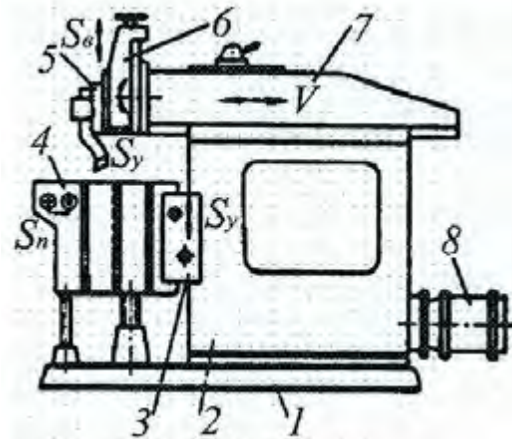


Рис.15.2. Загальний вид поперечно-стругального верстату

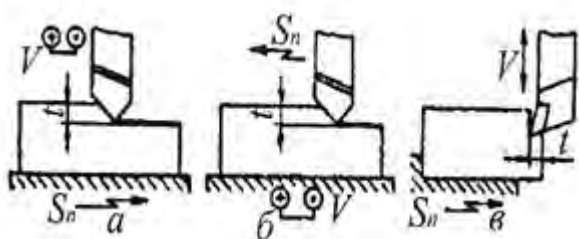


Рис.15.3. Схеми оброблення плоских поверхонь на поперечно-стругальних (а), повздовжньо-стругальних (б) і довбальних(в) верстатах

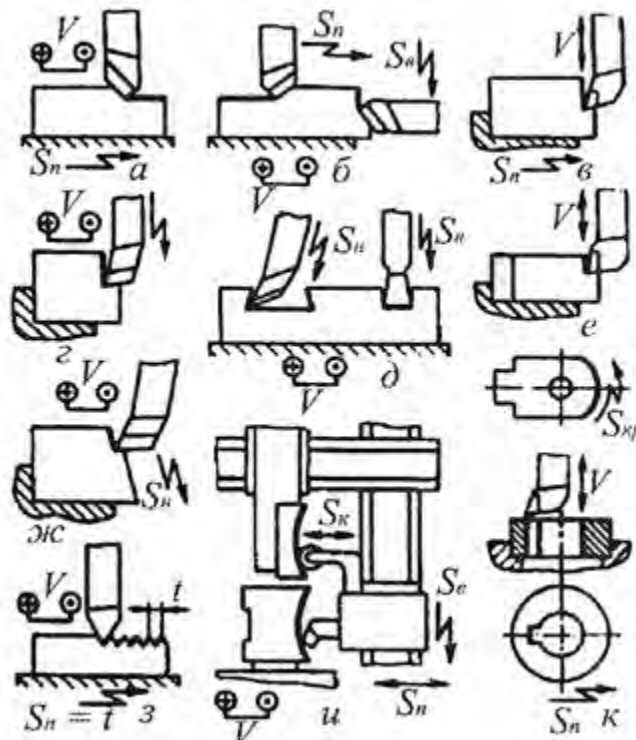


Рис.15.4. Види робіт, виконуваних на стругальних і довбальних верстатах

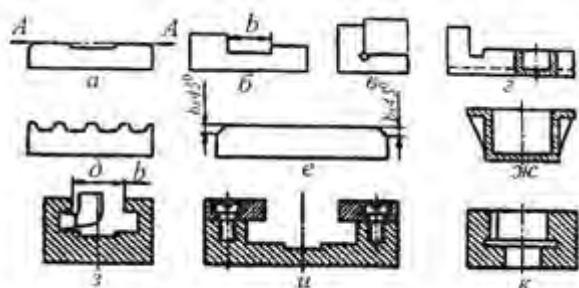


Рис.15.5. Приклади конструкцій деталей машин, оброблюваних на стругальних і довбальних верстатах

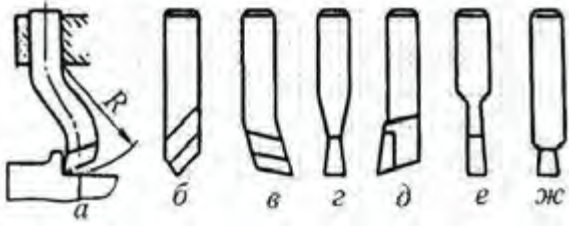


Рис.15.6. Стругальні і довбальні різці

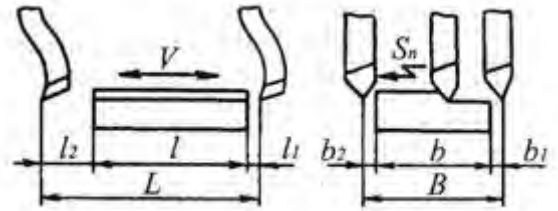


Рис.15.7. Схема до розрахунку основного часу при струганні плоскої поверхні

## 15.2. Оброблення на протяжних верстатах

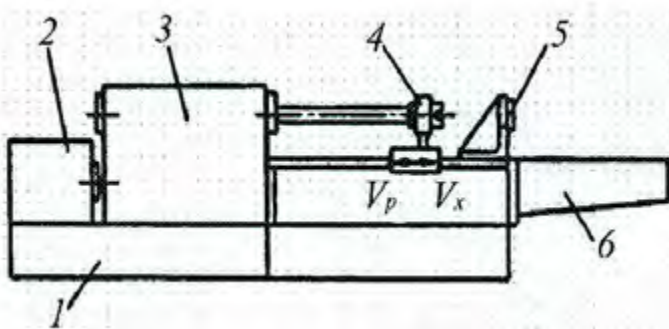


Рис.15.8. Загальний вид горизонтально-протяжного верстату

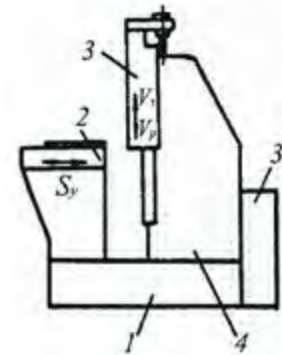


Рис.15.9. Загальний вид вертикально-протяжного верстату

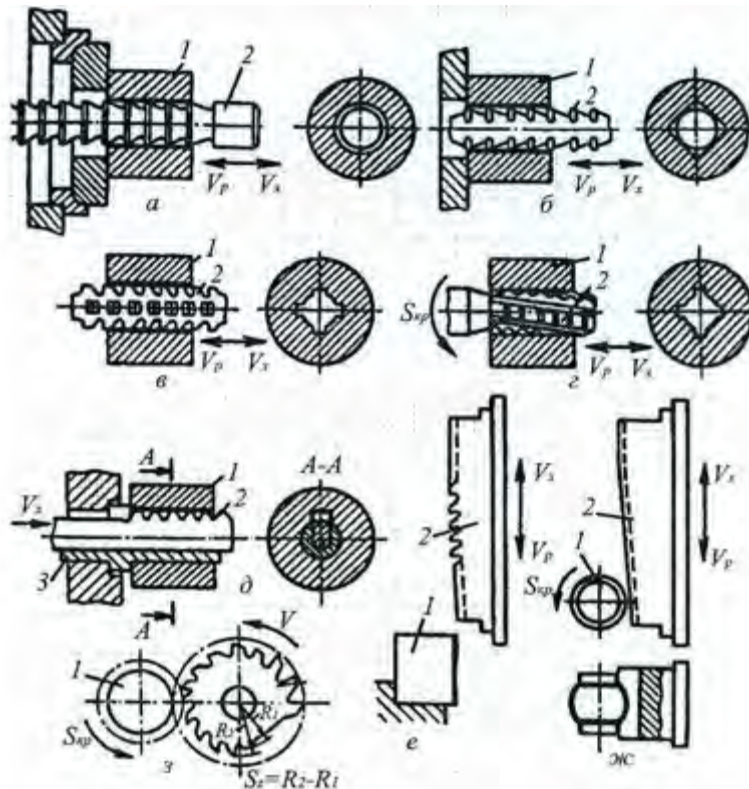


Рис.15.10. Схеми оброблення поверхонь заготовок на протяжних верстатах

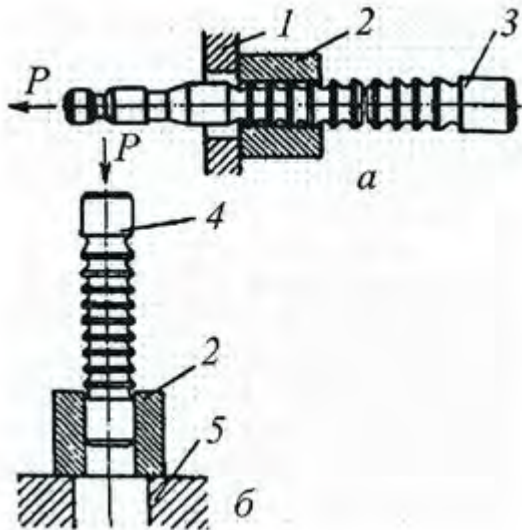


Рис.15.11. Схеми протягування (а) і прошивання (б) отворів

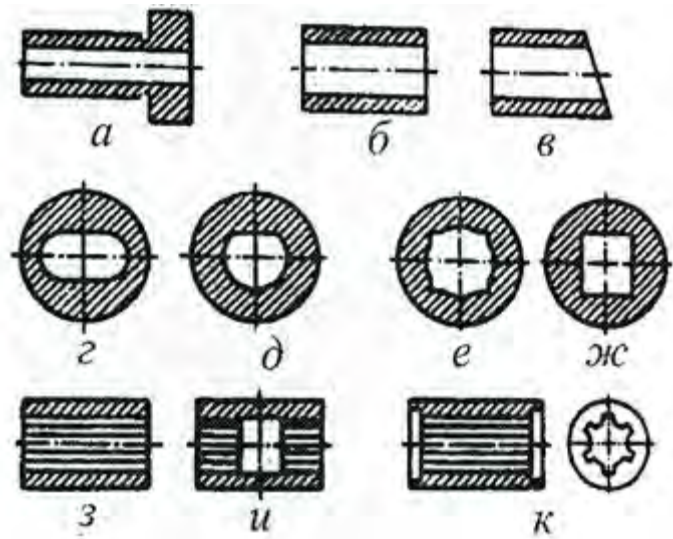


Рис.15.12. Приклади конструкцій деталей машин, оброблюваних на протяжних верстатах

