

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПЕРВОМАЙСЬКА ФІЛІЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

В.Я. ОШОВСЬКИЙ, О.С.КАІРОВ

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

Методичні вказівки до практичних робіт

Рекомендовано науково-методичною радою ПФ НУК

ПЕРВОМАЙСЬК
2020

УДК 621
ББК 34.5
О-96

Рецензент С.М. Анастасенко, канд. техн. наук

Кафедра теплоенергетики та технологій машинобудування ППІ НУК

*Рекомендовано Науково-методичною радою ПФ НУК,
протокол № 2 від 21.10. 2020 р.*

Ошовський В.Я., Каіров О.С.

О-96 Технологія машинобудування: методичні вказівки до практичних робіт. –
Первомайськ: ПФ НУК, 2020. – 48 с.

Методичні вказівки розроблені відповідно до програми курсу “Технологія машинобудування” та навчального плану підготовки бакалаврів спеціальності 131 – “Прикладна механіка”, освітня програма «Технології машинобудування». До кожної роботи дані тема, мета, завдання, теоретичні відомості та порядок виконання.

Вказівки призначені студентам для підготовки до практичних робіт та їх виконання.

УДК 621
ББК 34.5

© Ошовський В.Я., 2020
© Каіров О.С., 2020
© Первомайська філія
Національного
університету
кораблебудування, 2020
© Національний університет
кораблебудування імені
адмірала Макарова, 2020

Практична робота № 1

АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ І ТИПІВ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА МЕТОДІВ ВИРОБНИЦТВА ЗАГОТОВОК

Мета роботи. Придбання практичних навичок аналізу об'єктів і типів виробництва та методів виробництва заготовок у машинобудуванні.

Завдання

1. *Аналіз об'єктів машинобудівного виробництва.* Проаналізувати і дати визначення об'єктам машинобудівного виробництва одного з підприємств.
2. *Аналіз типів машинобудівного виробництва.* Пояснити суть термінів, що характеризують типи виробництва, регламентовані державними стандартами. Проаналізуйте від чого залежить і як визначається тип виробництва.
3. *Визначення типу машинобудівного виробництва.*
 - 3.1. Проаналізувати вихідні дані за варіантом індивідуального завдання (додаток А) та в залежності від програми річного випуску деталей N та маси деталі $M_{дет}$ (за табл.1) визначити тип виробництва.
 - 3.2. Визначити партію випуску (3.2.1) або запуску (3.2.2) виробів.
 - 3.3. Згідно вихідних даних (додаток Б) визначити коефіцієнт закріплення операцій та тип виробництва.

ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1. Об'єкти машинобудівного виробництва

Об'єктом машинобудівного виробництва є *виріб*, яким називають продукт кінцевої стадії виробництва. Ним може бути будь-який предмет або множина предметів виробництва, які виготовляють на підприємстві. Для автомобільного заводу виробом є автомобіль, для моторного - мотор, для заводу поршнів - поршень, для заводу з виробництва заготовок - виливок, кованка тощо.

Вироби, залежно від їх призначення, поділяють на вироби основного та допоміжного виробництва.

Вироби основного виробництва призначені для споживачів, *вироби допоміжного виробництва* виготовляють тільки для власних потреб підприємства-виготовлювача.

Стандарти передбачають такі *види виробів*: деталі, складальні одиниці, комплекси та комплекти.

Деталь - це виріб, який виготовляють без складальних операцій, наприклад валик з одного шматка металу, хромована гайка, трубка, що

зварена з одного шматка матеріалу, коробка, що склеєна з одного шматка картону.

Складальна одиниця - це виріб, складові частини якого з'єднуються між собою внаслідок виконання складальних операцій (згвинчування, склеювання, зварювання, заклепування, паяння, запресовування, зшивання, розвальцювання), наприклад автомобіль, верстат, редуктор, зварена ферма чи корпус, набір кінцевих мір.

Комплекс - це дві та більше складальні одиниці, що не з'єднані між собою на заводі-виготовлювачі складальними операціями та призначені для виконання взаємопов'язаних експлуатаційних функцій.

Комплект має загальне експлуатаційне призначення допоміжного характеру, наприклад, комплект запасних частин, інструменту, пристроїв, вимірювальної апаратури.

Стандартами передбачені також:

- *напівфабрикат* — виріб, який підлягає додатковому обробленню або складанню;
- *заготовка* — виріб, з якого внаслідок зміни форми, розмірів, шорсткості поверхні та властивостей матеріалу отримують деталь чи суцільну складальну одиницю;
- *вихідна заготовка* — заготовка перед першою технологічною операцією;
- *комплектувальний виріб* — виріб, що є складовою частиною іншого виробу та виготовляється іншим підприємством.
- *складана заготовка*, яку отримують шляхом з'єднання окремих частин (заготовок) за допомогою зварювання, склеювання, заклепування, згвинчування тощо. Таким способом можна зменшити масу заготовки, використати належні матеріали для її відповідних частин.

Виріб, що належить до близьких за конструкцією виробів і має найбільшу кількість конструктивних і технологічних ознак всієї групи, називають *типовим*.

Матеріал, з якого виготовляють вихідну заготовку, називають *основним*, а матеріал, що використовують у технологічному процесі, як додатковий до основного, називають *допоміжним*.

2 Типи машинобудівного виробництва

Мета будь-якого виробництва - випуск високоякісної продукції (виробів) за умови найменших матеріальних і трудових витрат. Кількість виробів, виготовлених за одиницю часу (рік, квартал, місяць), називають *виробничою програмою*.

Для виготовлення виробів на запланованій ділянці виробничої площі розташовують *робочі місця*, на яких виконують *технологічні операції*. Робочі

місці обладнують основним устаткуванням, споряджають необхідними інструментами, технологічними пристроями, засобами механізації та автоматизації праці, вимірювальними та контрольними засобами, а засобами безпеки праці.

Якщо на одному робочому місці безперервно виконується одна й та ж робота, а устаткування, спорядження та інструмент — спеціальні (високий ступінь спеціалізації), то таке робоче місце називають *робочим місцем масового виробництва*.

Робоче місце, на якому здійснюється багато різних операцій, що не повторюються або повторюються через невизначені проміжки часу (спеціалізація відсутня), називають *робочим місцем одиничного виробництва*.

Робоче місце, де виконують невелику кількість різних операцій, що періодично повторюються (середня ступінь спеціалізації), називають *місцем серійного виробництва*.

Таким чином, розрізняють *три основних типи виробництва: масове, серійне та одиничне*. Серійне виробництво поділяють ще на *дрібносерійне та багатосерійне*.

Основні поняття та терміни, що характеризують типи виробництва, регламентовані державними стандартами, в яких сказано, що тип виробництва — це класифікаційна категорія виробництва, яка характеризується ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності та обсягу випуску виробів.

Одиничне виробництво характеризується виробництвом великої номенклатури різнотипних за конструкцією деталей за рік.

Заготовки обробляються штучно або малими партіями, які за рік ні разу не повторюються. В цьому випадку цех або дільниця мають весь перелік універсального технологічного обладнання, яке розташовано в цеху за груповим признаком. Деталі дорогі, тому що норма штучно-калькуляційного часу на технологічних операціях велика і при механічній обробці деталей використовують робочих з високим розрядом.

Технологічний процес розробляють тільки маршрутним описом (маршрутний техпроцес). Заготовки в одиничному виробництві не наближені до форми готової деталі і мають великі припуски на механічну обробку (прокат, поковки та виливки).

Ріжучий та вимірювальний інструменти - універсальні.

Серійне виробництво характеризується виробництвом деталей партіями. Партії складають із однотипних за конструкцією деталей, в яких форма та розміри не дуже відрізняються один від одного. Партія деталей виготовляється в виробництві одночасно. Технологічний процес може бути з маршрутно-операційним описом (маршрутно-операційний техпроцес) на окремих операційних картах. Верстати можуть бути застосовані самі різнотипні: універсальні та спеціальні. Широко поширюється автоматизація технологічних операцій на верстатах. Обладнання розташовується в цеху за

ходом технологічного процесу. Після закінчення обробки однієї деталі верстати переналагоджуються на обробку іншої партії.

Ріжучий та вимірювальний інструменти застосовуються як універсальні, так і спеціальні.

В серійному виробництві крім універсальних пристосувань приймаються /УСП/ універсально-складальні пристосування та спеціальні пристосування. Заготовки, наближені до форми та розмірів готової деталі і мають нормативні припуски.

Спеціалізація верстатів та робітників, спеціальне технологічне оснащення роблять серійне виробництво більш економічним за одиничне виробництво. В зв'язку з цим серійне виробництво має саме широке розповсюдження.

Масове виробництво характеризується тим, що в ньому виконується обробка однієї або дуже приближених за формою та розміром деталі в дуже великих об'ємах. Кожна операція закріплена за певними верстатами. Виробництво оснащено спеціальними верстатами, які виконують весь цикл обробки деталі на операції в автоматичному режимі, включаючи установку та знімання деталі.

Верстати розташовані чітко за ходом технологічного процесу.

Технологічний процес виготовлення деталі докладно розписаний в операційних картах.