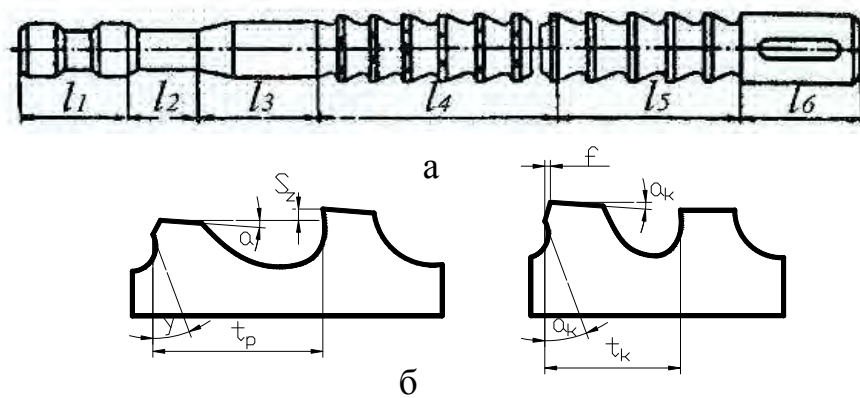


Рис.15.13. Загальний вид круглої протяжки і геометричні параметри її зубців

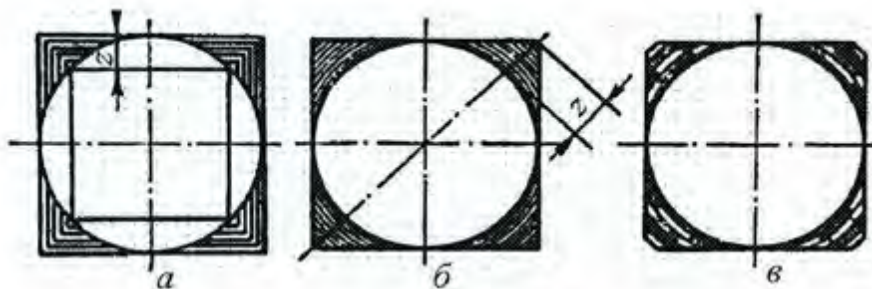


Рис.15.14. Профільна (а), генераторна (б) і прогресивна (в) схеми протягування

## ТЕМА 16. ОБРОБЛЕННЯ НА ШЛІФУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

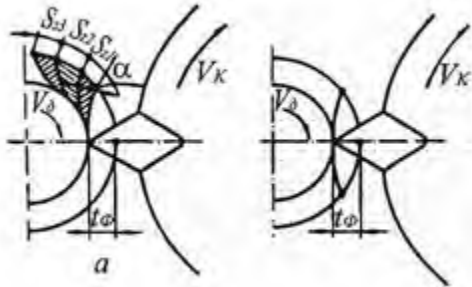


Рис.16.1. Форми зрізів при шліфуванні

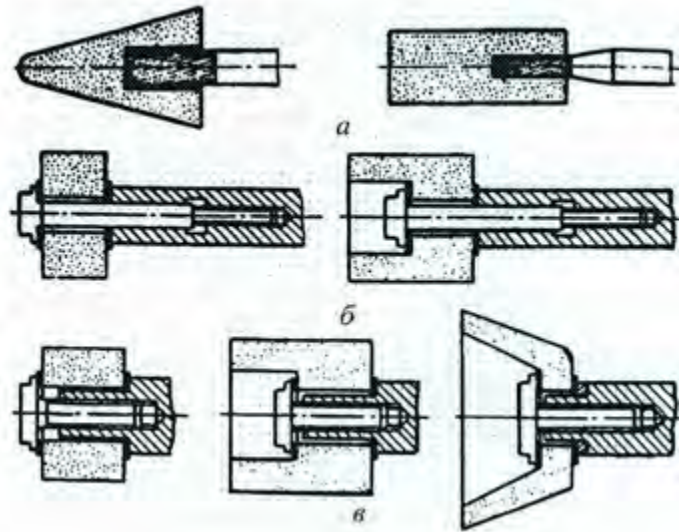


Рис.16.2. Способи кріплення шліфувальних кругів на шпинделі

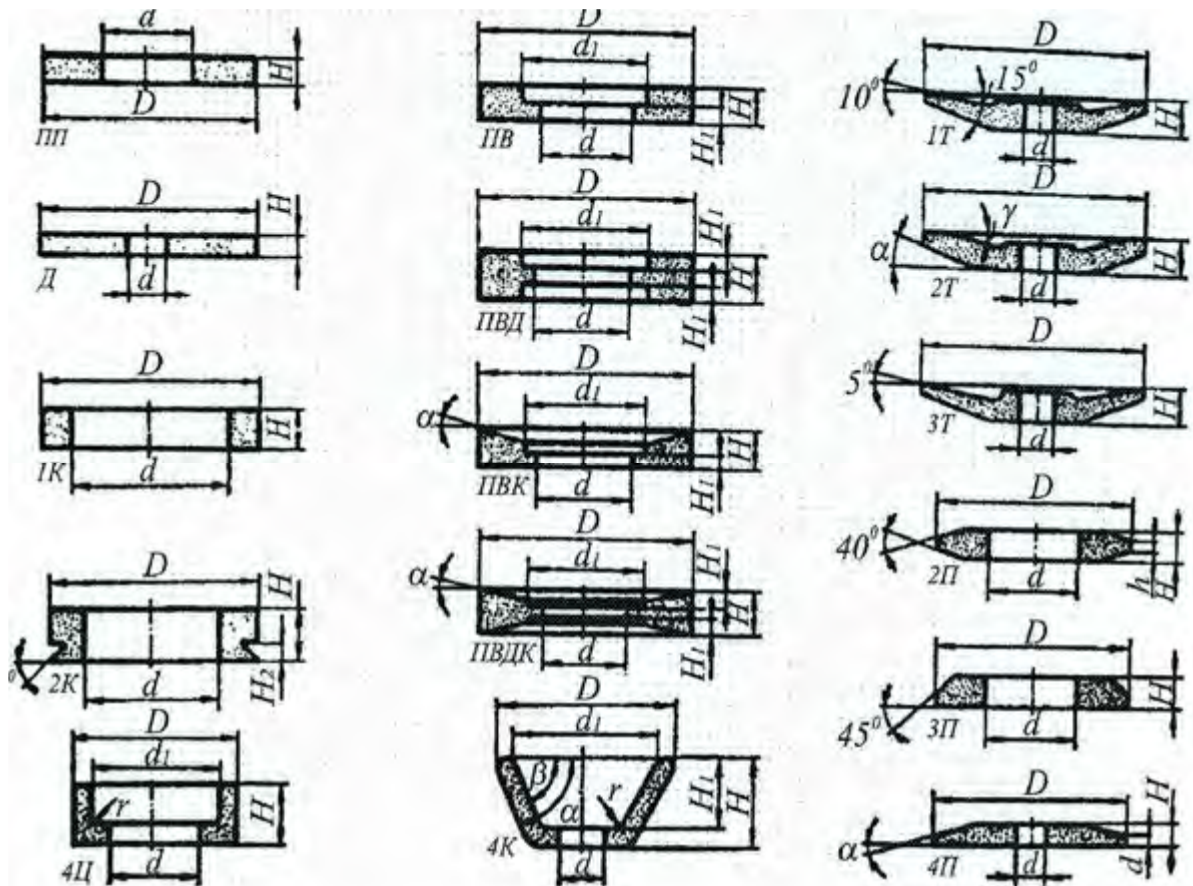


Рис.16.3. Типи шліфувальних кругів

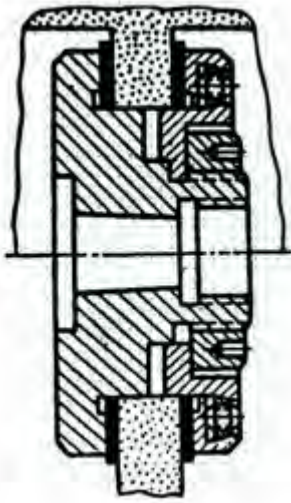


Рис.16.4. Кріплення шліфувального круга в перехідних фланцях

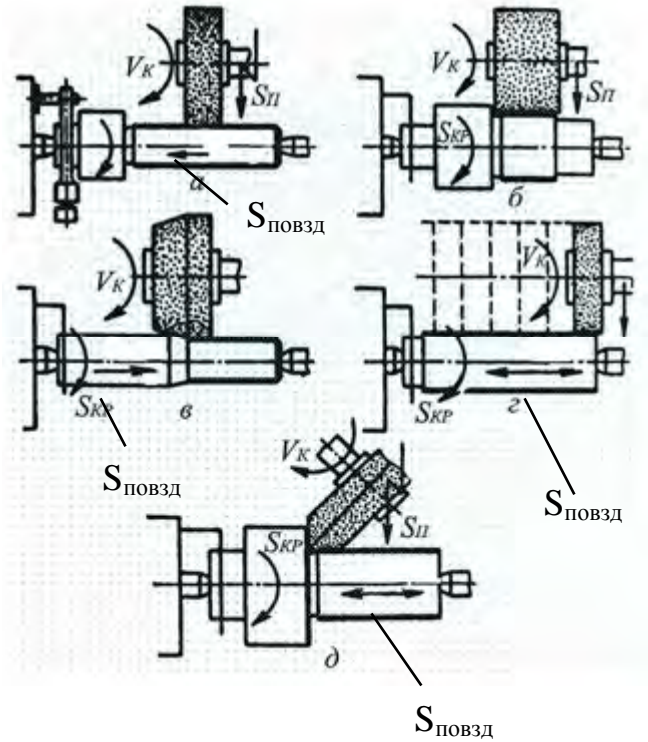


Рис.16.5. Схеми оброблення заготовок на круглошліфувальних верстатах

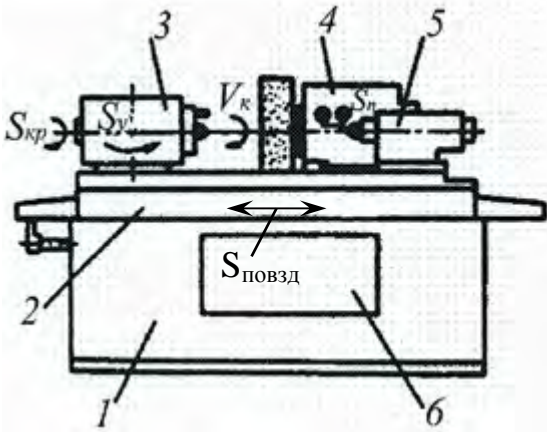


Рис.16.6. Загальний вид круглошліфувального верстату

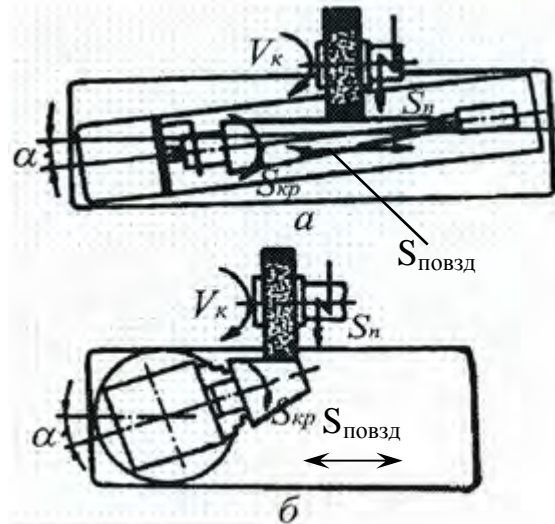


Рис.16.7. Схеми обробки конічних поверхонь на круглошліфувальних верстатах

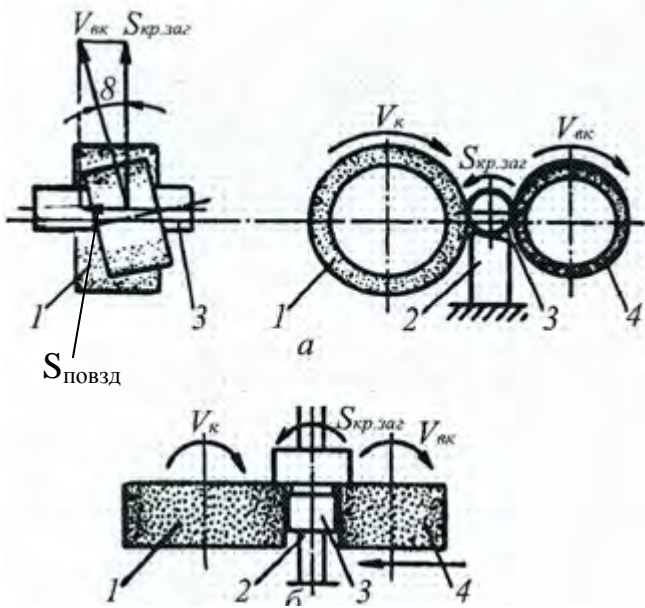


Рис.16.8. Схеми оброблення заготовок на безцентрово-шліфувальних верстатах

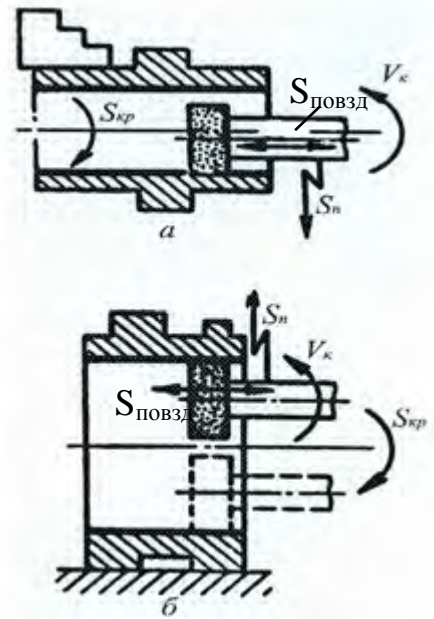


Рис.16. Схеми оброблення заготовок 9. на внутрішньо-шліфувальних верстатах

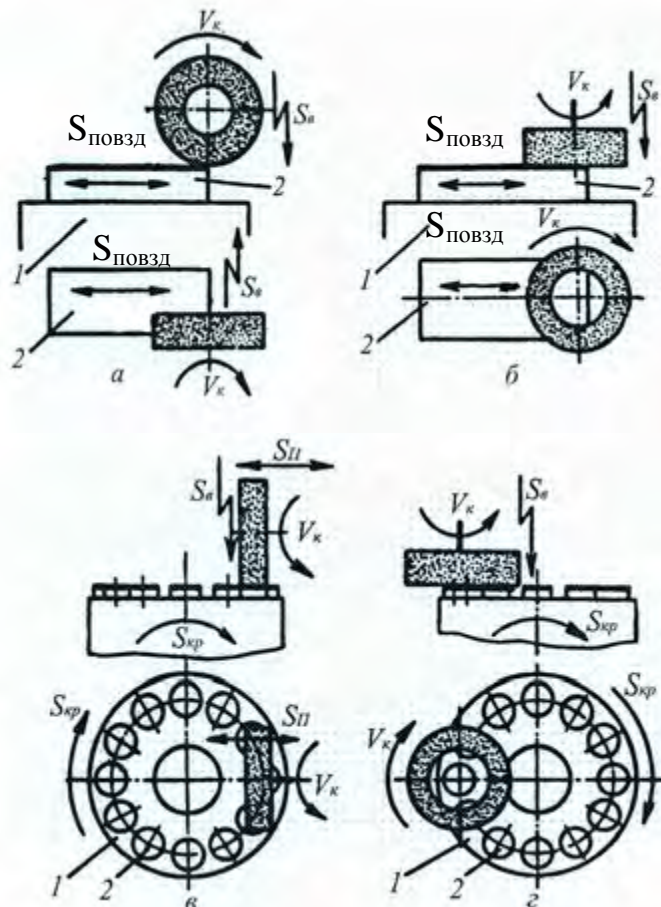


Рис.16.10. Схеми оброблення заготовок на плоскошліфувальних верстатах

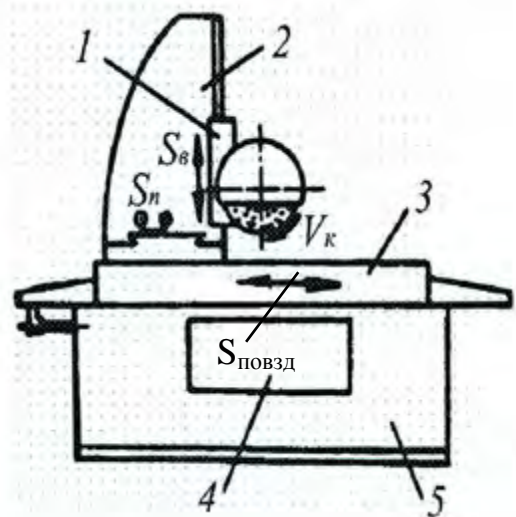


Рис.16.11 Загальний вид плоскошліфувального верстату



## ТЕМА 17. ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЇВ

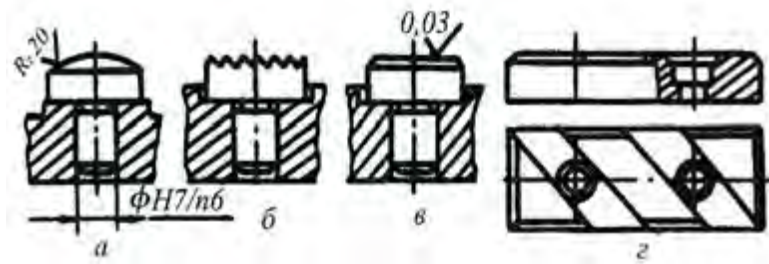


Рис.17.1. Опори постійні

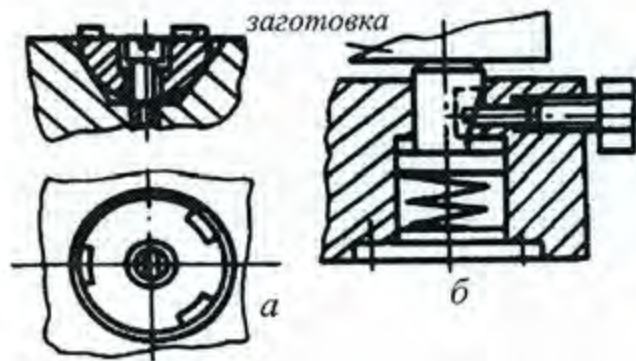


Рис.17.2. Опори самоустановні

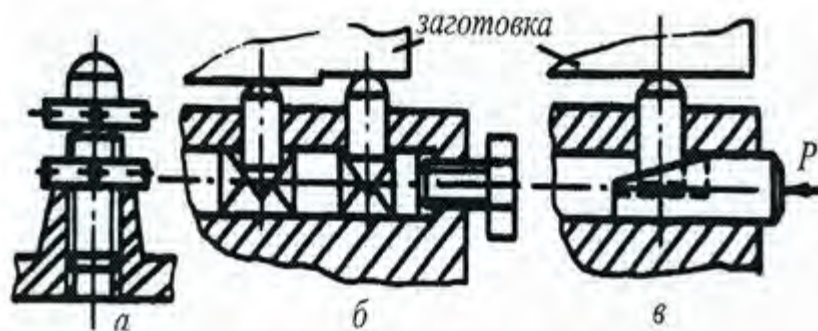


Рис.17.3. Опори, які підводяться

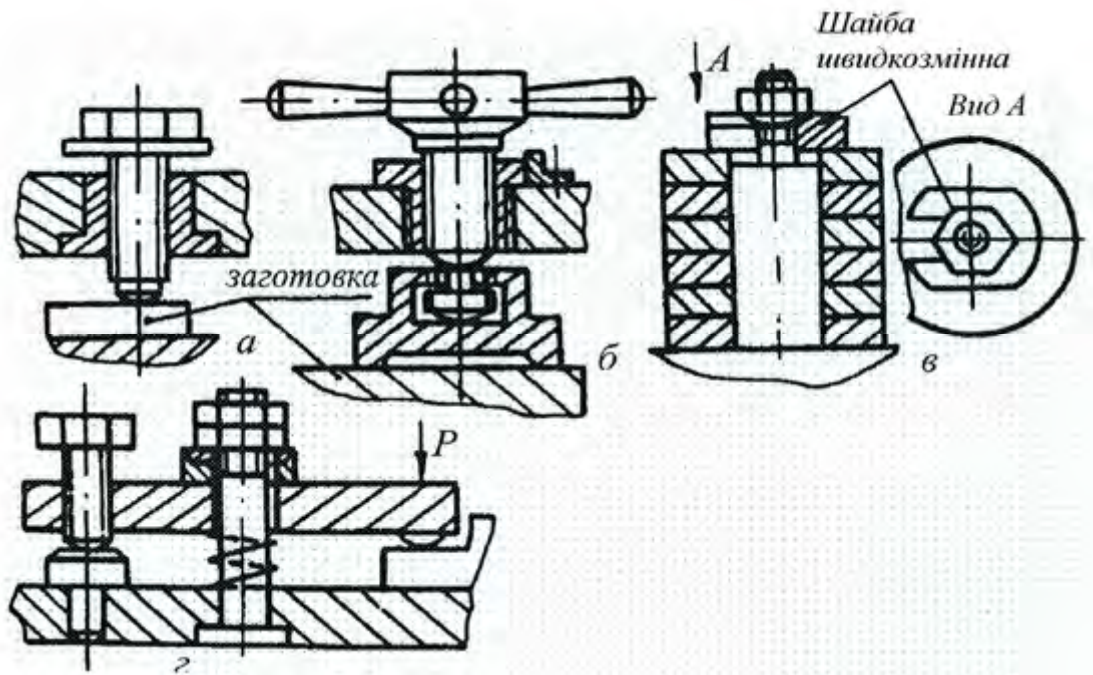


Рис.17.4. Затискачі з ручним приводом

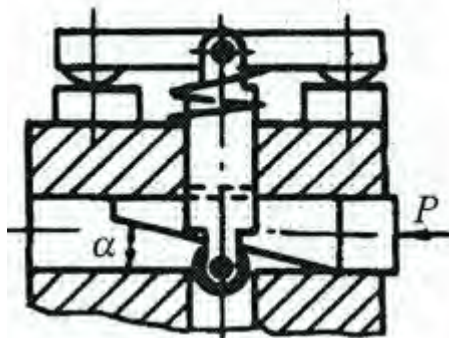


Рис.17.5. Клиновий затискач

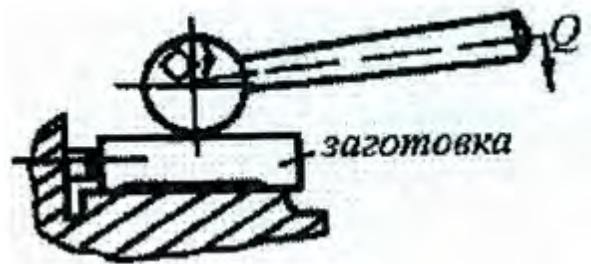
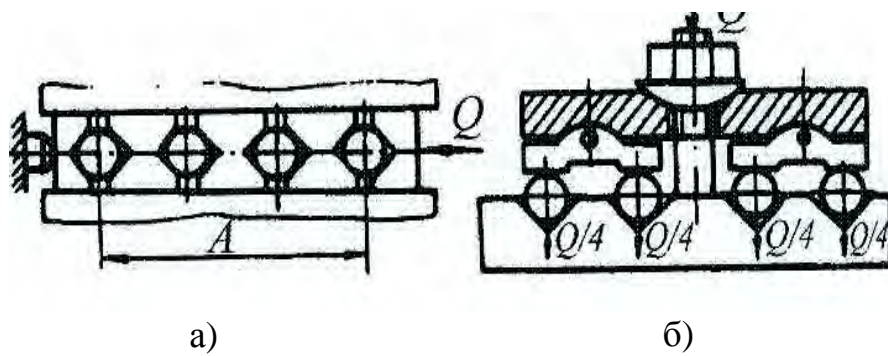


Рис.17.6. Ексцентриковий затискач



а)

б)

Рис.17.7. Затискачі послідовної (а) і паралельної (б) дії для багатомісних пристроїв

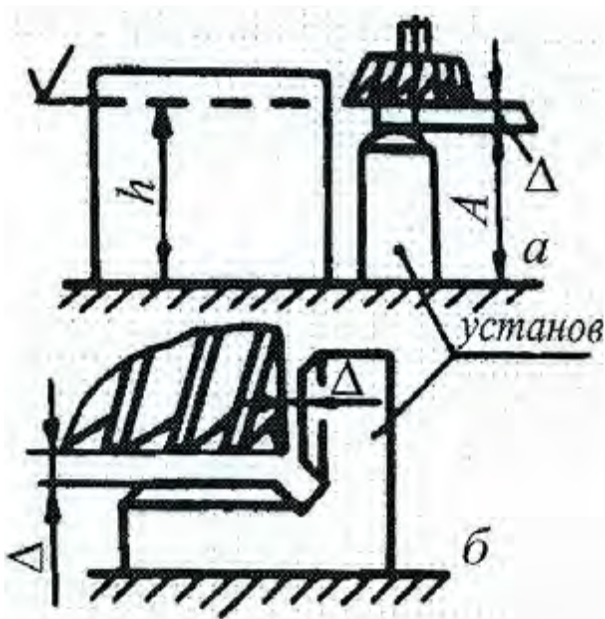


Рис.17.8. Висотний (а) і кутовий (б) установи для фрезерних пристроїв

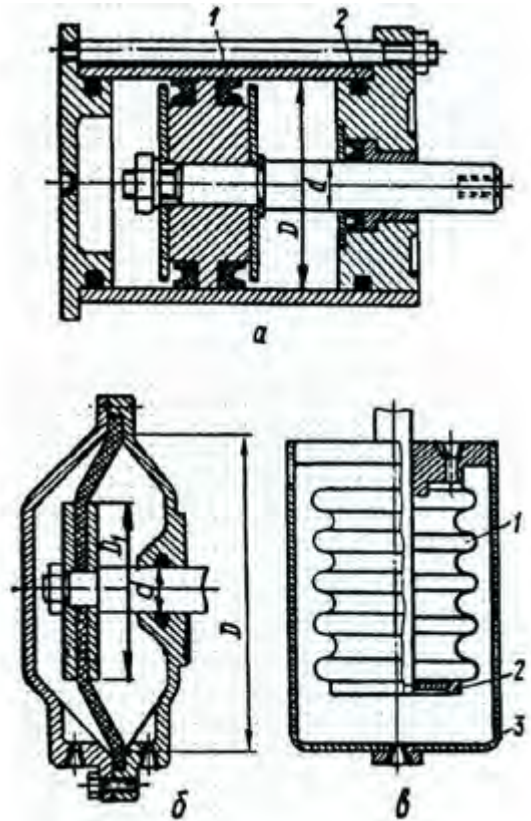


Рис.17.9. Типи пневмодвигунів:  
 а – поршневий (пнеumoциліндр);  
 б – діафрагменний (пнеumoкамера);  
 в – сифонний

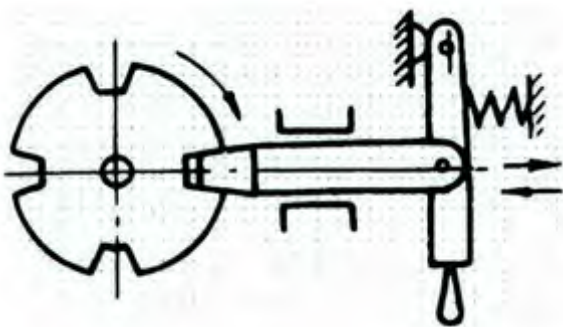


Рис.17.10. Схема ділильного пристрою з фіксатором

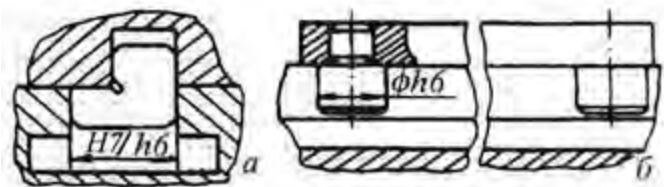


Рис.17.11. Орієнтуючі елементи фрезерних пристроїв

## ІНШІ ВИДИ ОБРОБЛЕННЯ

### ТЕМА 18. ОЗДОБЛЮВАЛЬНІ ВИДИ ОБРОБЛЕННЯ

#### 18.1. Оздоблювальне оброблення зі зніманням стружки

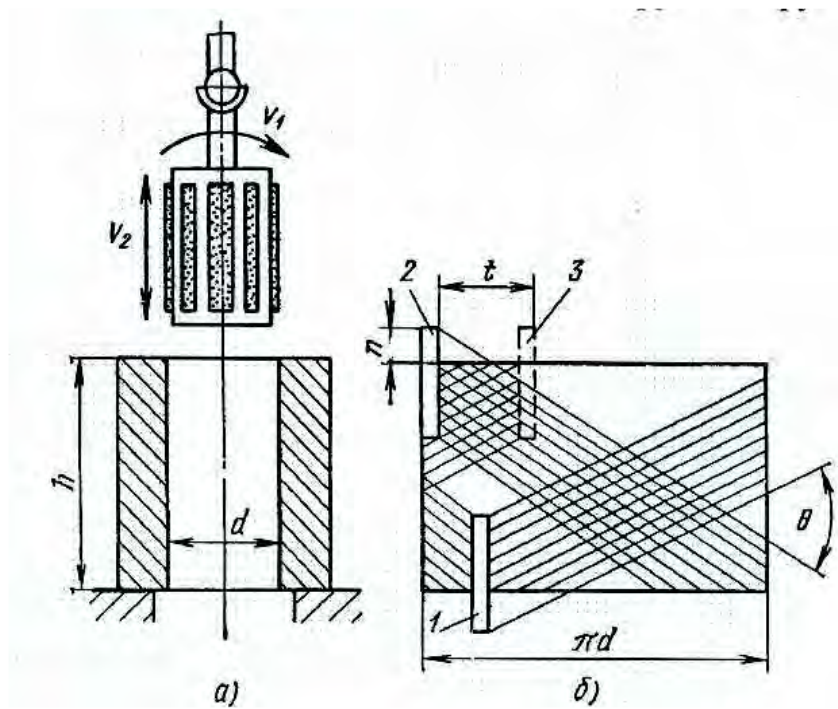


Рис.18.1. Схема оброблення отвору хонінгуванням

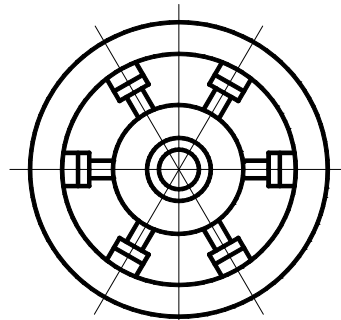
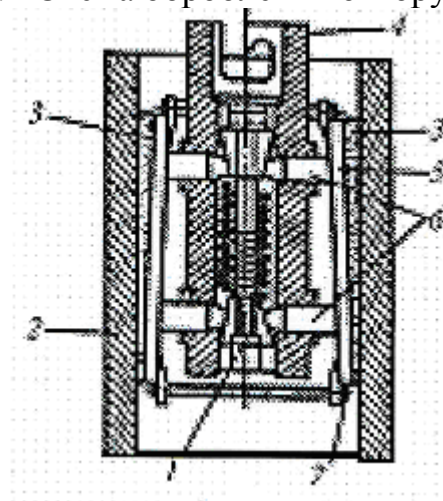


Рис.18.2. Хонінгувальна головка з розсувними хонінгувальними брусками

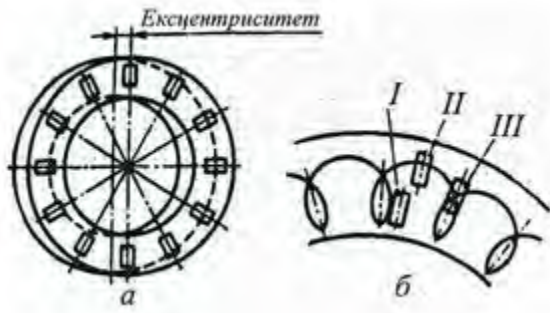


Рис.18.3. Схема притирки роликів на верстаті (I – III положення заготовок відносно притира)