Всі верстати оснащені спеціальними пристосуваннями, які забезпечують швидкі: установку, базування та затиск деталі на верстаті.

Кваліфікація робітників нижча, ніж в одиничному та серійному виробництві. Ріжучий та вимірювальний інструменти, як правило, спеціального виготовлення.

Заготовки - штамповки, литво під тиском, за допомогою випалюваних моделей та інші, які забезпечують максимальне наближення до форми деталі з оптимальними припусками. Незважаючи на великі капітальні затрати, ефективність масового виробництва дуже висока, тому що витрати швидко окуплюються малою собівартістю деталі, а великий об'єм виробництва збільшує ефективність.

3 Визначення типу машинобудівного виробництва

3.1 Визначення типу виробництва за масою і кількістю деталей, які обробляються

Для проектування технологічного процесу виготовлення деталі необхідно знати для якого типу виробництва він має бути розроблений. Тип виробництва можна орієнтовно визначити в залежності від програми річного випуску деталей $P_{\text{вип}}$ та маси деталі $M_{\text{дет}}$ з табл.1 [4].

Таблиця 1 - Тип виробництва залежно від маси і програми випуску деталей

Маса деталі $M_{дет}$, кг	Кількість деталей, які підлягають обробці у виробництві, $\Pi_{вип}$, шт				
	одиничне	малосерійне	середньосерійне	великосерійне	масове
До 2,5	до 10	10...1000	1000...50000	50000...100000	100000 і більше
2,5...5,0	до 10	10...500	500...35000	35000...75000	75000 і більше
5,0...10,0	до 10	10...300	300...25000	25000...50000	50000 і більше
10...-50	до 10	10...200	200...10000	10000...25000	25000 і більше
50 і більше	до 5	5...100	100...300	300...1000	5000 і більше

3.2 Визначення такту випуску (3.2.1) або партії запуску (3.2.2) виробів

3.2.1. Визначення такту випуску виробів масового виробництва

Найбільш досконалою формою організації масового виробництва є *потокове*, при якому деталі випускаються через строго визначений інтервал часу, який називають тактом випуску. За потоковою формою будуються автоматичні лінії обробки та складання при яких операції виконуються без безпосередньої участі робітника (окрім спостереження та контролю). Тому, якщо за таблицею 1 виробництво масове, то при потоковій формі організації потрібно знайти такт випуску. Такт випуску визначається за формулою:

$$T_{вип} = \frac{\Phi_{\partial} \times 60}{\Pi_{вип}}, \text{ хв/шт.},$$

де Φ_{∂} - дійсний ефективний фонд часу роботи лінії за рік, *годин*;

$\Pi_{вип}$ - річна програма випуску деталей, *шт.*

Дійсний ефективний фонд часу роботи лінії за рік (формулаприклад визначення):

$$\Phi_{\partial} = [(D_{\kappa} - D_{\partial} - D_{св}) \times \Gamma_{\partial} - D_{п.св} \times 2] \times Z_p \times K_{рем}, \text{ годин}$$

де D_{κ} - кількість календарних днів, $D_{\kappa}=365$ днів;

D_{∂} - кількість вихідних днів, $D_{\partial}=104$ дні;

$D_{св}$ - кількість святкових днів, $D_{св}=4$ дні;

Γ_{∂} - кількість годин робочого дня, $\Gamma_{\partial} = 8$ год.;

$D_{п.св}$ - кількість передсвяткових днів, $D_{п.св}=4$ дні;

Z_p - кількість змін роботи лінії, $Z_p=2$ зміни;

$K_{рем}$ - коефіцієнт, який враховує час перебування лінії в ремонті,

$K_{рем}=0,95$.

$$\Phi_{\partial} = [(365 - 104 - 4) \times 8 - 4 \times 2] \times 2 \times 0,95 = 3891,2 \text{ годин};$$

приймаємо $\Phi_{\partial}=3891$ година.

2. Визначення партії запуску виробів серійного виробництва

Якщо згідно таблиці 1 виробництво серійне, то потрібно знаходити партію запуску деталей за формулою:

$$P_{\text{зап}} = \frac{P_{\text{вип}}}{P_{\text{д}}} \times q, \text{ шт}$$

де $P_{\text{вип}}$ – річна програма випуску деталей, шт;

$P_{\text{д}}$ - кількість робочих днів у році,

$$P_{\text{д}} = 365 - T_{\text{вих}} - T_{\text{св}}, \text{ днів};$$

де $T_{\text{вих}}$ - кількість вихідних днів у році, наприклад $T_{\text{вих}} = 104$ дні;

$T_{\text{св}}$ - кількість святкових днів у році, наприклад $T_{\text{св}} = 4$ дні, тоді

$$P_{\text{д}} = 365 - 104 - 4 = 257 \text{ днів};$$

q – необхідний запас деталей на складі у днях (для дрібних і середніх деталей $q = 6 \dots 8$ днів, а для великих $q = 5 \dots 7$ днів).