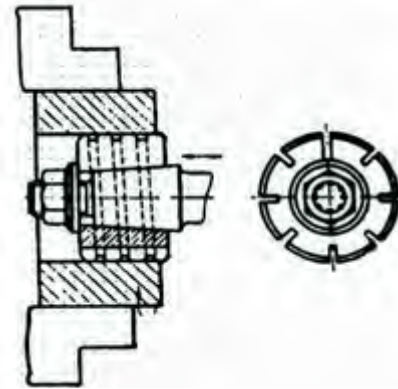


Рис.18.4. Схема напівмеханічного притирання отвору

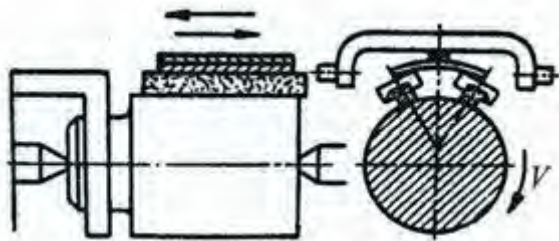


Рис.18.5. Схема суперфінішування

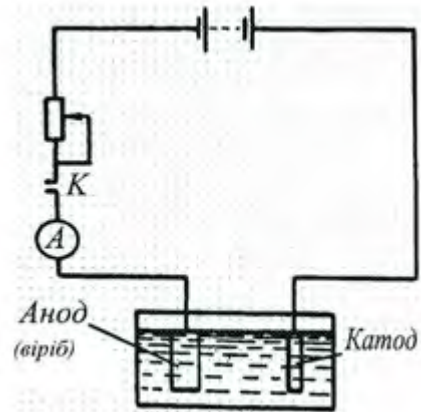


Рис.18.6. Схема електрополірування

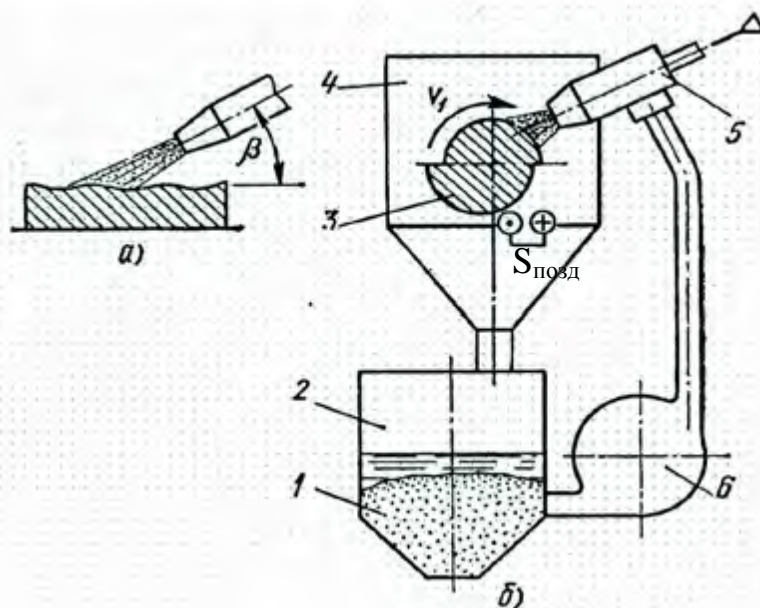


Рис.18.7. Схема згладжування мікронерівностей при абразивно-рідинному обробленні (а) і установка для оброблення (б)

## 18.2. Оздоблювальне оброблення без знімання стружки

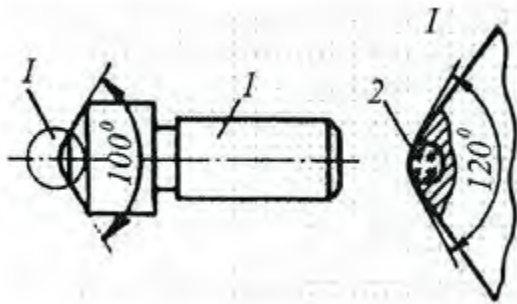


Рис.18.8. Алмазний вигладжувач

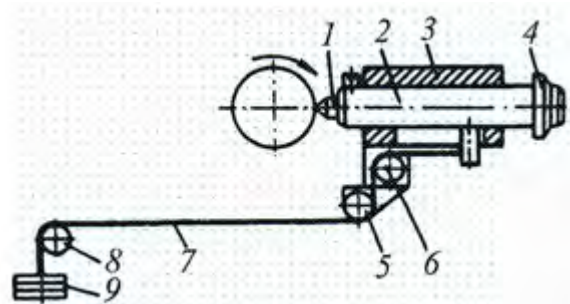


Рис.18.9. Схема оброблення алмазним вигладжувачем

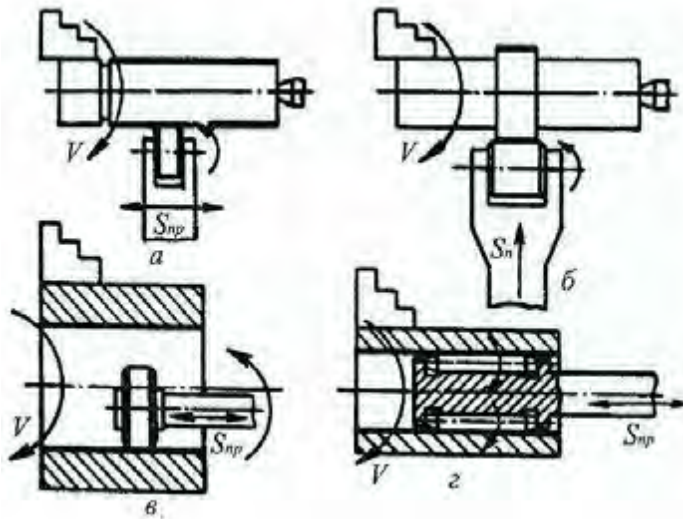


Рис.18.10. Схеми оброблення поверхонь обкатуванням (а, б) і розкатуванням (в, г)

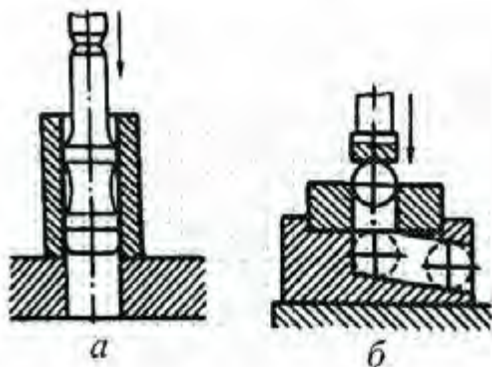


Рис.18.11. Оброблення отворів дорнуванням (а) і калібруванням кулькою (б)

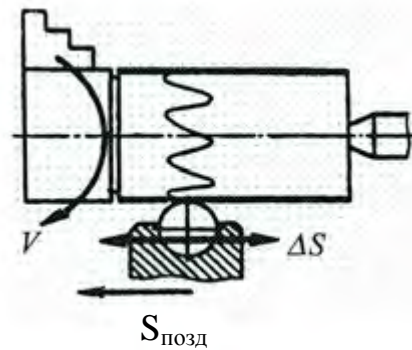


Рис.18.12. Схема віброобкатування

## ТЕМА 19. ВИГОТОВЛЕННЯ РІЗЬБ

### 19.1. Виготовлення різьб зі зніманням стружки

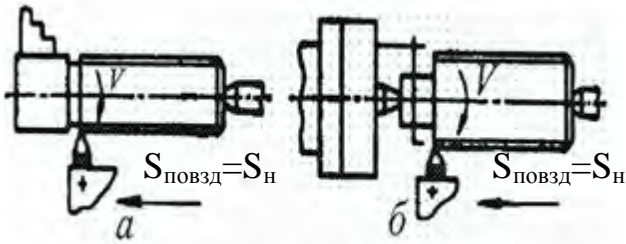


Рис.19.1. Схеми нарізування однозахідної (а) і багатозахідної (б) різьб на токарно-гвинторізному верстаті

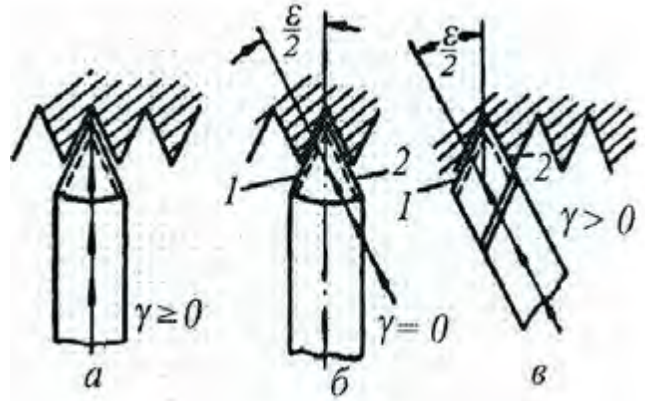


Рис.19.2. Різні способи подачі різців при нарізуванні трикутних різьб

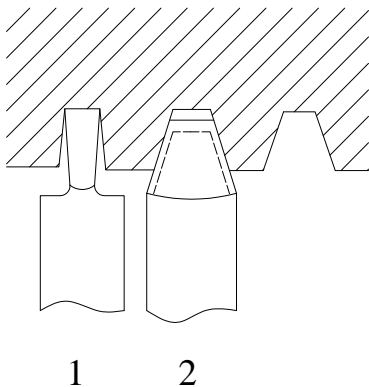


Рис.19.3. Послідовність нарізування трапецеїдальної різьби із середнім кроком

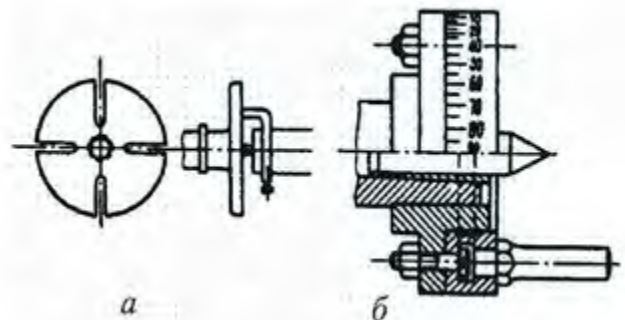


Рис.19.4. Поводкові патрони для нарізування багатозахідної різьби

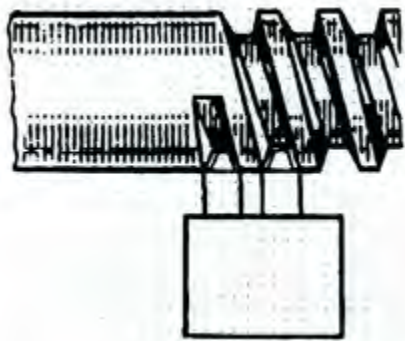


Рис.19.5. Схема нарізування двозахідної різьби блоком різців

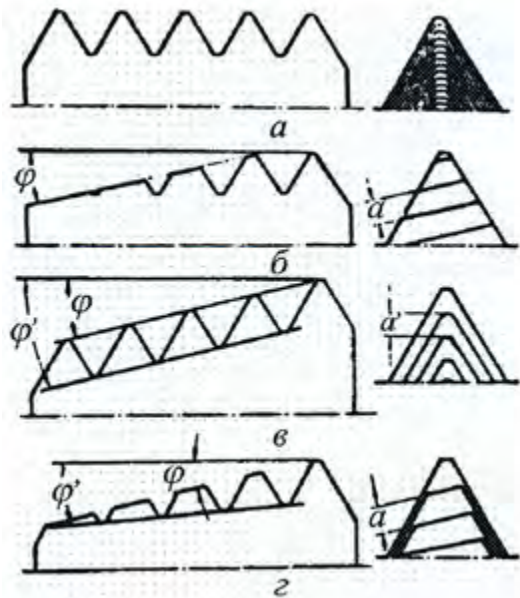


Рис.19.6. Схеми розташування зубців багатониткових гребінок

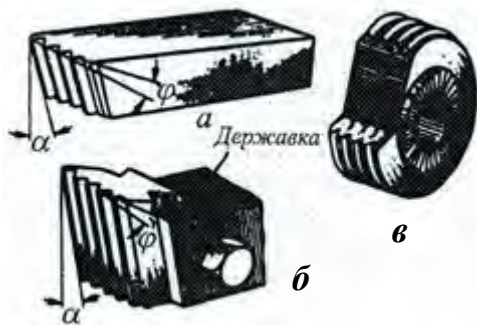


Рис.19.7. Стержньова (а), призматична (б) і кругла (в) гребінки

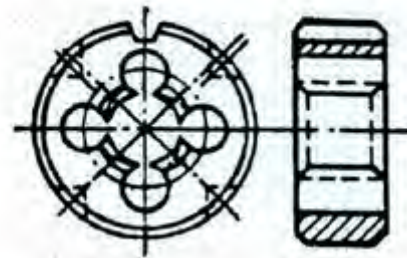


Рис.19.8. Кругла різьбонарізна плашка

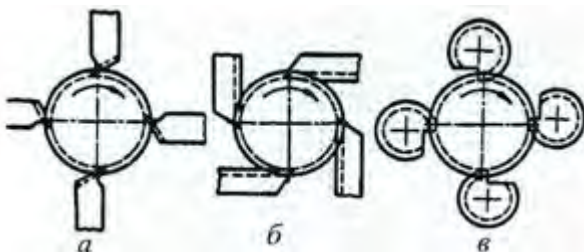


Рис.19.9. Схеми нарізування різьб головками, які самі розкриваються

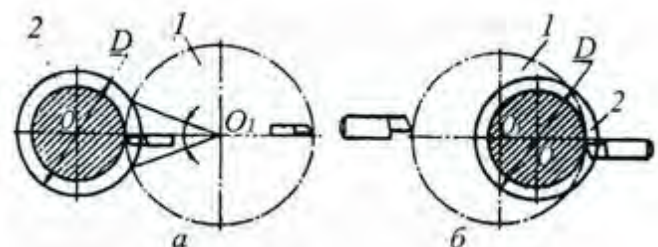


Рис.19.10. Схеми нарізування різьб різцевими головками, що обертаються, зовнішнього (а) і внутрішнього (б) торкання



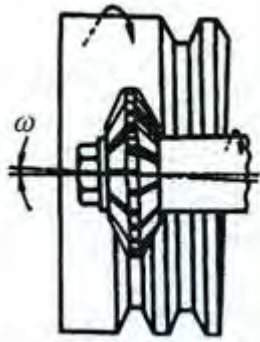


Рис.19.11. Схема нарізування різьби дисковою фрезою

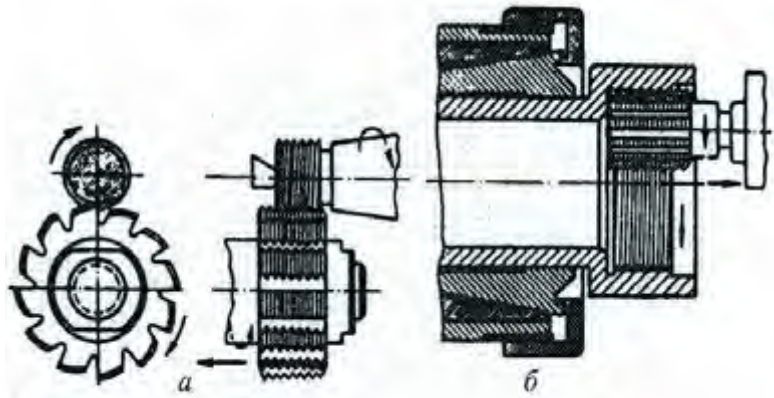


Рис.19.12. Схеми нарізування зовнішньої (а) і внутрішньої (б) різьби груповими фрезами

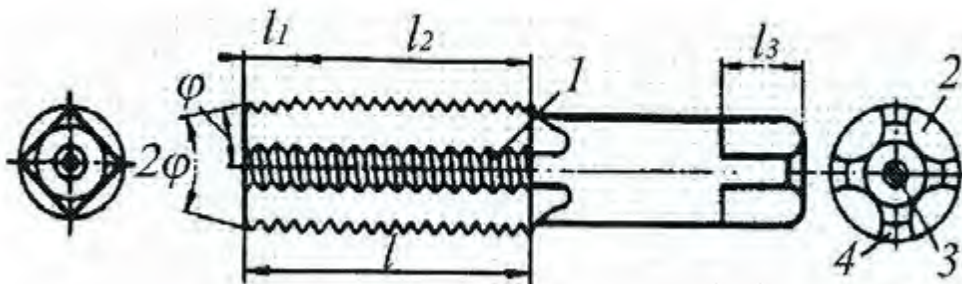


Рис.19.13. Конструкція мітчика

## 19.2. Накатування різьб

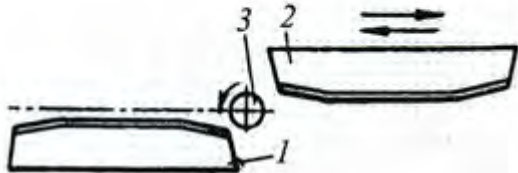


Рис.19.14. Схема накатування різьби плоскими плашками

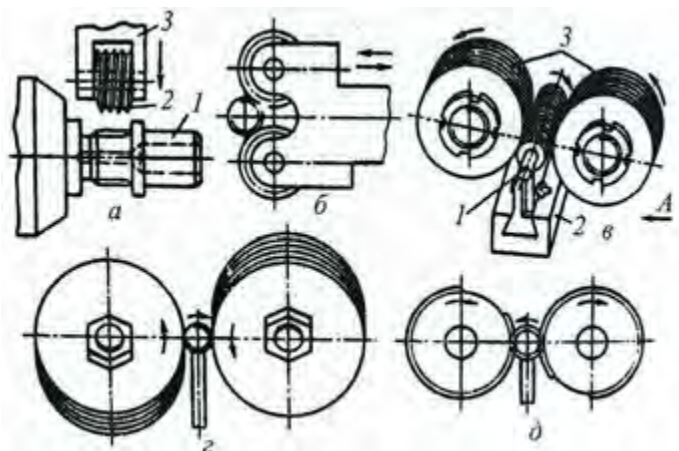


Рис.19.15. Схеми накатування різьби роликами

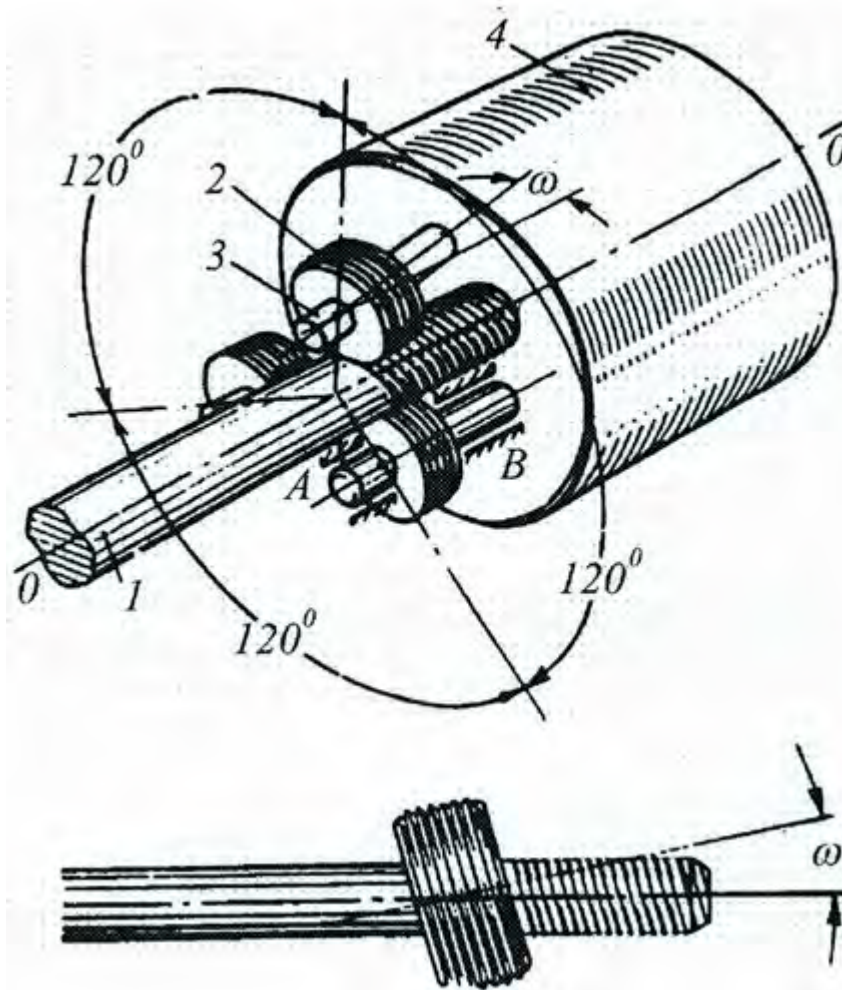


Рис.19.16. Схема різьбонакатної головки, що працює з осью подачею

## ТЕМА 20. НАРІЗУВАННЯ ЗУБЦІВ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

### 20.1. Нарізування зубців циліндричних зубчастих коліс

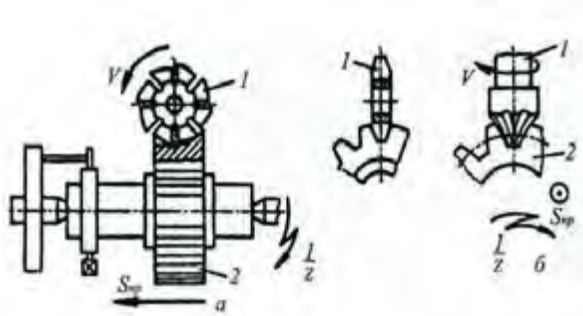


Рис.20.1. Схеми фрезерування зубців за методом копіювання

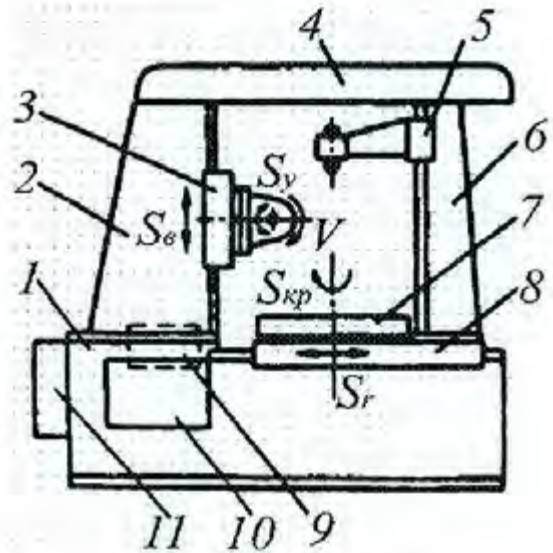


Рис.20.2. Загальний вид зубофрезерного верстата

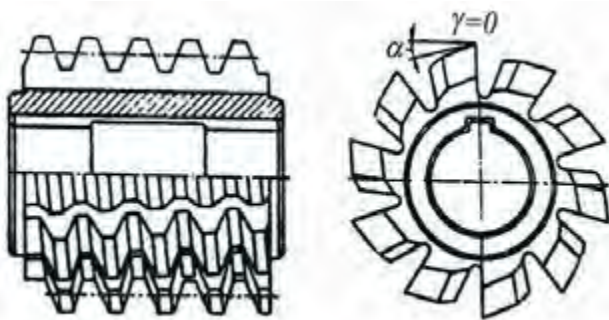


Рис.20.3. Черв'ячна модульна фреза

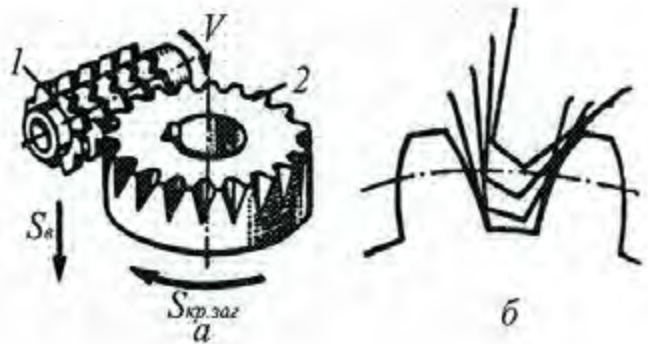


Рис.20.4. Схема формоутворення зубців циліндричного колеса черв'ячною фрезою за методом обкатування