3.3. Визначення типу виробництва за коефіцієнтом закріплення операцій.

Однією з ознак типу виробництва є *коефіцієнт закріплення операцій* ($K_{з.о}$), під яким розуміють відношення кількості всіх операцій, що виконуються протягом одиниці часу (місяць), до кількості робочих місць, тобто

$$K_{з.о} = \frac{O}{P},$$

де O - кількість технологічних операцій, які виконуються на дільниці, лінії чи в

цеху протягом місяця, шт;

P - кількість робочих місць, відповідно на дільниці, лінії, в цеху, шт.

ГОСТ 3.1121-84 рекомендує такі значення коефіцієнтів закріплення операцій залежно від типу виробництва:

- для одиничного - більше ніж 40;
- для дрібносерійного - більше ніж 20 до 40;
- для середньосерійного - більше ніж 10 до 20;
- для багатосерійного - більше ніж 1 до 10;
- для масового - 1.

Отже, тип виробництва з технологічної точки зору характеризується середньою кількістю операцій, що виконуються на одному робочому місці, а це, в свою чергу, визначає ступінь спеціалізації і особливості устаткування, яке використовують.

Додаток А

Варіанти індивідуальних завдань до виконання п. 3.1, 3.2 практичної роботи

№ варіанта - за списком у журналі групи	Вихідні дані	
	Програма річного випуску деталей, $P_{вип}$, шт	Маса деталі, $M_{дет}$, кг
1	5500	450,0
2	155	375,0
3	475	40,0
4	10000	54,3
5	5070	685,0
6	268	202,0
7	8500	12,0
8	364	0,368
9	426	5,26
10	375	58,0
11	6250	497,0
12	6300	256,0
13	1000	25,8
14	15236	35,6
15	32500	98,0
16	4589	111,
17	5065	120,0
18	3125	145,0
19	12598	189,6
20	5100	200,0

Додаток Б

Варіанти індивідуальних завдань до виконання п. 3.3 практичної роботи

Варіант	Вихідні дані
1	На дільниці з 10-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,4,5,6,7,8 та 10-му робочому місці виконується одна операція: на 1-му - дві операції, на 9-три операції.
2	На дільниці з 12-ти робочих місць протягом місяця на 1 і 2-му робочих місцях виконується по дві операції, на 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 по одній операції.
3	На дільниці з 15-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,7,8 та 10-му робочому місці виконується одна операція: на 1,4,5,6-му-чотири операції, на 9,11,12,13,14,15-три операції.
4	На дільниці з 9-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,4,5,6,7, та 9-му робочому місці виконується одна операція: на 1-му - дві операції, на 8-шість операції.
5	На дільниці з 13-ти робочих місць протягом місяця на 1,2,3,4-му робочих місцях виконується по дві операції, на 5,6,7,8,9,10,11,12,13 по десять операції.
6	На дільниці з 10-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,4,5,6,7,8 та 10-му робочому місці виконується шість операцій: на 1-му - три операції, на 9-чотири операції.
7	На дільниці з 10-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,4,5,6,7,8 та 10-му робочому місці виконується тридцять одна операція: на 1-му - десять операцій, на 9-три операції.
8	На дільниці з 11-ти робочих місць протягом місяця на 1 і 2-му робочих місцях виконується по дві операції, на 3,4,5,6,7,8,9,10,11 по чотири операції.

9	На дільниці з 5-ти робочих місць протягом місяця на 2,3 та 5-му робочому місці виконується десять операцій: на 1-му - дві операції, на 4-дві операції.
10	На дільниці з 13-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,4,5,6,7,8 та 13-му робочому місці виконується одна операція: на 1-му - дві операції, на 9,10,11,12-три операції.
11	На дільниці з 12-ти робочих місць протягом місяця на 1 і 2-му робочих місцях виконується по двадцять дві операції, на 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 по дві операції.
12	На дільниці з 8-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,4,5,6 та 8 -му робочому місці виконується одна операція: на 1-му -три операції, на 7-три операції.
13	На дільниці з 12-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,4,6,7,8 та 11-му робочому місці виконується одна операція: на 1,10,12-му - дві операції, на 9-три операції.
14	На дільниці з 12-ти робочих місць протягом місяця на 1 і 2-му робочих місцях виконується по тринадцять операцій, на 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 по одній операції.
15	На дільниці з 10-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,4,5,6 та 10-му робочому місці виконується одна операція: на 1-му - дві операції, на 7,8,9-чотири операції.
16	На дільниці з 10-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,4,5,6,7,8 та 10-му робочому місці виконується тридцять одна операція: на 1-му - дві операції, на 9-три операції.
17	На дільниці з 5-ти робочих місць протягом місяця на 2,3 та 5-му робочому місці виконується десять операцій: на 1-му - двадцять дві операції, на 4-дві операції.
18	На дільниці з 13-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,4,5,6,7,8 та 13-му робочому місці виконується двадцять одна операція: на 1-му- чотири операції, на 9,10,11,12-дві операції
19	На дільниці з 12-ти робочих місць протягом місяця на 1 і 2-му робочих місцях виконується по двадцять дві операції, на 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 по чотири операції
20	На дільниці з 8-ти робочих місць протягом місяця на 2,3,4,5,6 та 8 -му робочому місці виконується одна операція: на 1-му - три операції, на 7-двадцять три операції