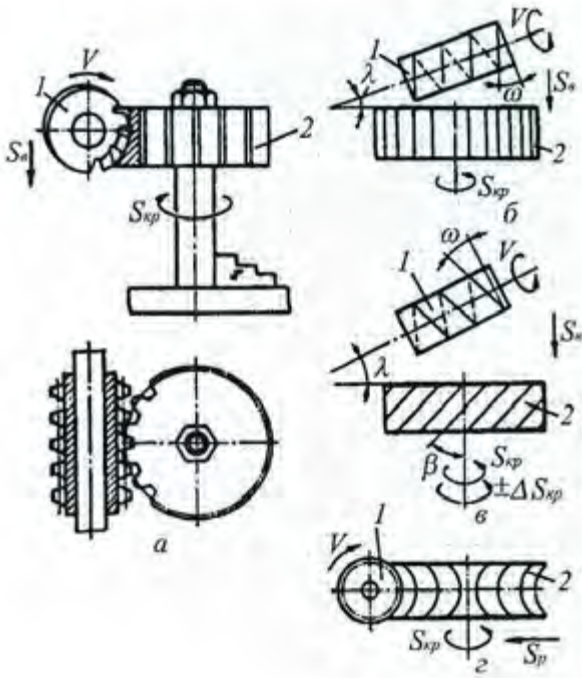


Рис.20.5. Схеми нарізування циліндричних зубчастих коліс на зубофрезерному верстаті

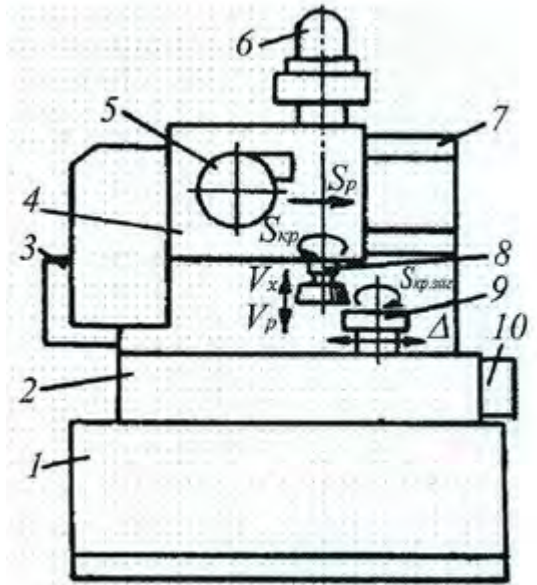


Рис.20.6. Загальний вид зубодовбального верстату

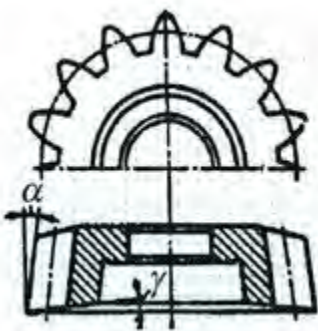


Рис.20.7. Зуборізний довбач

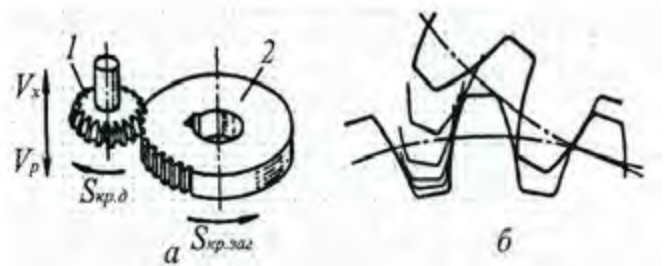


Рис.20.8. Схема формоутворення зубців циліндричного колеса довбачем за методом обкатування

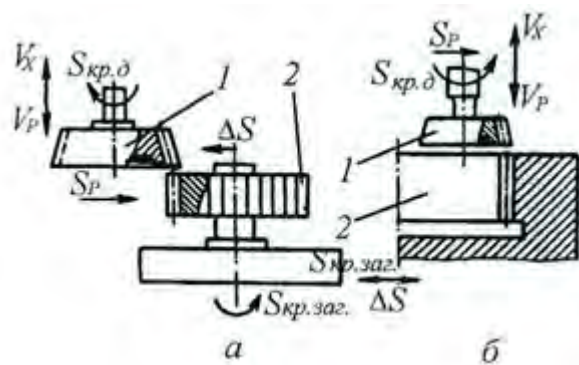


Рис.20.9. Схеми нарізування зубців циліндричних коліс на зубодовбальному верстаті

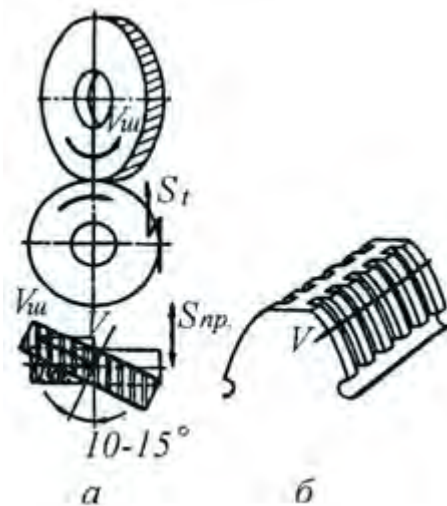


Рис.20.10. Схема зубошевінгування

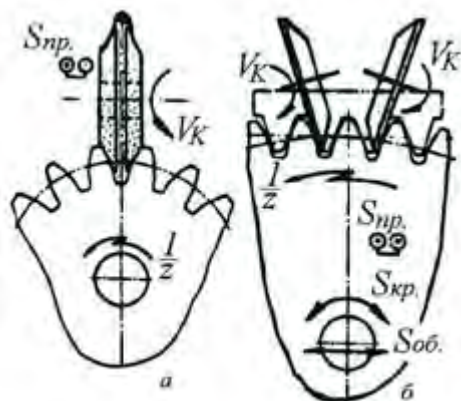


Рис.20.11. Шліфування зубців дисковим кругом за методом копіювання (а) і двома тарілчастими кругами за методом обкатування (б)

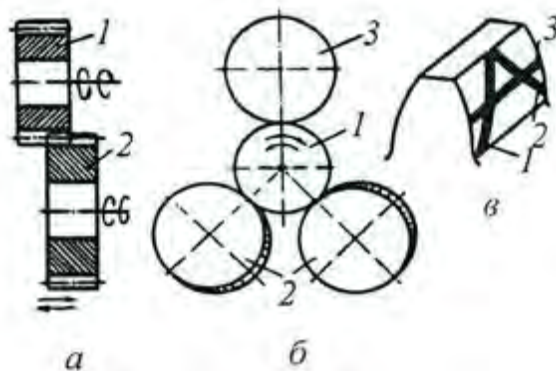


Рис.20.12. Схеми притирання зубців на верстатах з паралельними осями: притира і колеса (а) і з осями притирів і колеса, що перехрещуються (б)

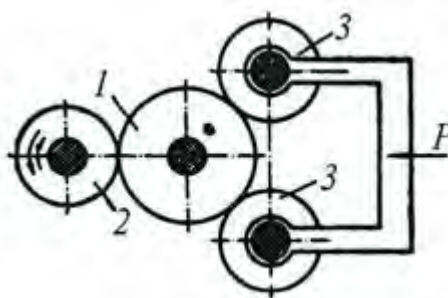


Рис.20.13. Обкатування зубчастого колеса трьома шестернями-еталонами

## 20.2. Нарізування зубців конічних зубчастих коліс

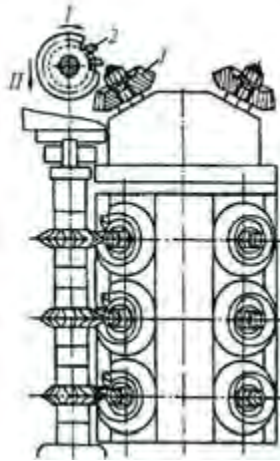


Рис.20.14. Попереднє нарізування зубців конічних коліс набором фрез

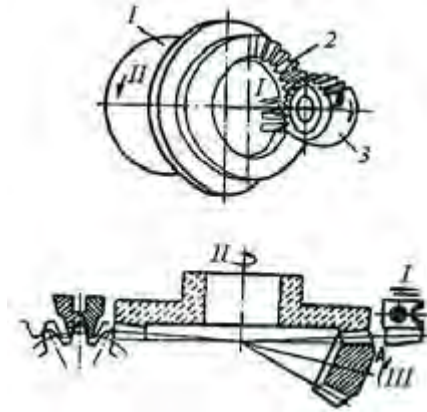


Рис.20.15. Схема нарізування зубців конічного прямозубого колеса на зубоштрівальному верстаті з конусним утворюючим колесом

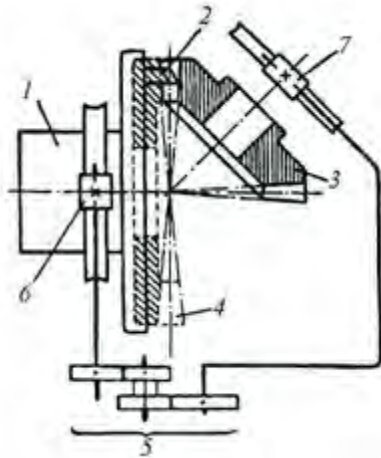


Рис.20.16. Кінематична схема верстату для нарізування зубців конічних коліс за методом обкатування

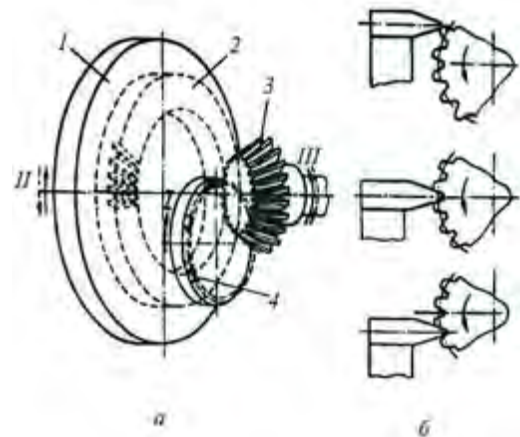


Рис.20.17. Схема нарізування конічного колеса з круговими зубцями торцевою зуборізною головкою