Практична робота №2

ПРИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ БАЗ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Мета роботи. Придбати практичні навички з аналізу поверхонь деталі та з призначення технологічних баз для їх обробки.

Завдання

1. Виконати ескіз і проаналізувати конструктивні особливості деталі за виданим кресленням.
2. Позначити номери поверхонь деталі та запропонувати ряд варіантів поділу їх з технологічної точки зору на дві групи:
 - номери поверхонь придатних для технологічних баз;
 - номери поверхонь доступних для обробки при запропонованих базах.

Результати пропозицій оформити у вигляді таблиці.

ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1 Класифікація поверхонь

Усі поверхні деталей складальної одиниці поділяються на три види:

- виконавчі;
- базові;
- вільні.

Виконавчі - поверхні, за допомогою яких виріб виконує своє *службове призначення* безпосередньо (поверхня шківів, що контактує з приводним пасом, поверхня різь у гвинтових механізмах, робоча поверхня зубів коліс, поверхні лопаток, що взаємодіють із робочим середовищем у твердому, рідкому, газоподібному станах, поверхні відбивачів світлових, теплових і інших потоків) і ін.

Базові (базис) - поверхні, за допомогою яких виконується *базування*, тобто визначається положення самого виробу у виробі більш високого рівня або положення інших виробів, що приєднуються до нього.

Базування - надання виробу необхідного положення у обраній системі координат (ГОСТ 21495 – 84).

Вільні - поверхні, що не контактують з поверхнями інших виробів, але визначають габарити, масу, жорсткість і інші параметри деталей.

Ці поверхні можуть підлягати обробці, а можуть не оброблятися, тобто залишатися в стані вихідної заготовки.

Перші виконують певні функції виконавчих або базових, другі – вільних.

У свою чергу, базові поверхні мають таку класифікацію.

База - поверхня або виконуючі ту ж функцію сполучення поверхонь, вісь, точка, що належать заготовці або виробові і використовуються для базування.

Бази за призначенням класифікуються за такими ознаками:

- конструкторські (основні та допоміжні). Конструкторські бази використовують при конструюванні та складанні виробу;
- *технологічні* (використовують при виготовленні або ремонті виробу);
- вимірні (використовують при контрольних операціях).

2 Технологічні бази

Заготовка при обробці на верстаті повинна бути правильно орієнтована відносно механізмів і вузлів верстата, тому що це визначає траєкторію переміщення різальних інструментів при обробці заготовки. Ця орієнтація забезпечується відповідним базуванням заготовки.

На рис. 1 приведені приклади методів базування заготовок різної форми.