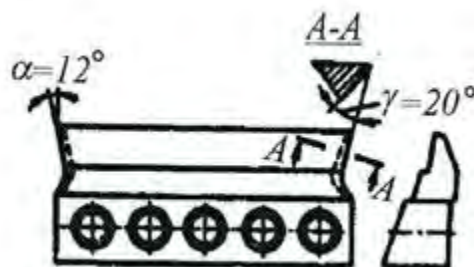


Рис.20.18. Зубоштрівальний різець

## ТЕМА 21. ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

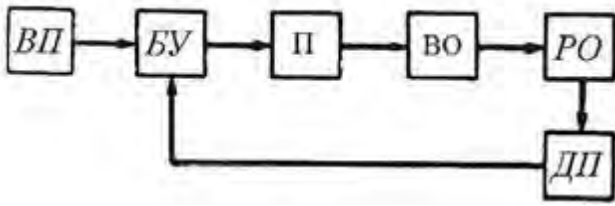


Рис.21.1. Блок-схема програмного керування верстатом

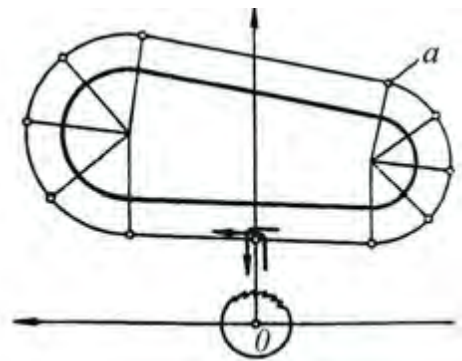


Рис.21.2. Схема переходів на верстатах із ЧПК

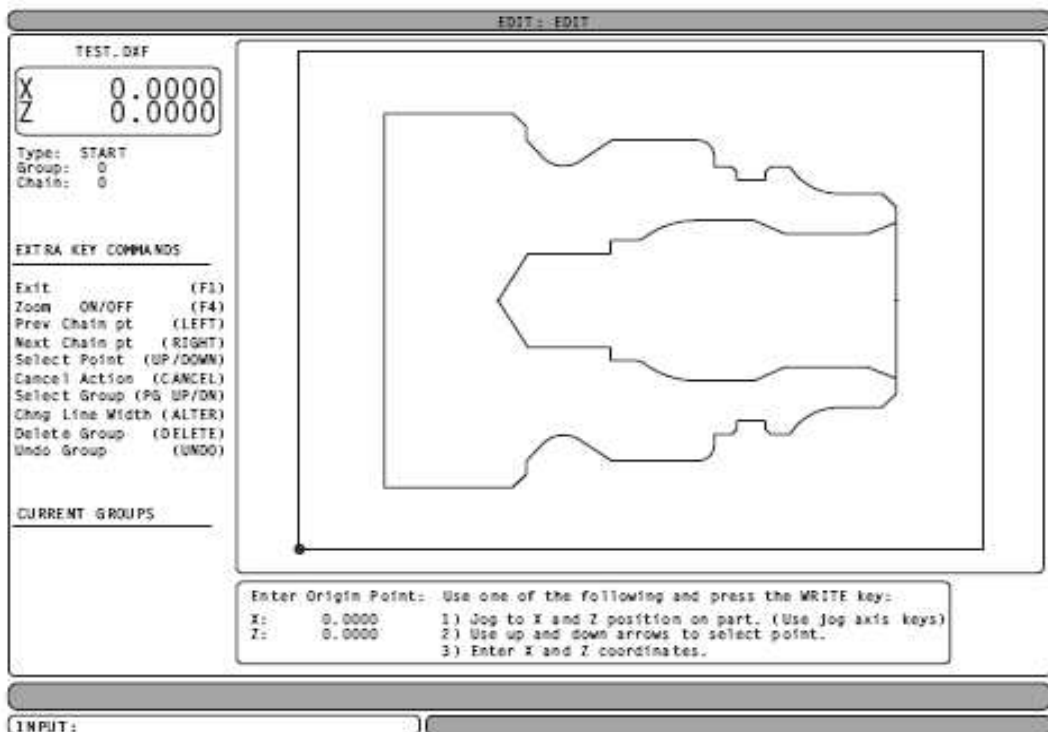


Рис.21.3. Програмування деталей в DXF-форматі

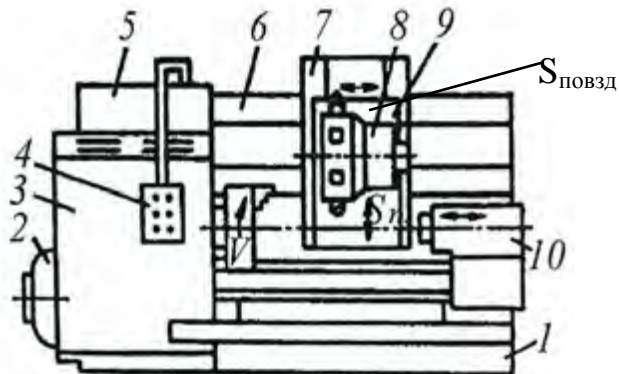


Рис.21.4. Загальний вид токарно-гвинторізного верстату з ЧПК

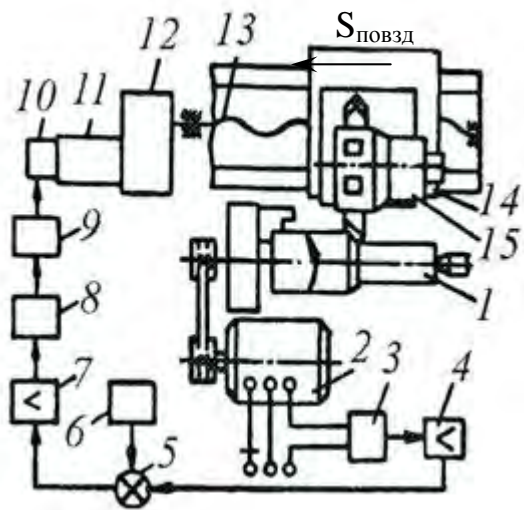


Рис.21.5. Схема токарного верстату з програмним керуванням

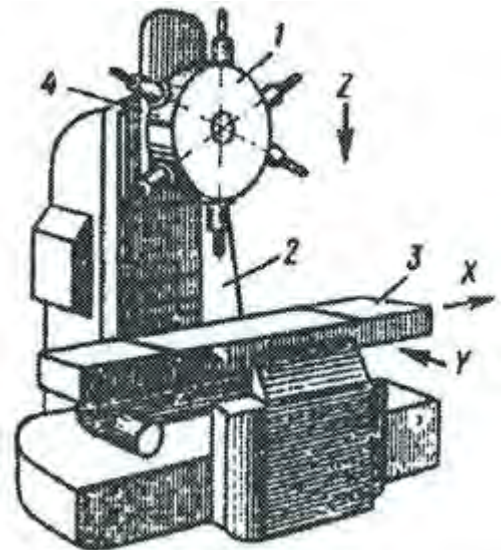


Рис.21.6. Компоновка вертикально-свердильного верстату з револьверною головкою

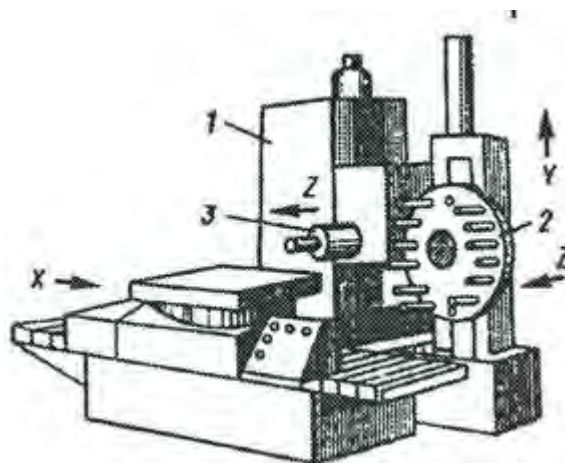


Рис.21.7. Компоновка горизонтально-розточувального верстату з ЧПК

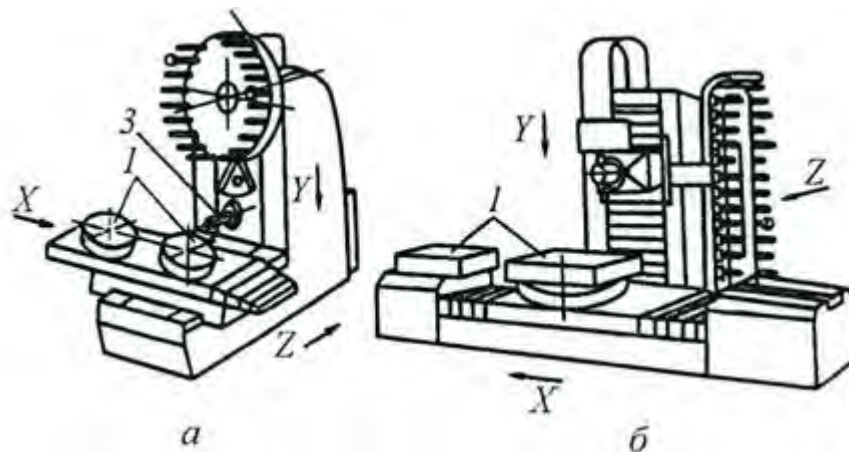


Рис.21.8. Схеми багатоопераційних верстатів



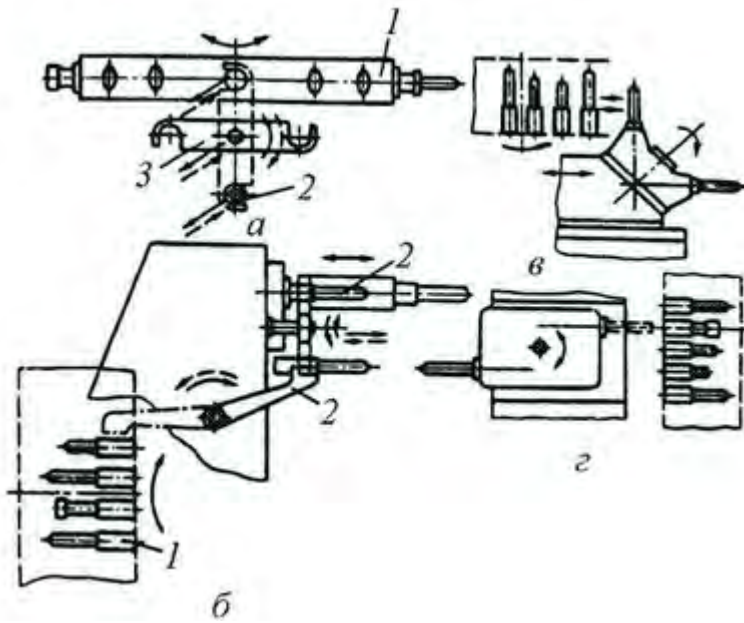


Рис.21.9. Схеми автоматичної зміни інструменту на верстатах з ЧПК

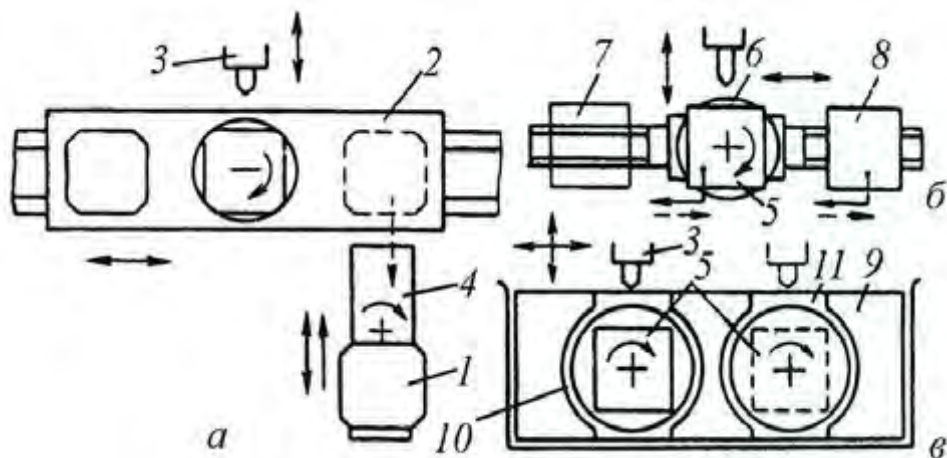


Рис.21.10. Способи кантування і зміни оброблюваних заготовок

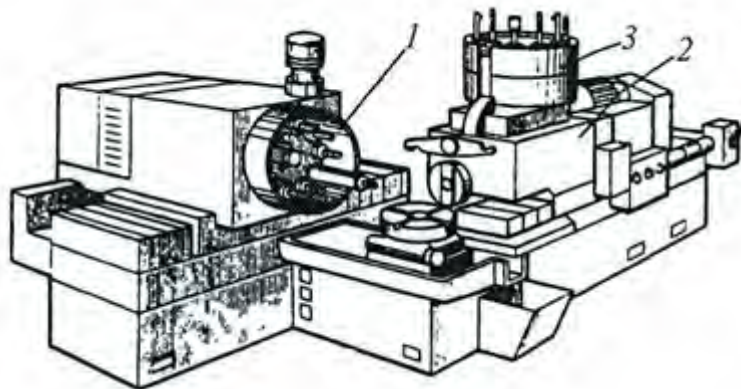


Рис.21.11. Агрегатний верстат з автоматичною зміною інструменту за програмою

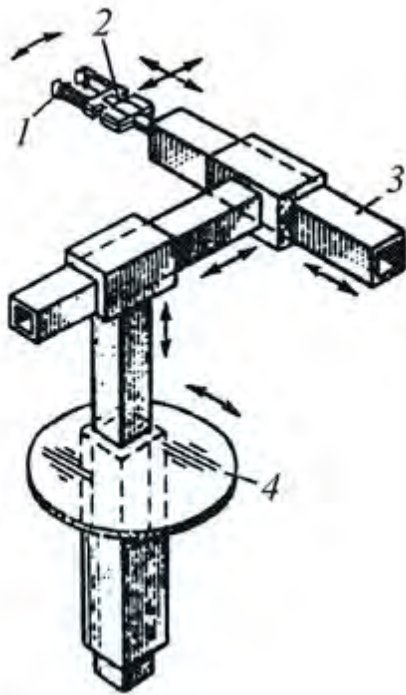


Рис.21.12. Схема маніпулятора з чотирма ступенями вільності

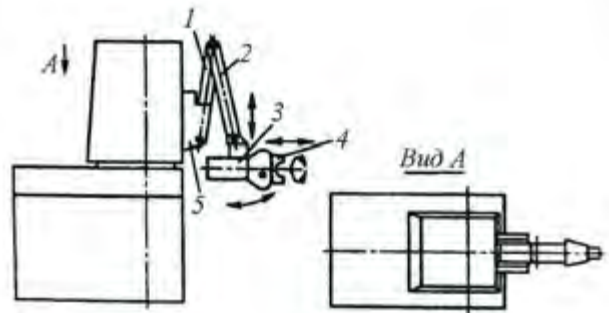


Рис.21.13. Важільний маніпулятор

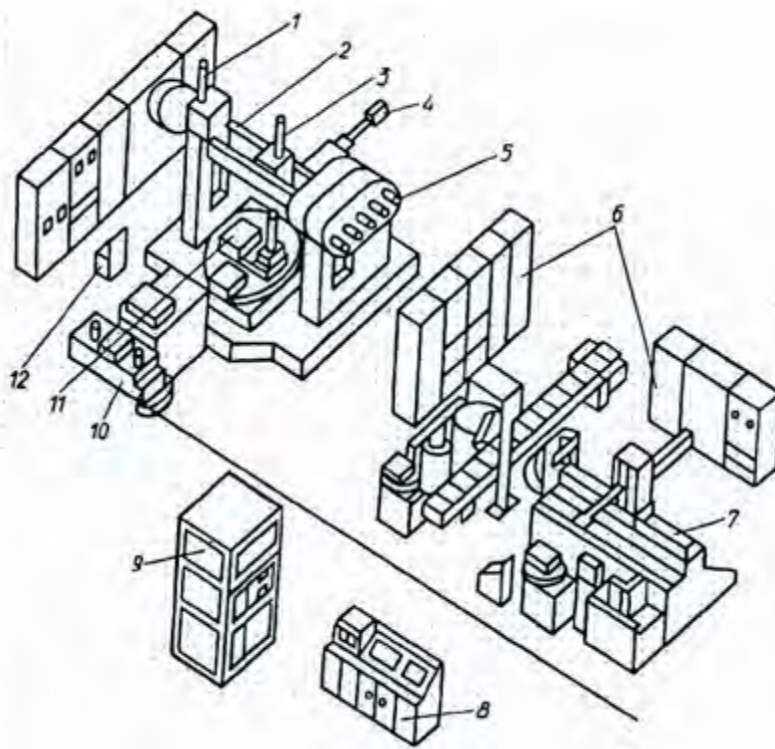


Рис.21.14. Гнучка складальна дільниця:

1, 3, 4 – вертикально і горизонтально розміщені роботи, 2 – гнучка складальна машина, 5 – інструментальний магазин, 6 – стояки, 7 – склад покупних виробів, 8 – головний пульт керування і монітор, 9 – склад касет, 10 – автоматичний транспортний візок, 11 – поворотний стіл складальної машини, 12 – касети.

## Гнучке автоматичне виробництво

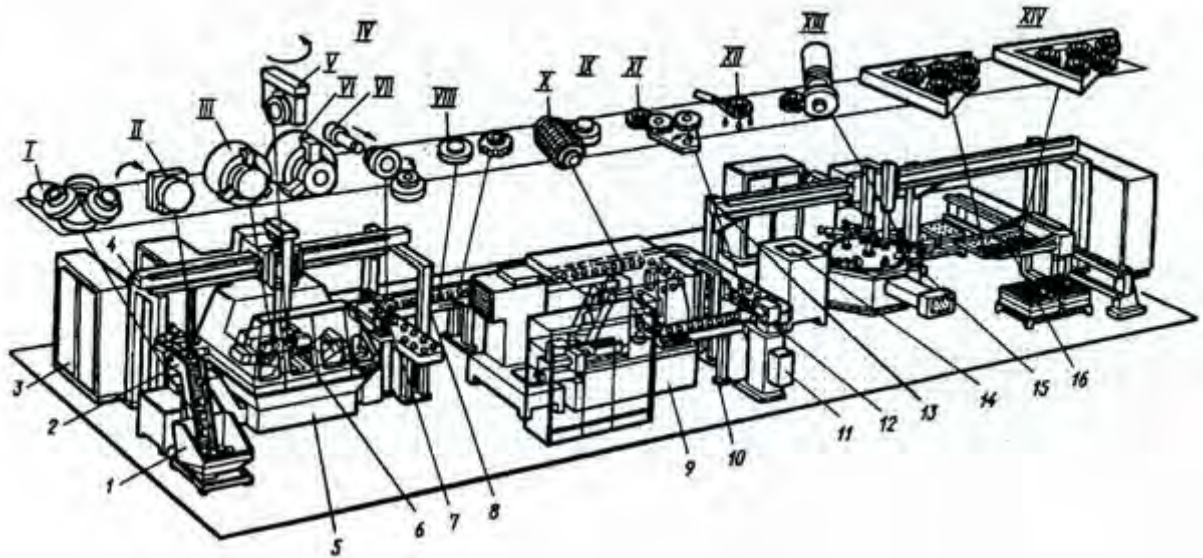


Рис.21.15. ГАЛ для оброблення зубчастих коліс

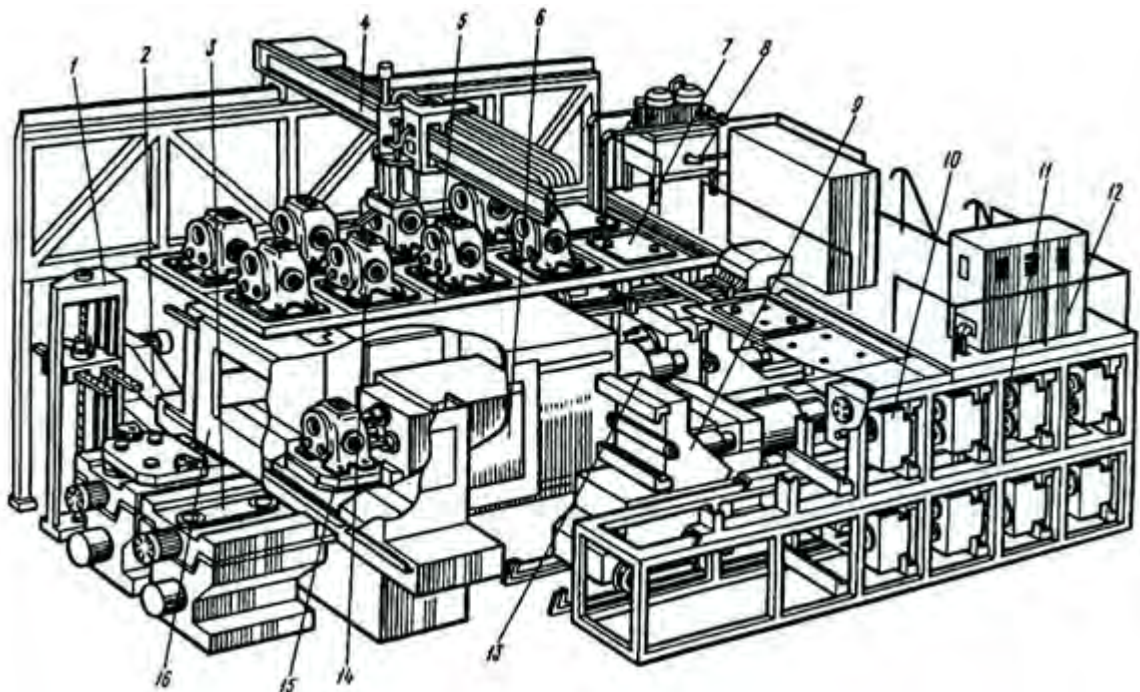


Рис.21.16. Переналаджуваний ГВМ мод. МА2765МЗФ4 з магазином багатшпindelних головок

## ТЕМА 22. СКЛАДАННЯ МАШИН І АПАРАТІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

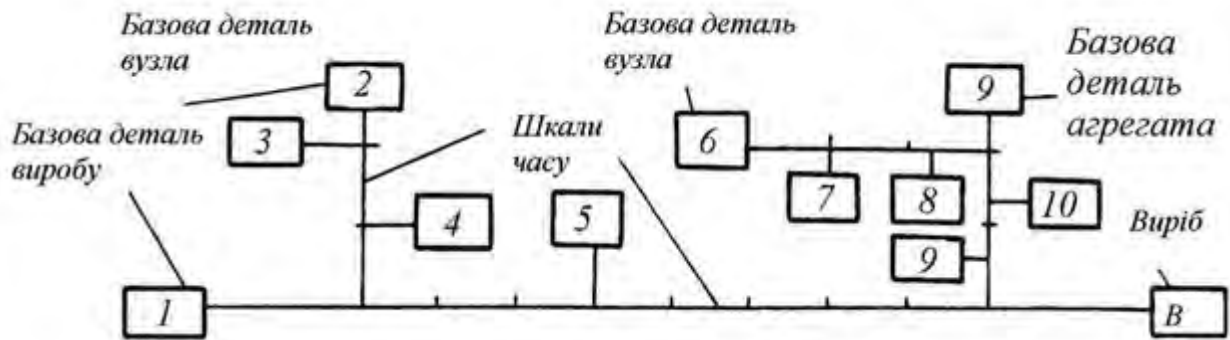


Рис.22.1. Схема складання виробу

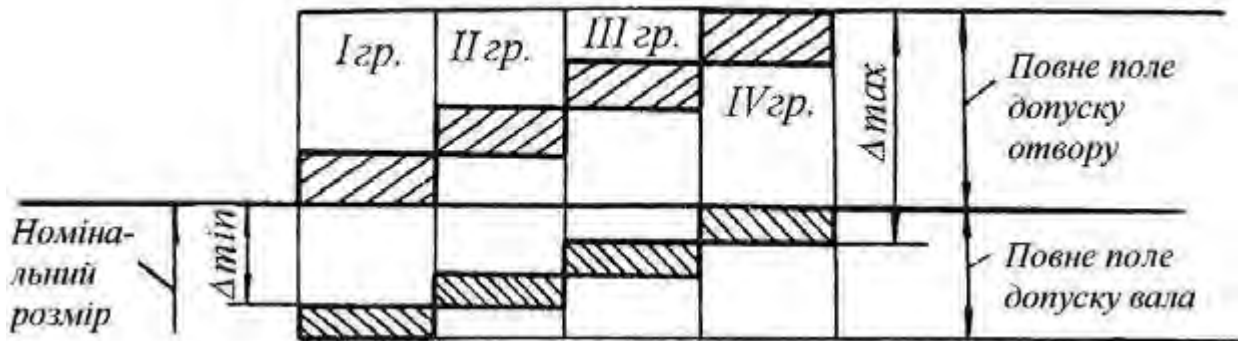


Рис.22.2. Схема складання спряжуваних поверхонь за методом групової взаємозамінності (селективне складання)

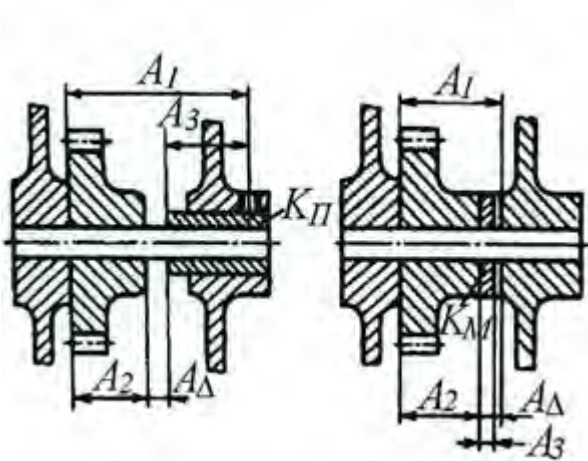


Рис.22.3. Складання вузла з рухомим (а) і нерухомим (б) компенсаторами

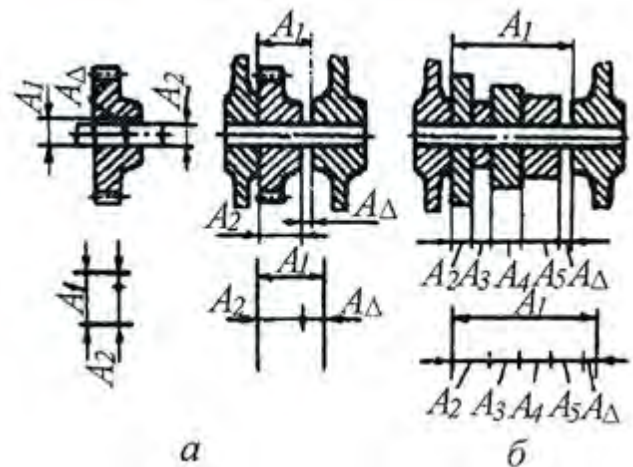


Рис.22.4. Трьохланкові (а) і багатоланкові (б) розмірні ланцюги і їхні схеми

## ТЕМА 23. ТИПОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

### 23.1 ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ

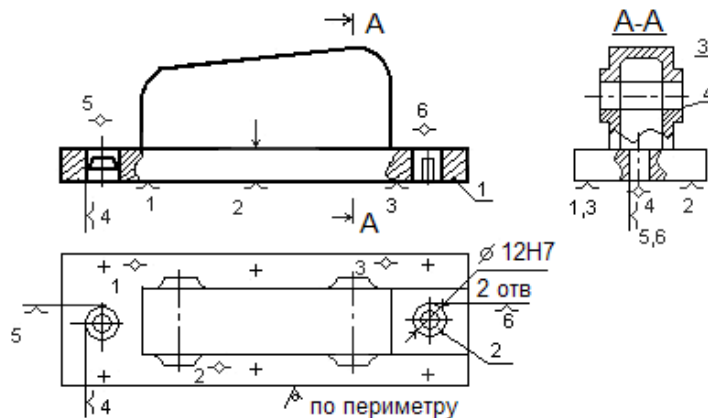


Рис.23.1 Чистові технологічні бази (при базуванні по площині та двох точних отворах)

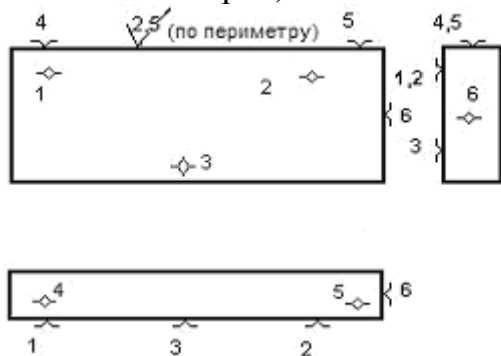


Рис.23.2 Чистові технологічні бази при базуванні по трьох зовнішніх оброблених площинах

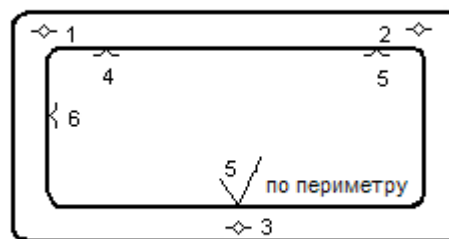


Рис.23.3 Чистові технологічні бази при базуванні по одній зовнішній та двох внутрішніх оброблених площинах (вид знизу)

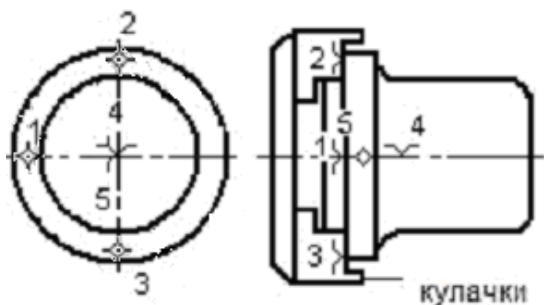


Рис.23.4 Чистові ТБ при базуванні фланцевого корпусу по обробленому торцю фланця і пояску в самоцентруючому патроні

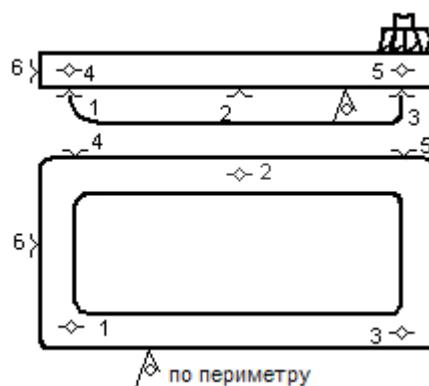


Рис.23.5 Чорнові ТБ при обробленні плоскої чистової ТБ

## 23.2 ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

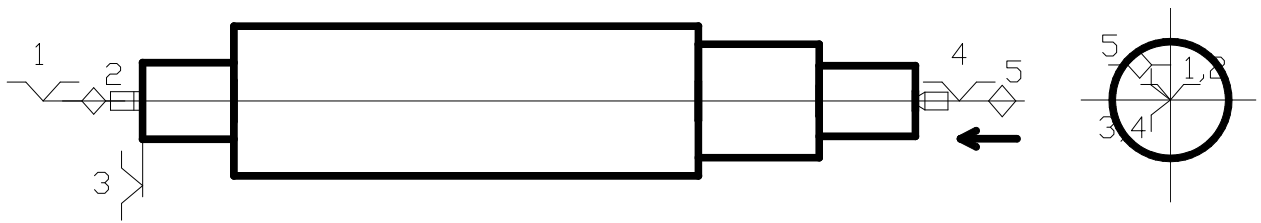


Рис.23.6. Чистові технологічні бази при обробленні поверхонь обертання в центрах

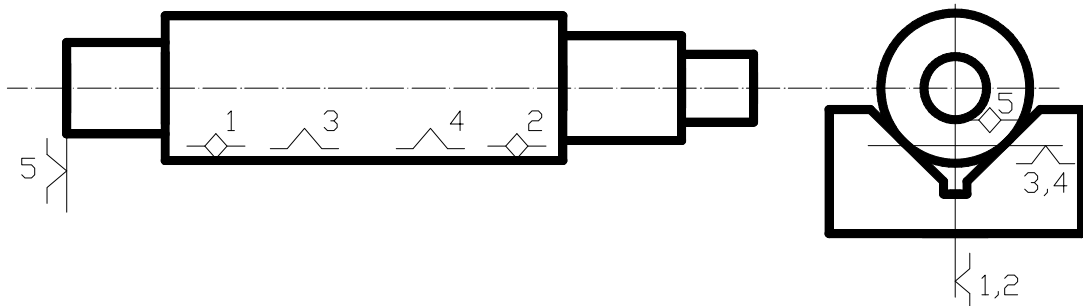


Рис.23.7. Чистові технологічні бази при свердлінні поперечних отворів та фрезеруванні шпонкових пазів (базування в призмах)

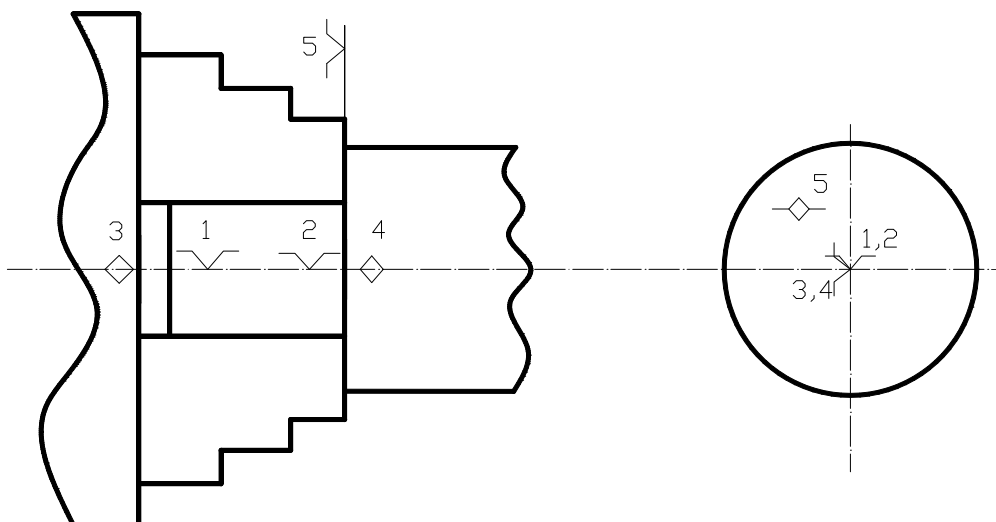


Рис.23.8. Чорнові технологічні бази при консольному закріпленні недовгого валу в самоцентруючому патроні

### 23.3 ВИГОТОВЛЕННЯ ВТУЛОК

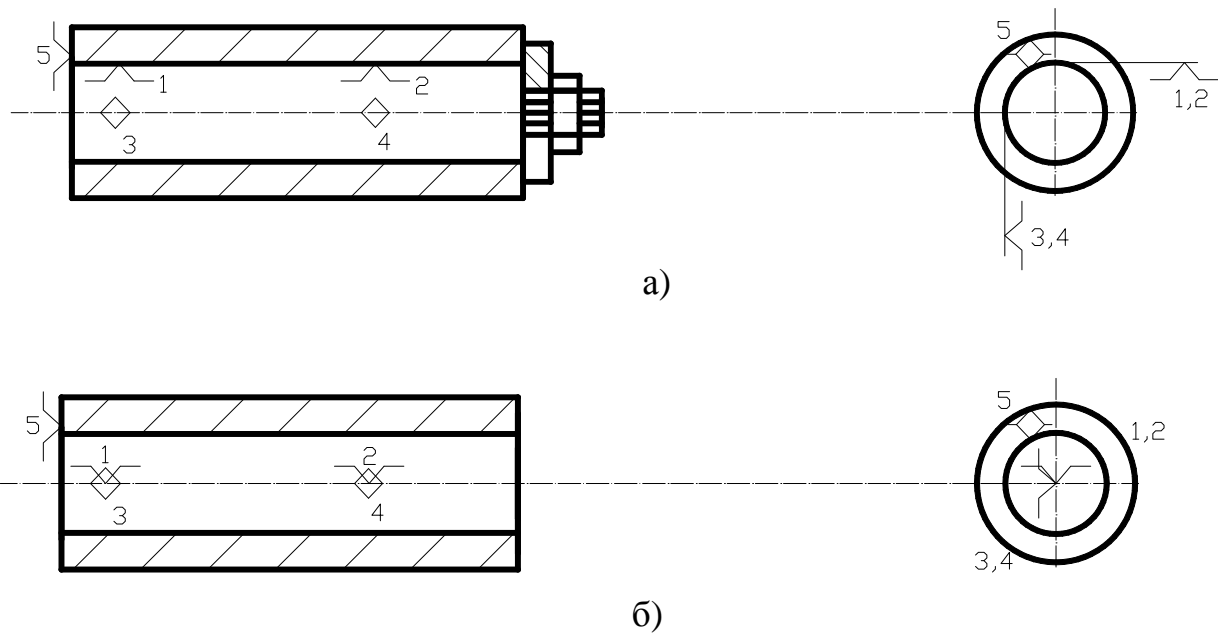


Рис.23.9 Базування втулок на чистові технологічні бази при обробленні поверхонь обертання:  
 а) базування на жорсткій оправці з зазором;  
 б) базування на розтискній оправці або жорсткій оправці з натягом

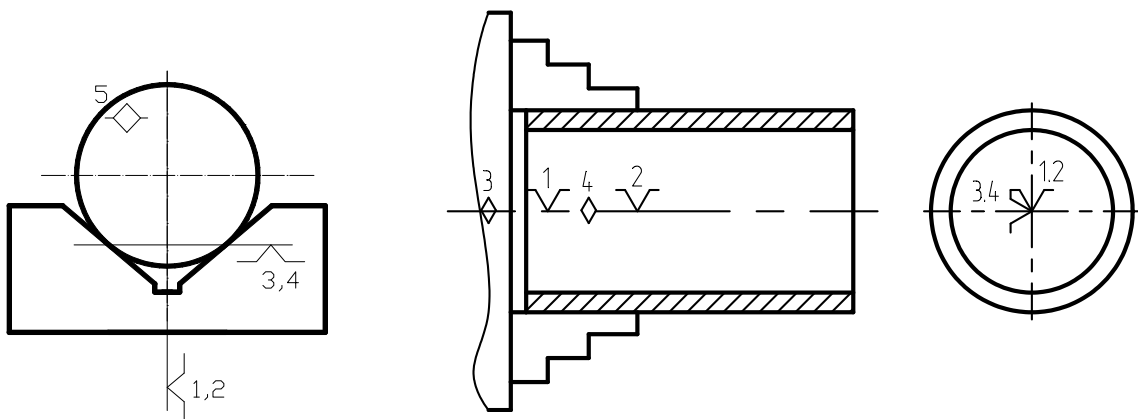


Рис.23.10 Базування втулок за чистовими базами (в призмi) при свердлінні поперечних отворів, фрезеруванні тощо

Рис.23.11 Базування втулок за чорновими базами (в самоцентруючому патроні або цанзі) на токарно-револьверному верстаті

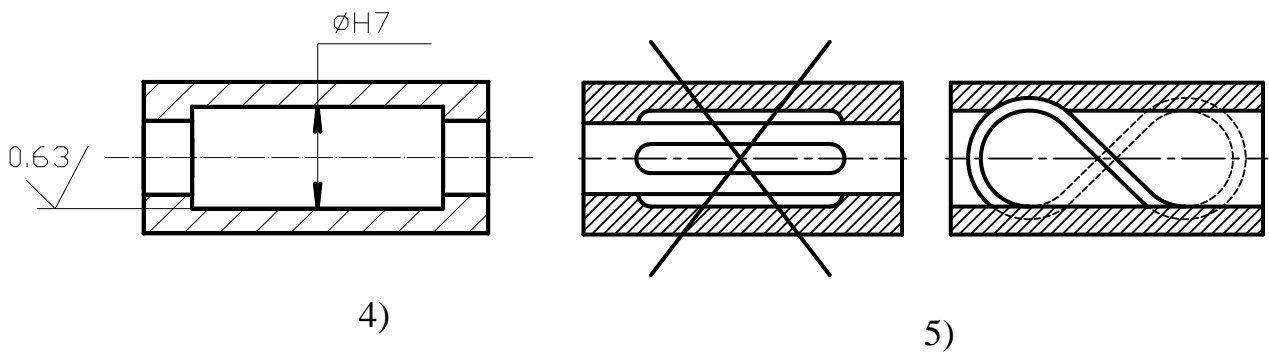
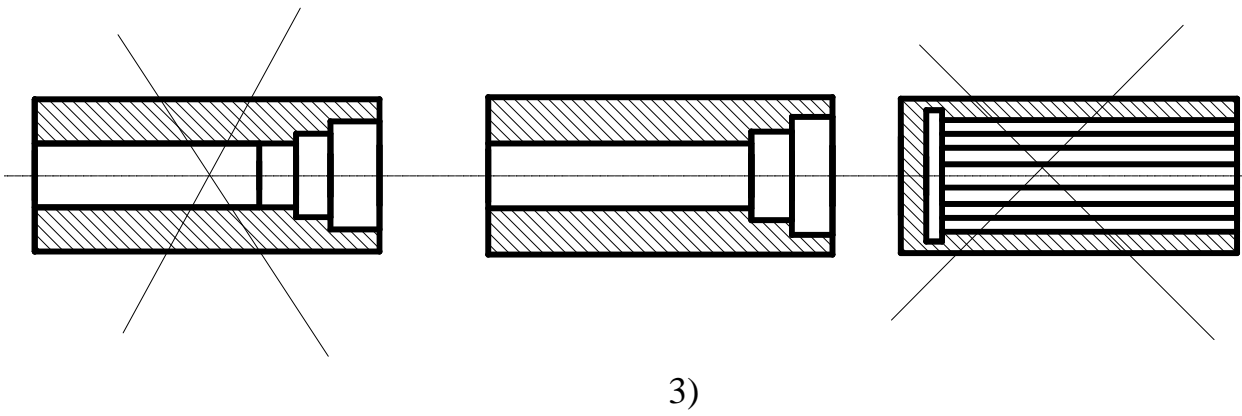
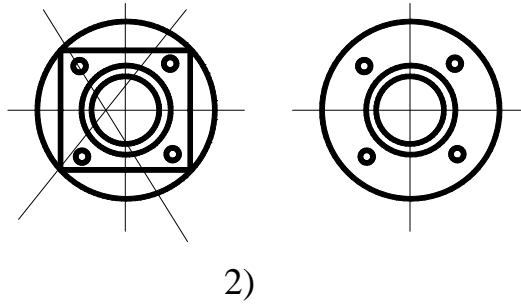
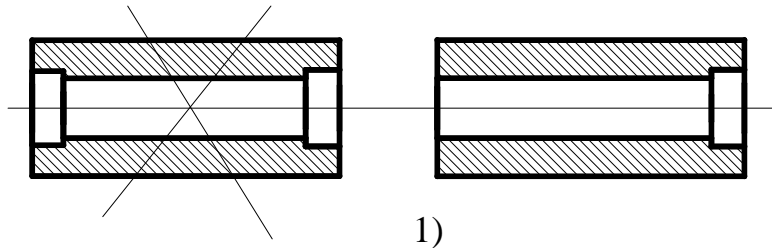


Рис.23.12. Приклади нетехнологічних (~~X~~) та технологічних конструкцій втулок



## 23.4. ВИГОТОВЛЕННЯ ДИСКІВ

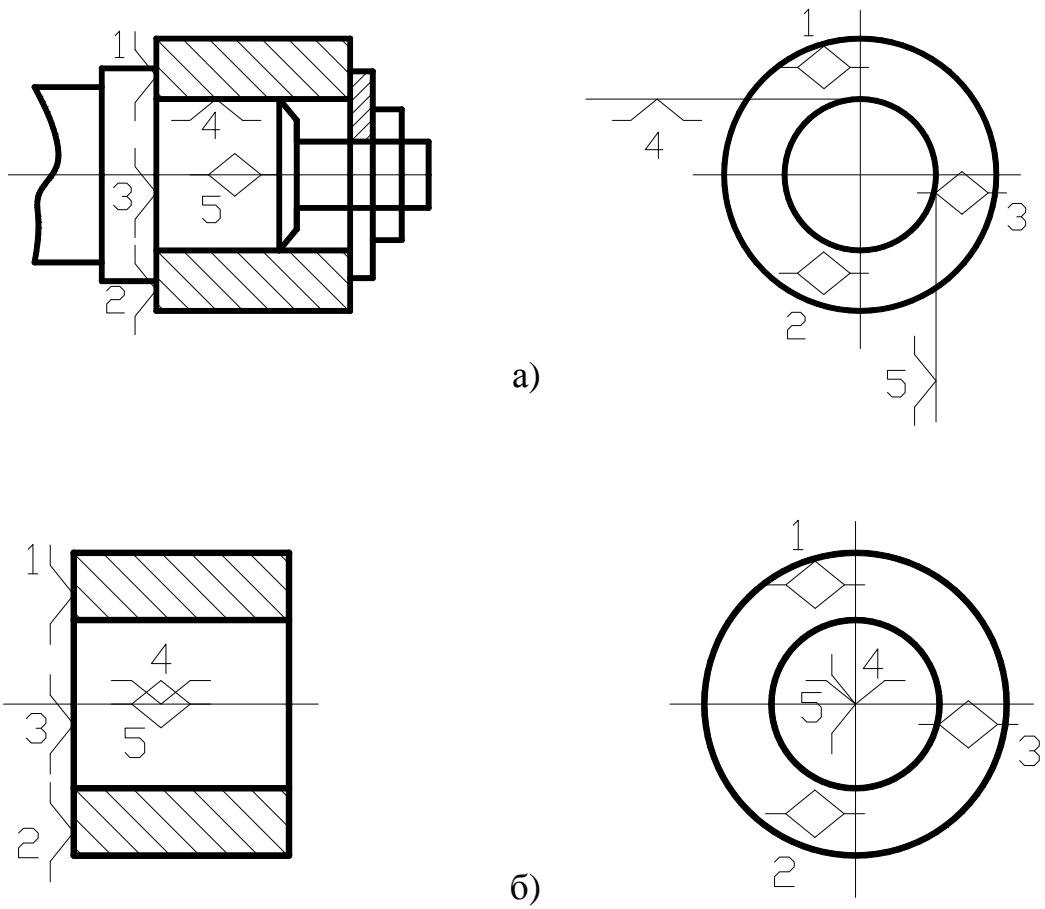


Рис.23.13 Чистові технологічні бази при базуванні дисків на жорсткій оправці з зазором (а) або розтискній чи жорсткій оправці з натягом (б)

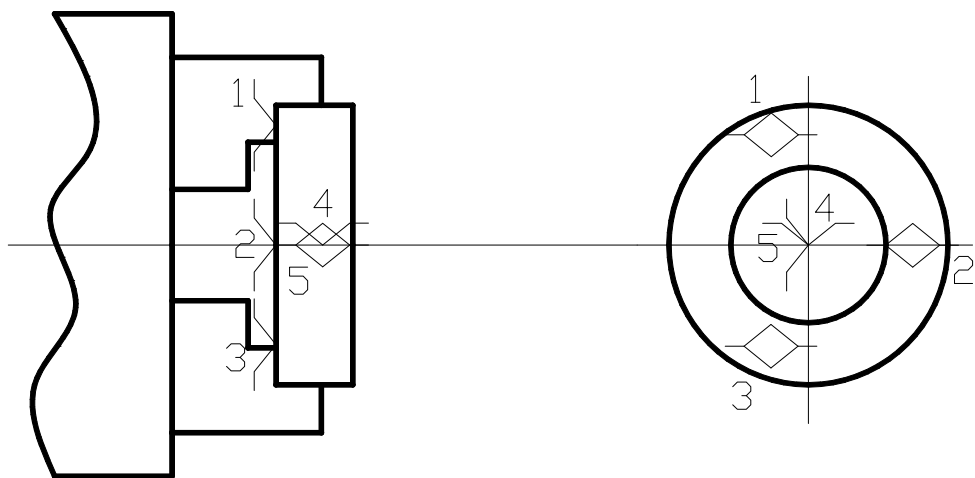


Рис. 23.14 Чистові технологічні бази при базуванні дисків у самоцентруючому патроні

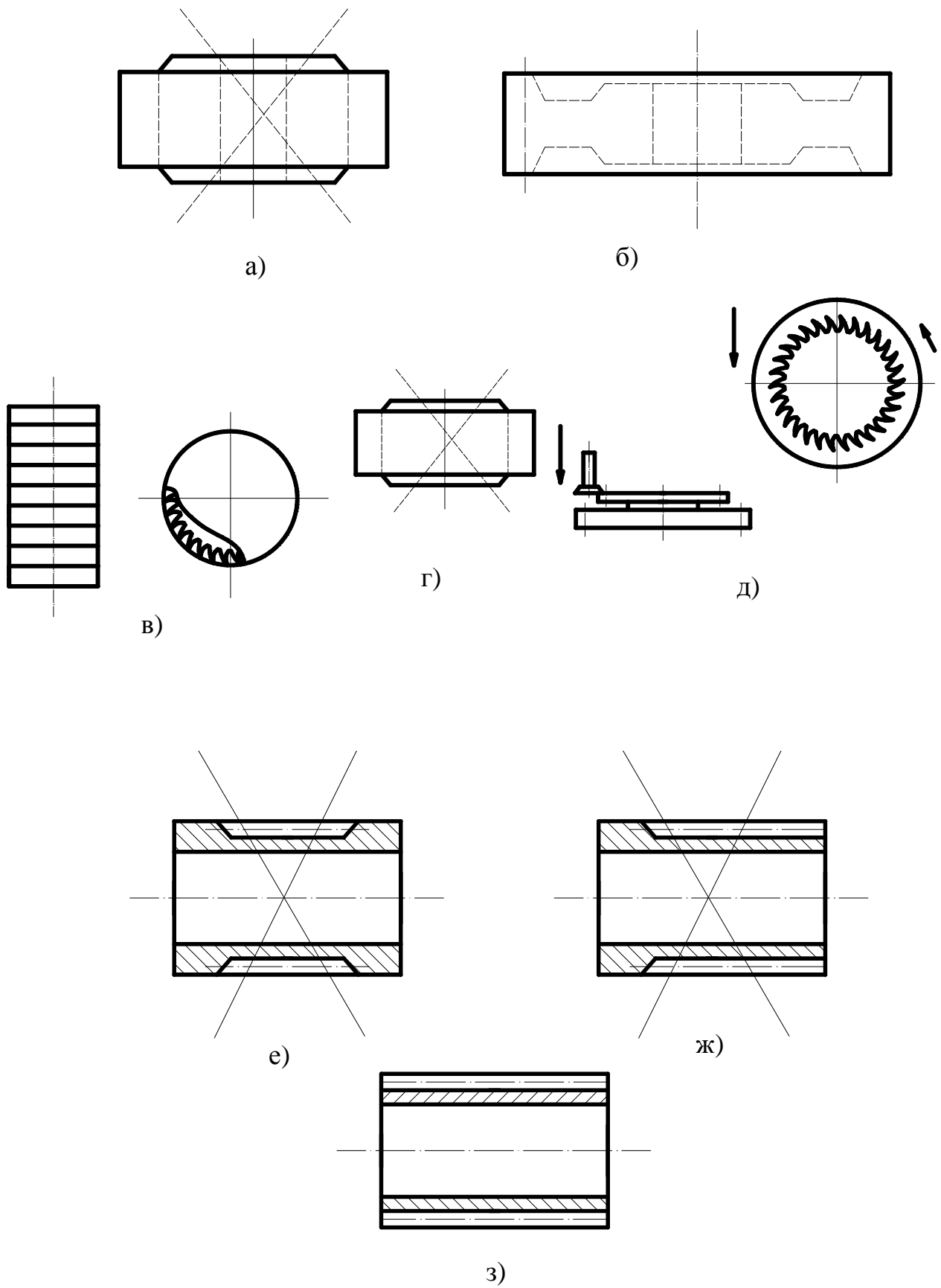


Рис.23.15 Приклади нетехнологічних (X), допустимих (---) та технологічних конструкцій шестерень.