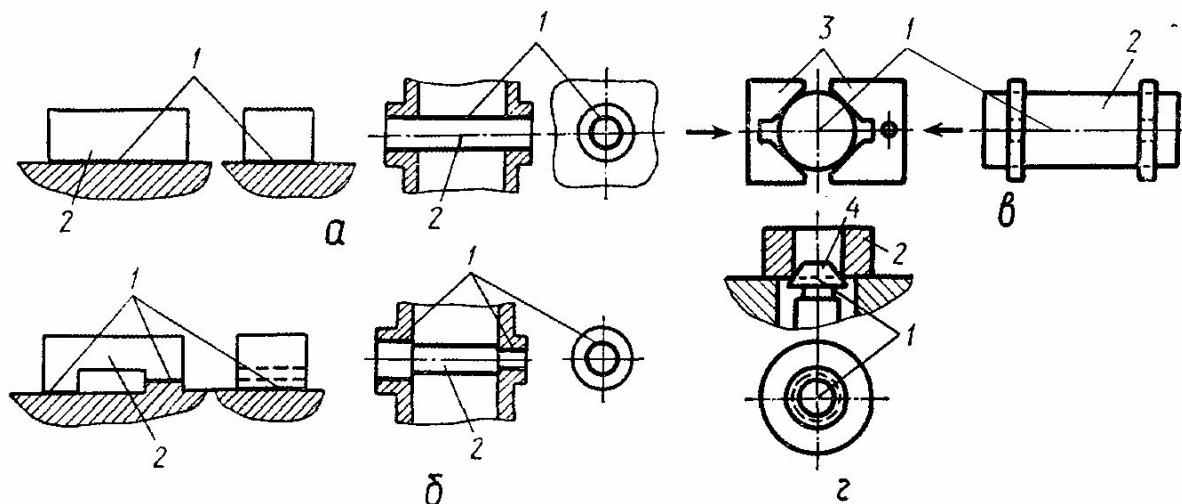


Рисунок 1 - Приклади базування: 1 — база; 2 — заготовка; 3 — губки, що затискають; 4 — конус пристрою, що центрує

Базування заготовки або виробу полягає у наданні їм необхідного положення щодо обраних осей координат. Базування заготовки на верстаті забезпечується вибором відповідних баз.

Базою називають поверхню (рис.1, а) або сукупність поверхонь (рис.1, б), вісь, точку, що належать заготовці і використовуються для базування (рис.1, в, г). Оскільки поняття базування використовується на всіх стадіях створення виробів (проектування, підготовка виробництва, виготовлення і контроль деталей, складання виробу), бази класифікують на чотири види: проектні, конструкторські, технологічні і вимірювальні.

Технологічні бази поділяються на чорнові та чистові. При їх призначенні потрібно враховувати такі принципи.

Чорнові бази – бази, що використовують на першій механічній операції. Ці бази призначені для підготовки чистових баз. Чорнові бази використовуються тільки один раз:

- якщо у деталі є поверхні, що не підлягають обробці, то їх потрібно застосувати для чорнових баз;
- за чорнові бази не можна брати поверхні рознімання штамів, такі, що мають ливники й інші особливості заготовок;
- за чорнові бази потрібно брати поверхні, на яких передбачений мінімальний припуск.

Чистові бази - бази, що використовуються на наступних операціях технологічного процесу.

- чистові технологічні бази повинні по можливості бути елементами деталі, що є її конструкторськими або вимірювальними базами (принцип суміщення баз);

- чистові бази повинні забезпечувати обробку заготовок на різних технологічних операціях без зміни баз (принцип постійності баз);

- якщо таких поверхонь у деталі немає, то створюють штучні чистові бази (центрові гнізда, штучні приливки тощо).

З технологічної точки зору всі поверхні деталі можна поділити на ряд варіантів по дві групи:

- поверхні придатні для технологічних баз;
- поверхні доступні для обробки при цьому варіанті баз.

3. Приклад підготовки технологічної бази для валів

Основними базами для установки валів у верстаті є поверхні його опорних шийок. Але при можливості для умови постійності баз для всіх операцій обробки зовнішніх поверхонь за технологічні бази приймають центрові отвори з обох торців заготовки. При цьому заготовку встановлюють в центрах.

Використання центрів передбачає застосування того або іншого повідкового пристрою для обертання заготовки. Такими пристроями є повідкові патрони, хомутики і т.п.

Основні способи установки валів приведені на рис. 2.

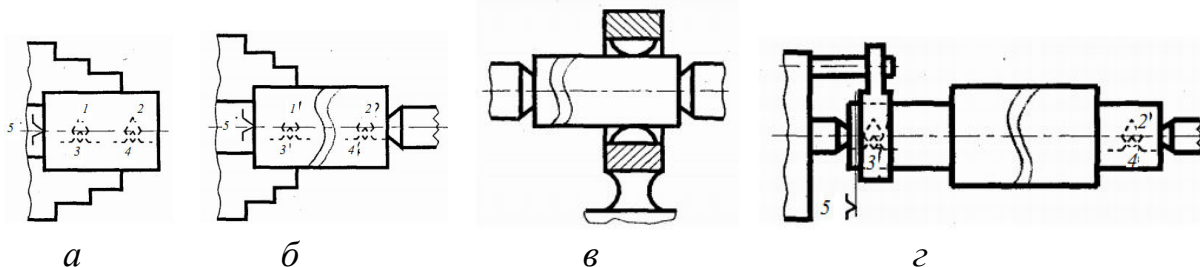


Рис. 2. Установка вала: а - в патроні ($L/D < 4$);

б - в патроні з підтиском заднім центром ($4 < L/D < 7$);

в - в центрах с люнетом ($L/D > 10$); г - в центрах с люнетом ($7 < L/D < 10$)

Обробка торців і свердлення центрових отворів. Залежно від типу виробництва операцію здійснюють:

- в одиничному виробництві підрізування торців і центрування на універсальних токарних верстатах послідовно за два установка;

- в серійному виробництві частіше застосовуються фрезерно-центруючі напівавтомати послідовної дії з установкою заготовки по зовнішньому діаметру в призми і базуванням в осьовому напрямі по упору (рис. 3);

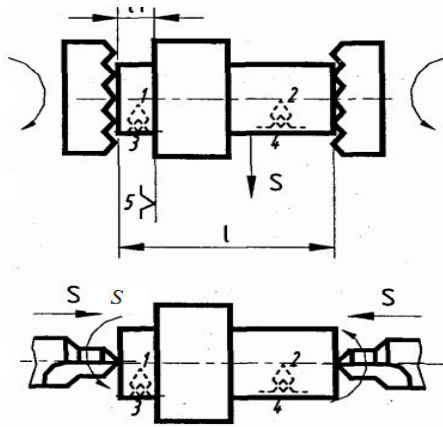


Рис. 3. Схема фрезерно-центруючої операції

4 Приклад виконання практичної роботи

Нумерація варіантів поверхонь технологічних баз та поверхонь доступних для обробки при цих базах

Ескіз деталі та нумерацію її поверхонь

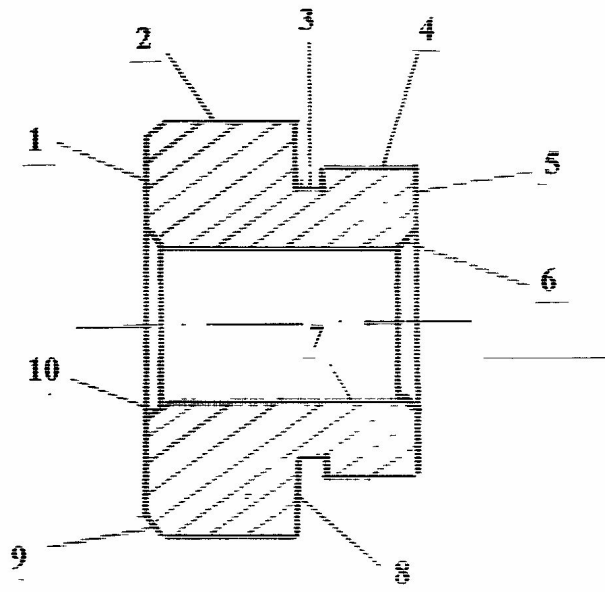


Рисунок .1 – Ескіз деталі та нумерація її поверхонь

Пропозиції щодо найбільшої кількості варіантів технологічних баз (поверхонь для закріплення деталей при механічній обробці) та поверхонь, доступних для обробки при цих варіантах технологічних баз.

Таблиця 1 - Варіанти схем технологічних баз

Номери поверхонь технологічних баз	Номери поверхонь, доступних для обробки
1,2	3,4,5,6,7,8,
4,5	1,2,7,9,10
5,7	1,2,3,4,8,9,10
1,7	2,3,4,5,6,8,9

Порядок виконання роботи (зміст звіту)

- а) назва та мета роботи;
- б) ескіз деталі з номерами поверхонь;
- в) таблиця варіантів схем технологічних баз.

Питання для самоперевірки

- 1 Що таке технологічна база?
- 2 Що таке чорнова та чистова база?
- 3 У чому полягає принцип суміщення баз?
- 4 У чому полягає принцип постійності баз?

Практична робота №3

ПОБУДОВА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СКЛАДАННЯ ВИРОБУ

Мета роботи. Придбати практичні навички з побудови технологічної схеми та розробки маршруту складання заданого виробу.

1 Загальні положення щодо побудови технологічної схеми та маршруту складання

Технологічний процес складання - це сукупність операцій по з'єднанню деталей в певній технічно і економічно доцільній послідовності для отримання складальних одиниць і виробів, що повністю відповідають встановленим для них вимогам.

В складальному виробництві поняття «технологічний процес» має відношення перш за все до з'єднання двох або більшого числа деталей.

Складання виробів виконується переважно на тому ж заводі, де виготовляються основні деталі цього виробу. Лише в тих випадках, коли вироби громіздкі (потужні турбіни, важкі преси, ротаційні поліграфічні

машини, підйомні крани і т. п.). *складання-монтаж* їх здійснюється на місці, у споживача.

Проте навіть якщо остаточне складання машини виконується одночасно з установкою її на фундаменті, первинне попереднє складання ряду окремих її вузлів все ж таки звичайно організовано на підприємстві - виготівнику.