### 23.5 ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЖЕЛІВ

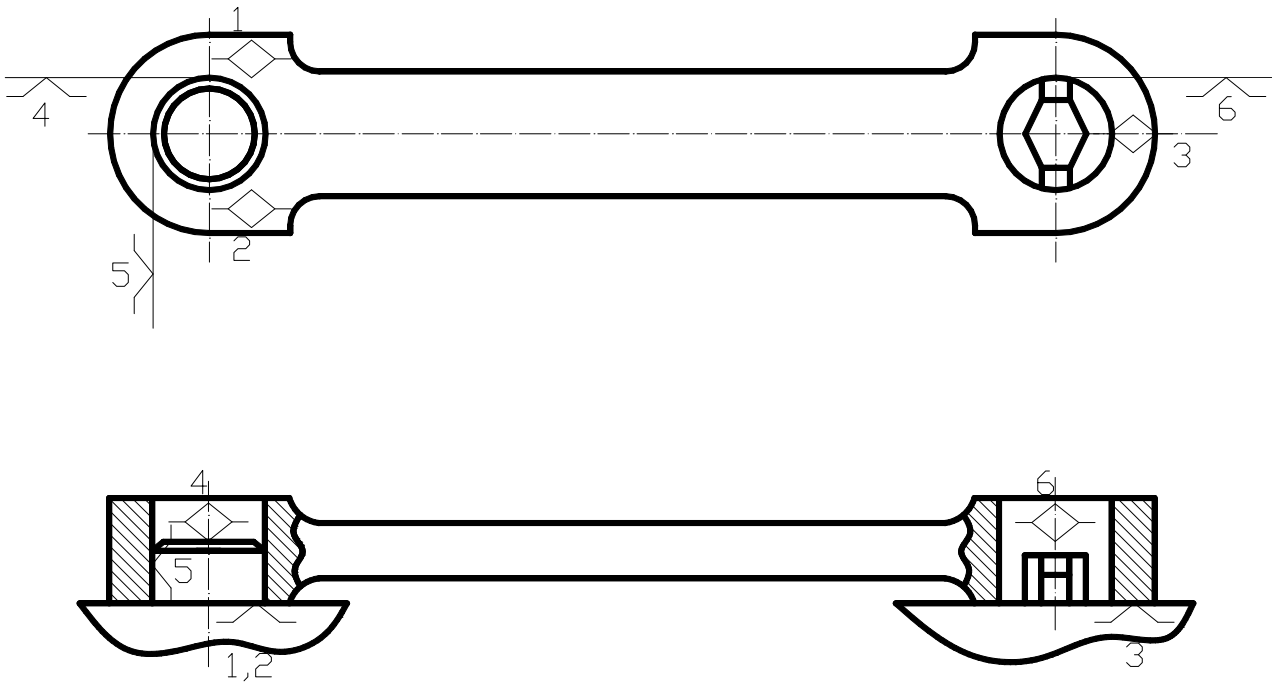


Рис.23.16 Чистові технологічні бази при обробленні важелів

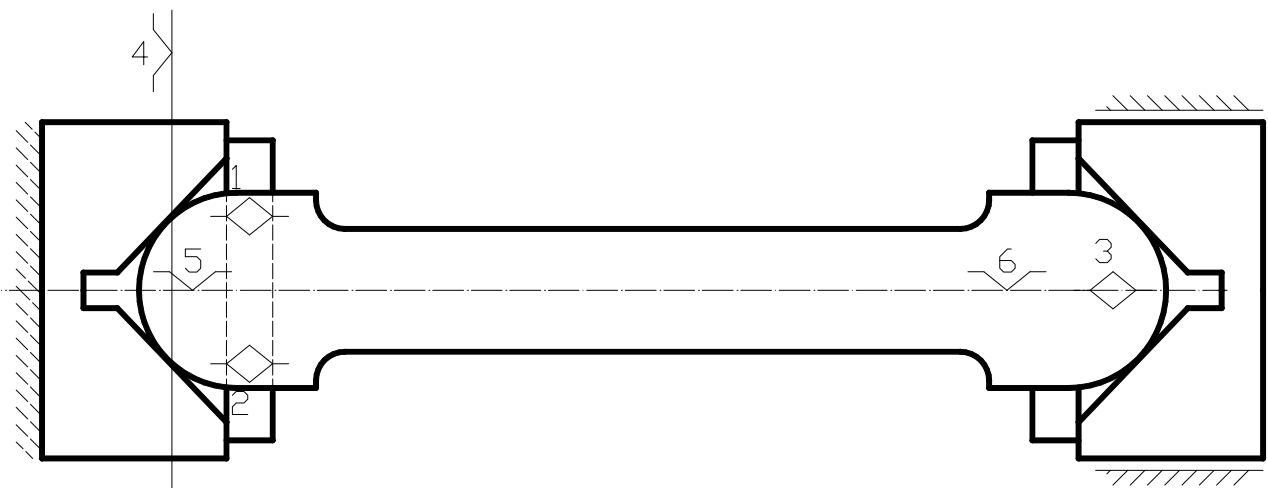


Рис.23.17 Чорнові технологічні бази при базуванні заготовок важелів у нерухомій та рухомій призмах

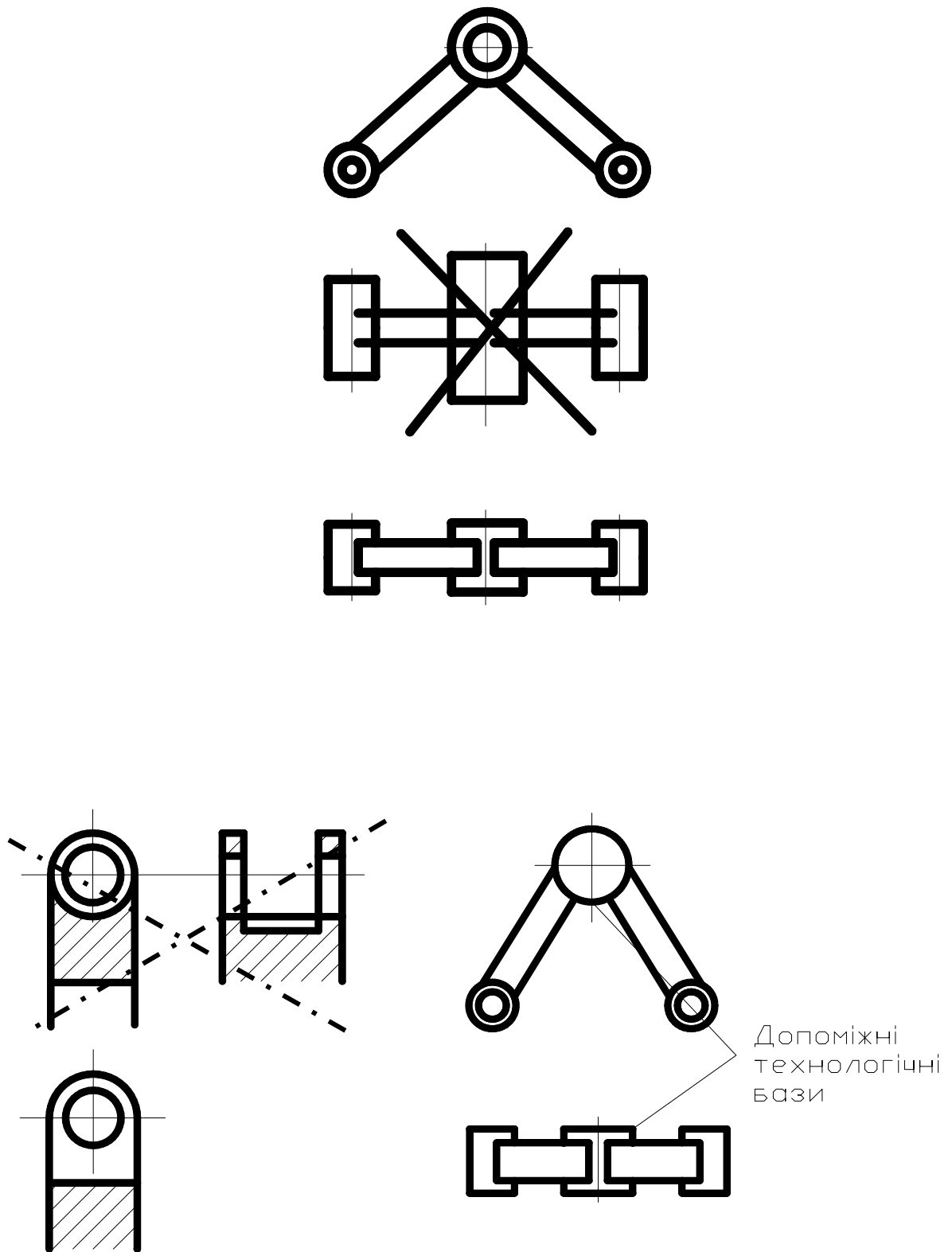


Рис. 23.18. Нетехнологічні (X) та технологічні конструкції важелів

**ТЕМА 24. ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ВИРОБІВ У  
МАШИНОБУДУВАННІ**

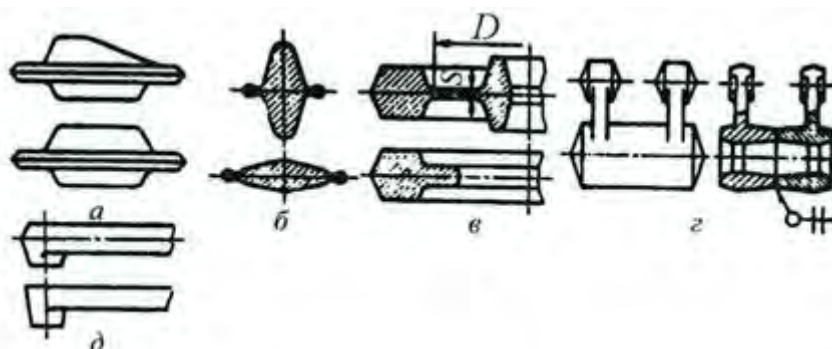


Рис.24.1. Приклади поліпшення технологічності гарячештапованих заготовок

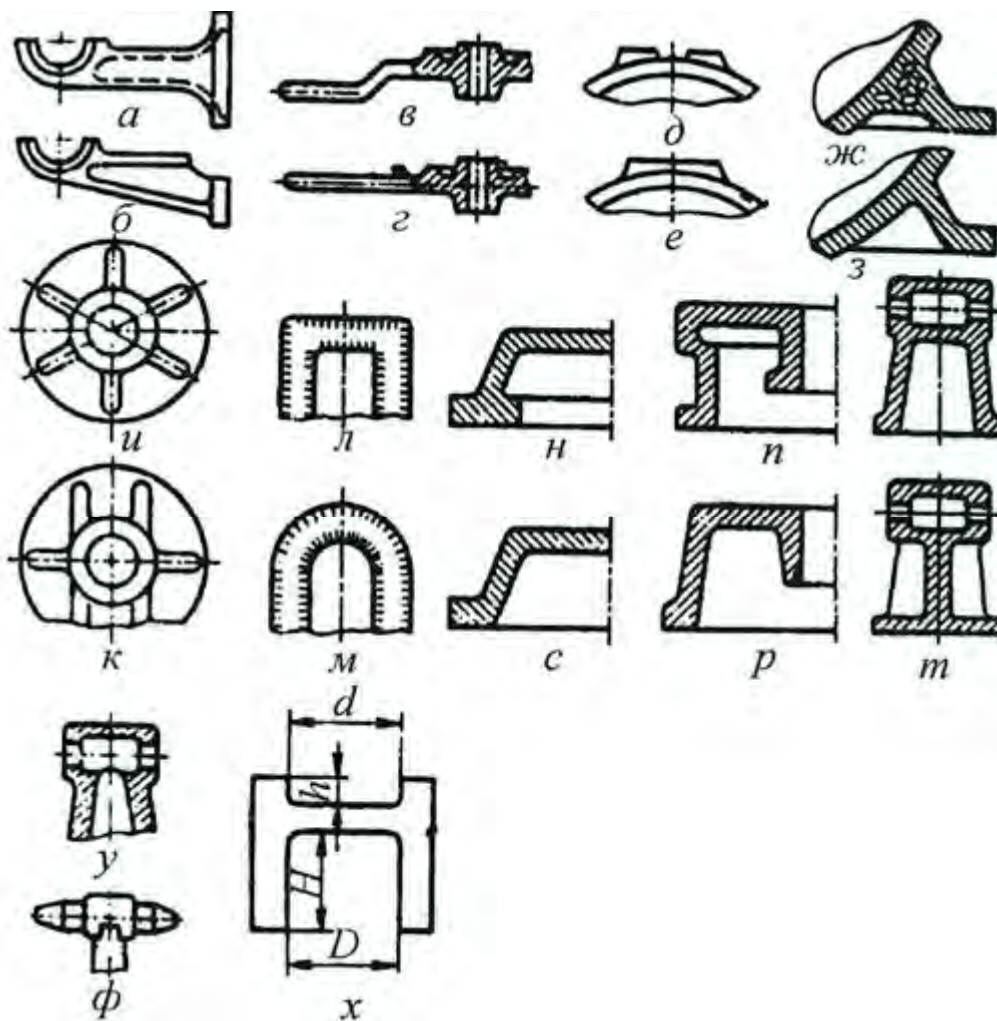


Рис.24.2. Приклади поліпшення технологічності литих заготовок:  
а, в, д, ж, и, л, н, п, с – недостатньо технологічні конструкції заготовок;  
б, г, е, з, к, м, о, р, т, у-х – технологічні конструкції заготовок

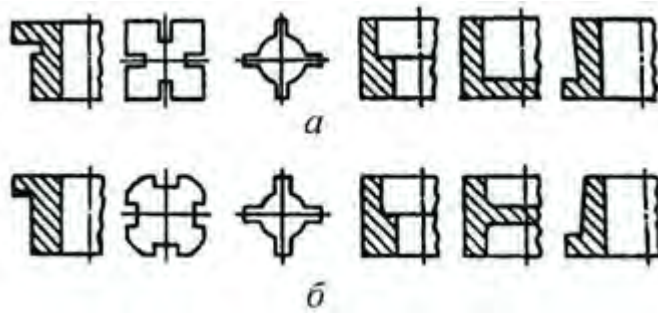


Рис.24.3. Приклади конструкцій заготовок із порошкових матеріалів:  
а – нетехнологічних; б – технологічних;

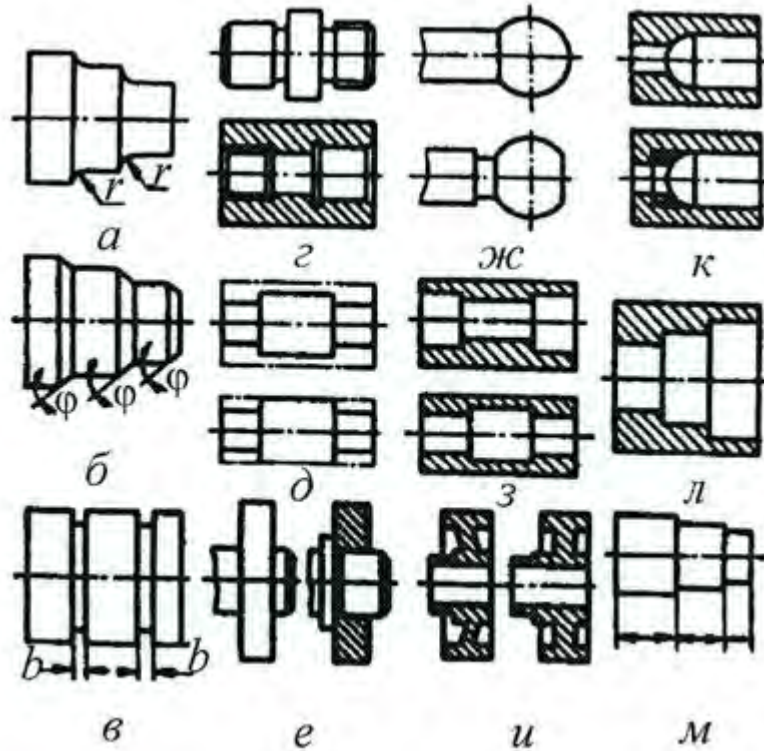


Рис.24.4. Приклади раціональних конструкцій деталей машин, оброблюваних на верстатах токарної групи

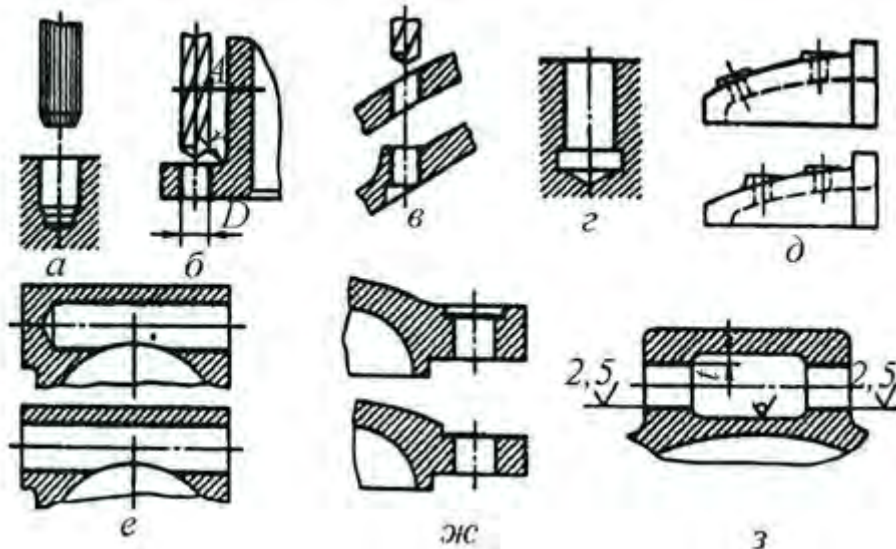


Рис.24.5. Приклади поліпшення конструктивного оформлення оброблюваних отворів у деталях машин

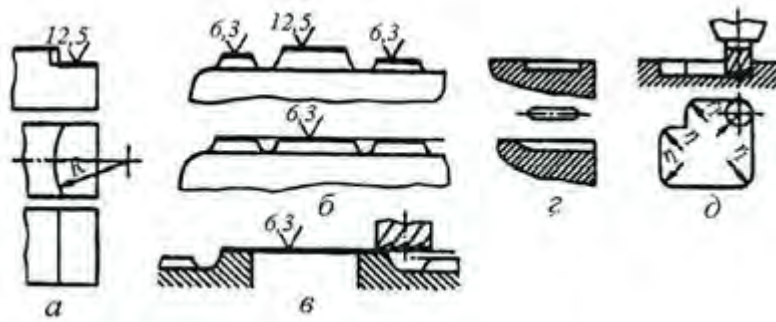


Рис.24.6. Приклади поліпшення технологічності поверхонь деталей машин, оброблюваних на фрезерних верстатах

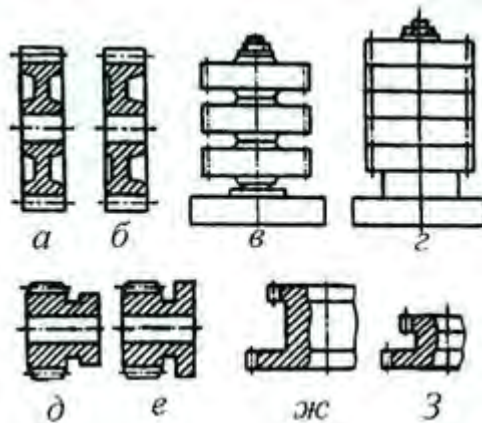


Рис.24.7. Приклади технологічних форм зубчастих коліс

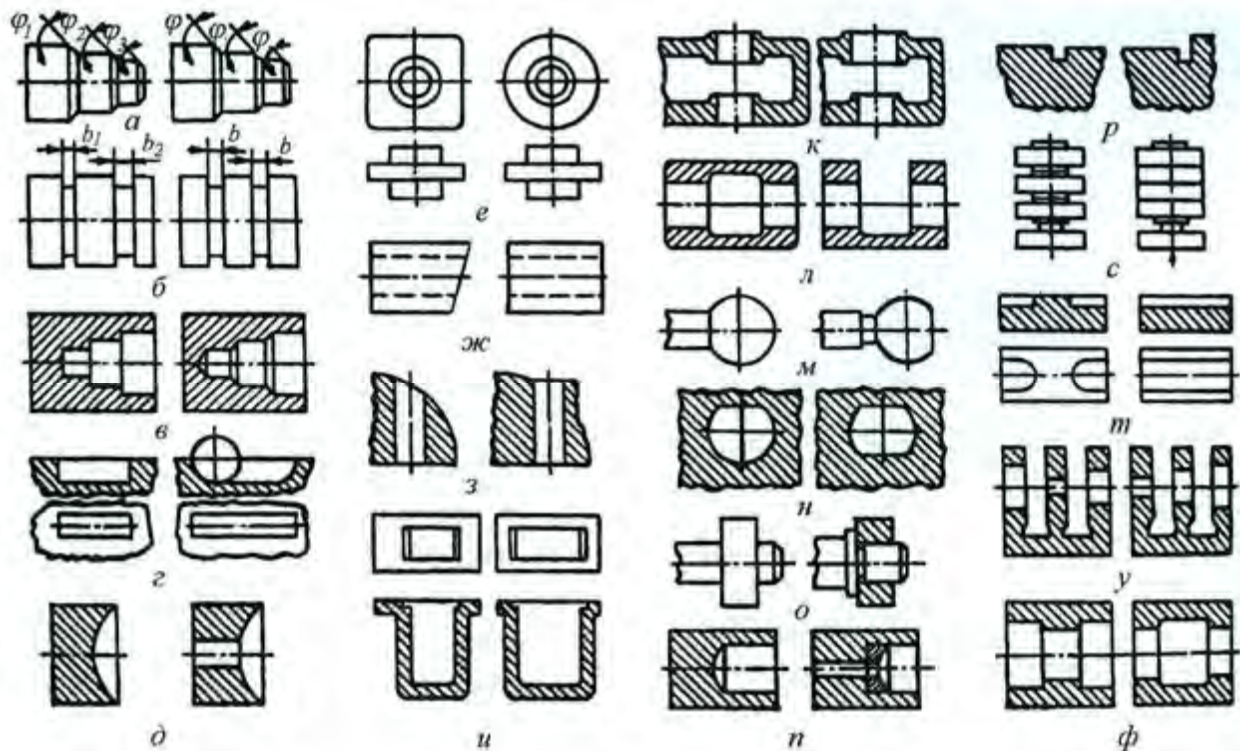


Рис.24.8. Приклади поліпшення технологічності деталей машин, що виготовляються на металорізальних верстатах: (ліворуч – нетехнологічні, праворуч – технологічні конструкції)

ТЕМА 25. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ АПАРАТІВ  
У МАШИНОБУДУВАННІ

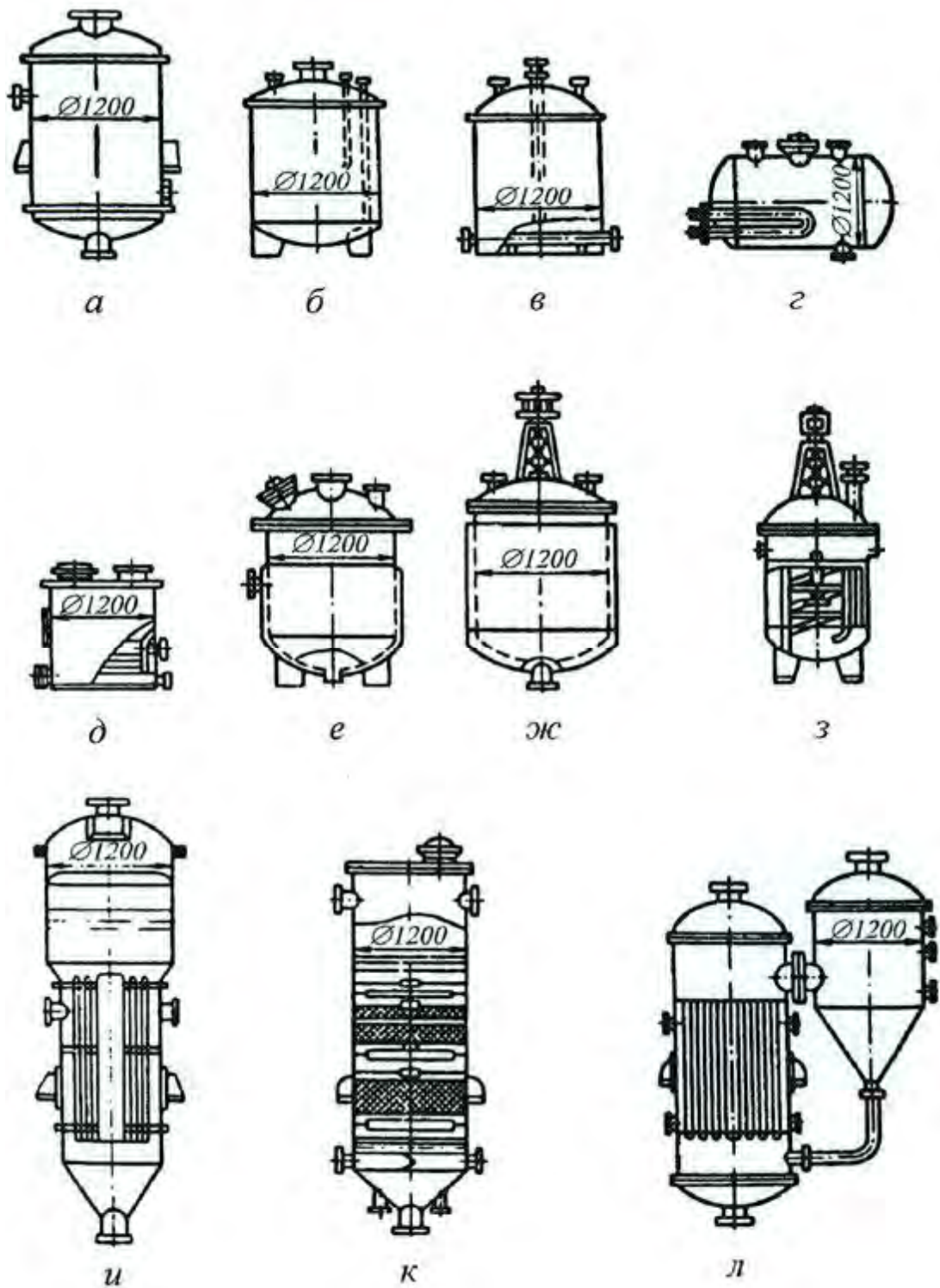


Рис.25.1. Уніфіковані конструкції апаратів



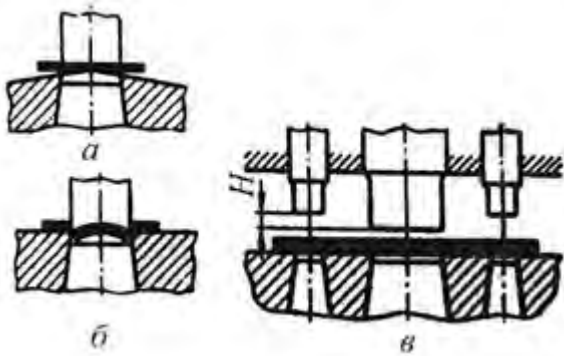


Рис.25.2 Способи зменшення зусиль при вирубці

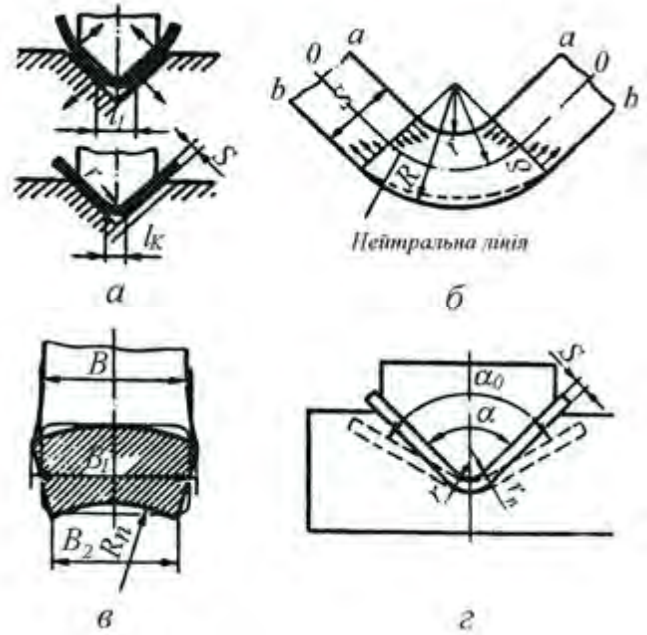


Рис.25.3. Схеми процесу згинання в штампах

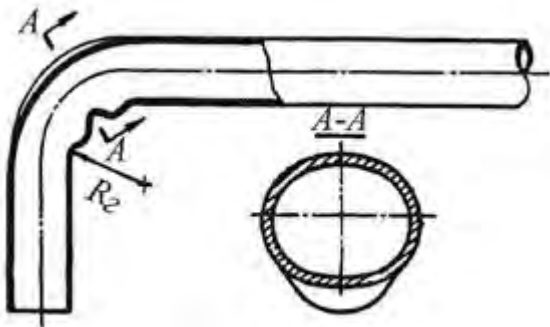


Рис.25.4. Дефекти, що утворюються при згинанні тонкостінних труб

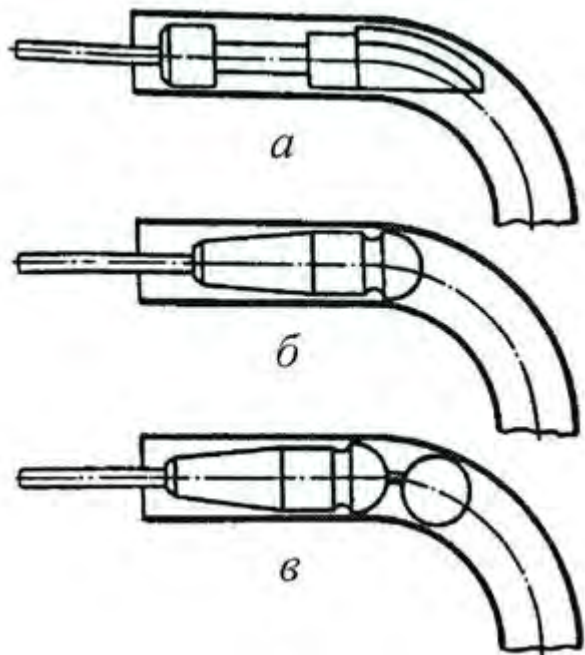


Рис.25.5. Схеми згинання труб із застосуванням калібруючих пробок

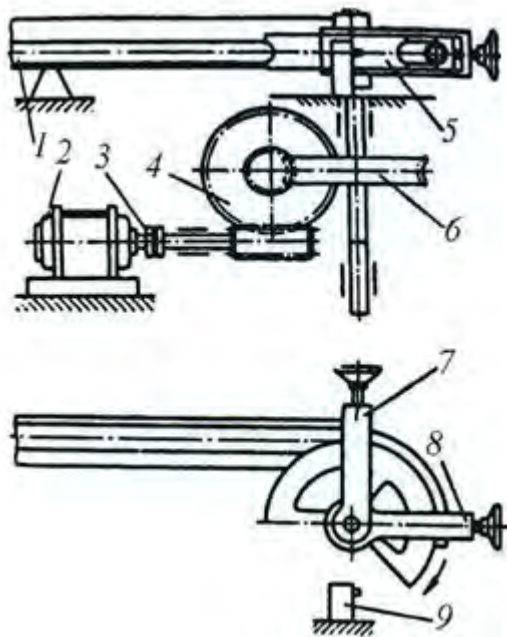


Рис.25.6. Схема роботи трубозгинального верстату

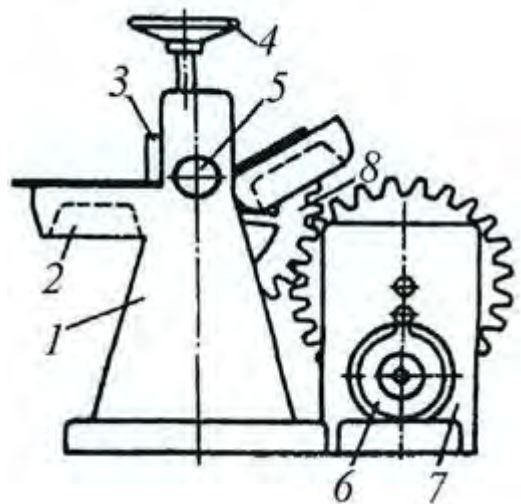


Рис.25.7. Схема роботи кромко-згинального верстату

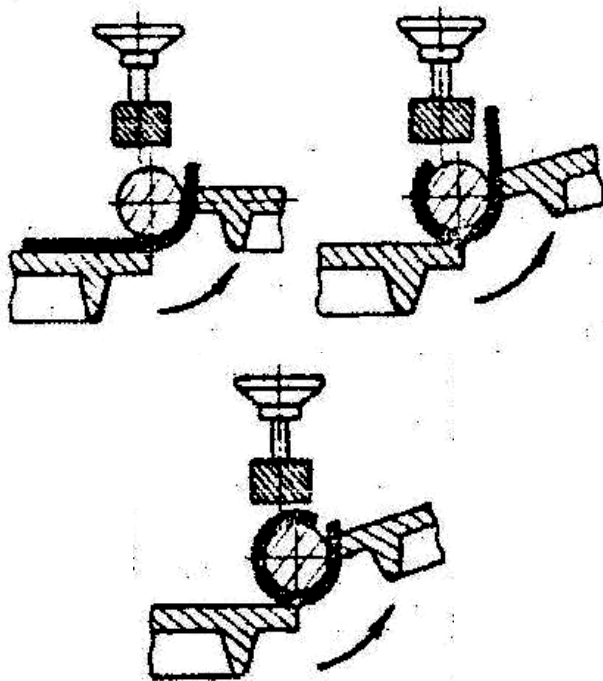


Рис.25.8. Схема вальцювання труб малого діаметра на кромко-згинальному верстаті за три робочих переходи

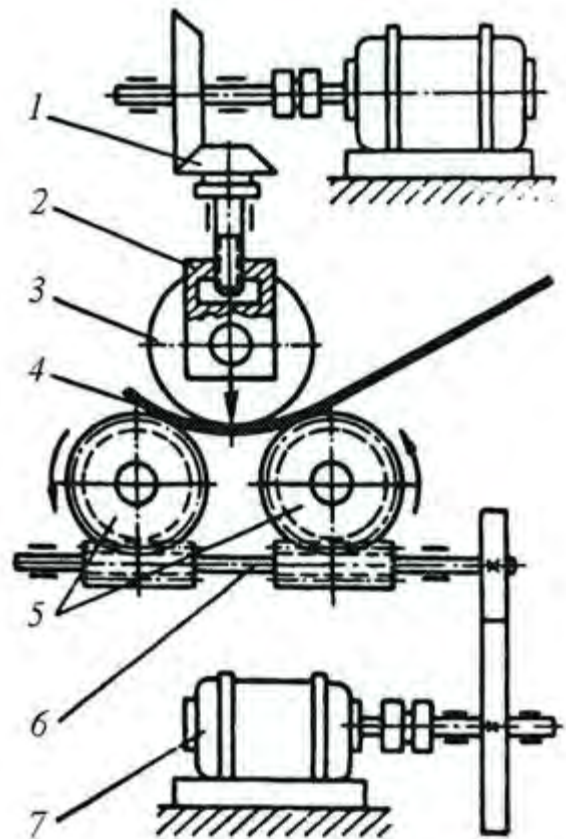


Рис.25.9. Кінематична схема трюхвалкових вальців

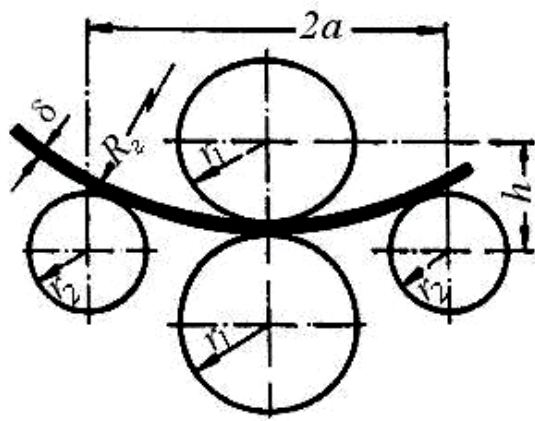


Рис.25.10. Взаємне розташування валків при згинанні на чотирьохвалкових вальцях

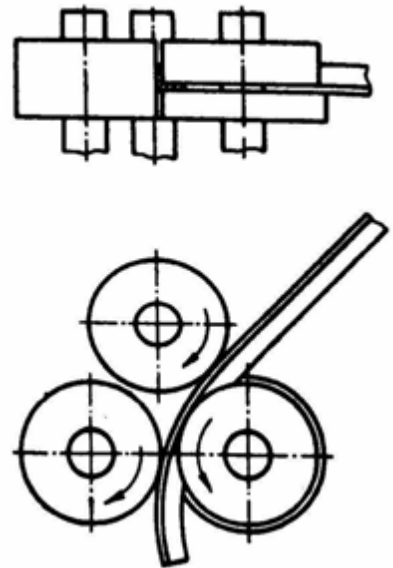


Рис.25.11. Схема згинання кутника на вертикальних згинальних вальцях

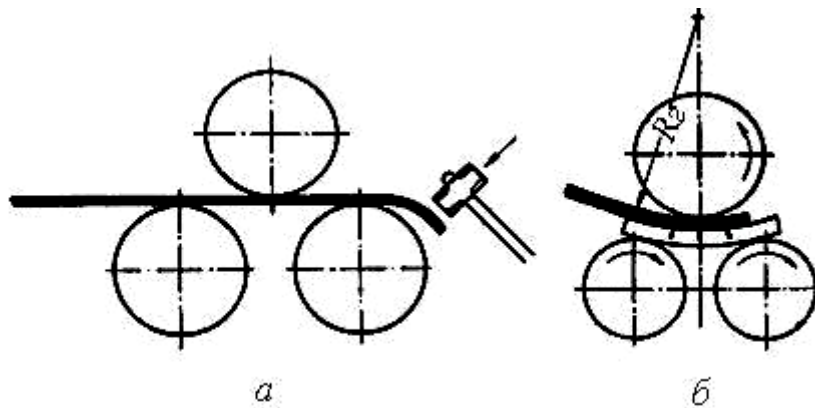


Рис.25.12. Ручне підгинання (а) і підгинання в згинальній матриці (б) крайових ділянок обичайок

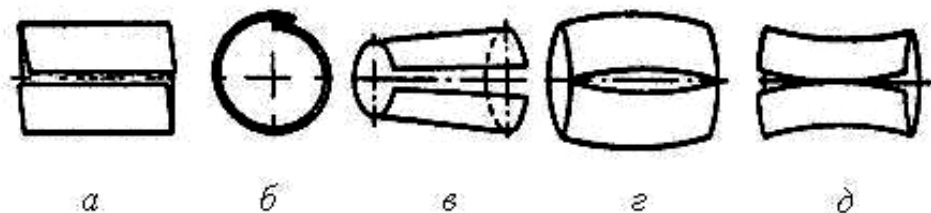


Рис.25.13. Дефекти, що утворюються при неправильному згинанні обичайок на вальцях

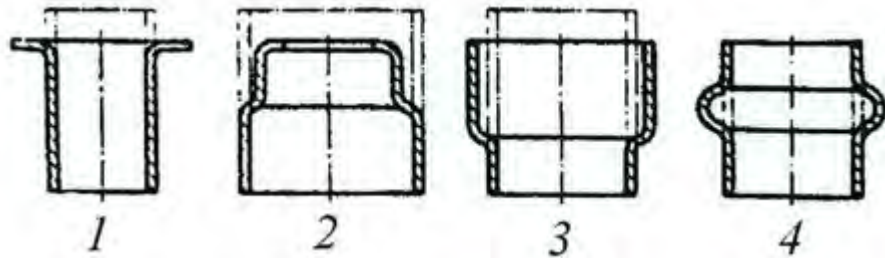


Рис.25.14. Різні види обкатування

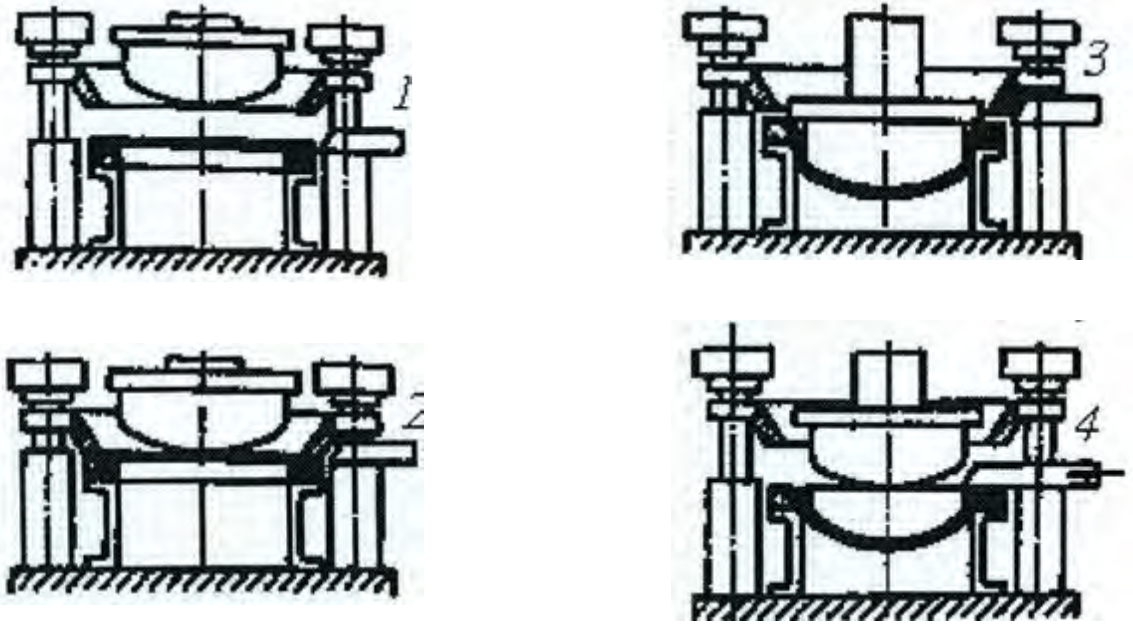


Рис.25.15. Схеми процесу витяжки днища по стадіях

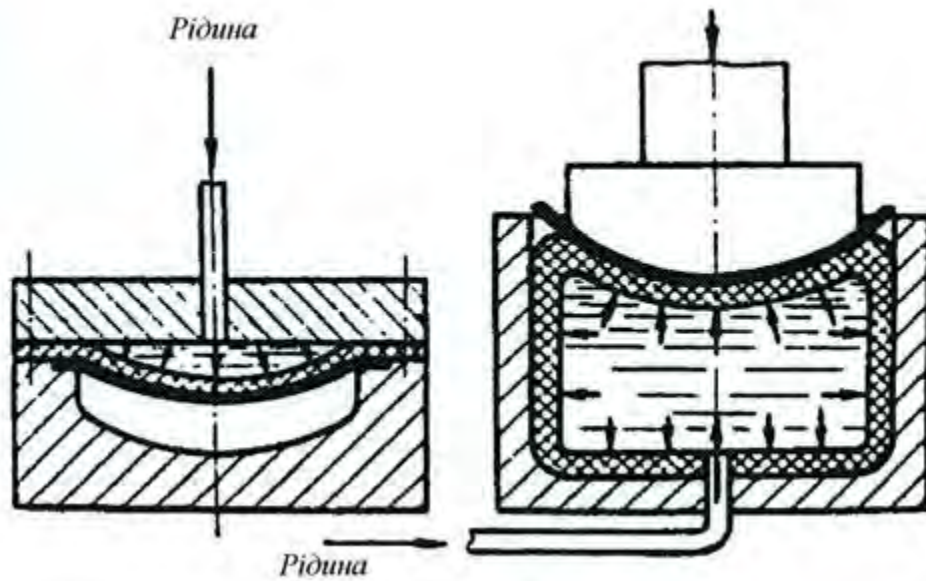


Рис.25.16. Різні схеми гідравлічної витяжки

## ЗМІСТ

	<b>Основи оброблення металів різанням</b>	
Тема 1.	Принципи формоутворення поверхонь деталей машин	3
Тема 2.	Інструментальні матеріали	5
Тема 3.	Основи оброблення матеріалів різанням	7
	<b>Основи технології машинобудування</b>	
Тема 4.	Технологічний процес і його складові	10
Тема 5.	Проектування технологічного процесу механічної обробки	11
Тема 6.	Вибір заготовок	18
Тема 7.	Припуски на механічне оброблення різанням	20
Тема 8.	Базування і закріплення заготовок на металорізальних верстатах	21
Тема 9.	Точність оброблення на металорізальних верстатах	24
	<b>Оброблення на металорізальних верстатах</b>	
Тема 10.	Класифікація металорізальних верстатів	26
Тема 11.	Оброблення на верстатах токарної групи	28
Тема 12.	Оброблення на свердлильних верстатах	37
Тема 13.	Оброблення на розточувальних верстатах	41
Тема 14.	Оброблення на фрезерних верстатах	45
Тема 15.	Оброблення на стругальних, довбальних і протяжних верстатах	50
Тема 16.	Оброблення на шліфувальних верстатах	53
Тема 17.	Основи конструювання пристосувань	56
	<b>Інші види оброблення</b>	
Тема 18.	Оздоблювальні види оброблення	59
Тема 19.	Виготовлення різьб	62
Тема 20.	Нарізування зубців зубчастих коліс	66
Тема 21.	Виготовлення деталей на верстатах з ЧПК	70
Тема 22.	Складання машин і апаратів у машинобудуванні	75
Тема 23.	Типові технологічні процеси	76
Тема 24.	Технологічність виробів у машинобудуванні	84
Тема 25.	Технологія виготовлення апаратів у машинобудуванні	87