Об'єктами основного виробництва в машинобудуванні — виробами є машини, механізми і установки, їх агрегати або деталі. Структура виробів машинобудування (ГОСТ 2.101—68) приведена в табл. 1.

Таблиця 1. Структура виробів машинобудування

Вид	Визначення
Виріб основного виробництва	Предмет виробництва, який підлягає виготовленню на підприємстві і призначений для поставки (реалізації)
Складальна одиниця	Виріб, складові частини якого підлягають з'єднанню між собою на підприємстві - виготівнику складальними операціями (згвинчуванням, з'єднанням клепкою, зварюванням, паянням, опресовуванням, розвальцьовуванням, склеюванням і т. п.)
Деталь	Виріб, виготовлений з однорідного по найменуванню і марці матеріалу, без застосування складальних операцій

На додаток до цих стандартних складових частин виробу широко використовують терміни: група і підгрупа.

Група — складальна одиниця, для якої доцільна самостійна організація виробництва. До групи можуть входити деталі, інші групи і купувальні вироби. Група, у свою чергу, може входити до іншої групи або безпосередньо у виріб.

Підгрупа — складова частина групи. Якщо вона входить безпосередньо до групи, її умовно називають підгрупою першого порядку. Якщо вона входить в підгрупу першого порядку, то її іменують підгрупою другого порядку. Відповідно можуть бути підгрупи третього і більшого порядків. Отже, порядок вхідної підгрупи на одиницю більше базової. Таким чином, група або підгрупа складається з окремих деталей, або з деталей і підгруп відповідних порядків.

Складання будь-якої машини не можна здійснювати в довільній послідовності. В рівній мірі це відноситься також і до складання окремих механізмів і навіть до більшості простих з'єднань. Послідовність складання визначається перш за все конструкцією збираного виробу або його складових частин, а також ступенем необхідного розділення складальних робіт. Встановлена послідовність введення деталей і груп в технологічний процес складання виробу характеризує систему його комплектування.

Послідовність комплектування може бути одноваріантною для простих складальних одиниць і багатоваріантною для комплексних груп і виробів.

При розробці технологічного процесу складання виріб, виходячи з умов його конструкції, *розчленовують на частини* так, щоб здійснити складання найбільшої кількості складальних одиниць паралельно, тобто незалежно одна від одної. При виділенні ж *складальних елементів* обов'язковою умовою є *можливість здійснення складання кожного з них незалежно від іншого*. Конструктивні елементи не завжди можуть бути складальними, і навпаки, хоча такий збіг зустрічається часто. У цих випадках елементи називають *конструктивно-складальними*.

Процес комплектування складальних елементів — складальних одиниць, виробу для наочності зображають у вигляді технологічних схем складання. Цю схему слід будувати так, щоб відповідні складальні одиниці — групи, підгрупи і деталі були представлені у порядку їх введення в технологічний процес складання. Оскільки процес складання починається з введення в нього основної, або, як її звичайно називають, *базової деталі* або *підгрупи*, то, очевидно, і схема повинна починатися з умовного зображення базової частини виробу. Деталі, підгрупи і групи зображають на схемі у вигляді невеликих прямокутників, в які вписують назву елемента, його номер і кількість цих елементів.

Для машини з великою кількістю деталей і складальних одиниць розвернута схема може бути громіздкою і тому незручною для користування. У таких випадках у виробництві застосовують укрупнені схеми, на які наносять тільки умовні позначення груп, а також деталей, що не входять до груп і підгруп. Укрупнені схеми можуть бути розроблені і для комплексних груп.

У схемах комплектування деталей, складальних одиниць, груп, виробів застосовують знеособлену і наочну систему позначень.

Проте при розширенні сфери використання ЕОМ для планування часу подачі на складання тих або інших деталей, складальних одиниць в необхідній комплектності на певне робоче місце потрібен відповідний спосіб позначення деталей і складальних елементів.

Технологічна схема складання являє собою графічне зображення порядку послідовності складання виробу, тобто приєднання до *базової деталі* інших *деталей* та *складальних одиниць* до перетворення базової деталі у *готовий виріб*.

На технологічній схемі складання кожен приєднуваний елемент виробу позначається прямокутником, в якому вказують *назву елемента*, його *номер* та *їх кількість*.

Назва елемента виробу	
Позначення елемента за специфікацією	Кількість

Розробка технологічної схеми складання починається з визначення базової деталі і розділення виробу на складальні одиниці і деталі.

Від прямокутника із зображенням базового елемента до прямокутника, що зображає готовий виріб, проводиться горизонтальна середня лінія (рис. 2).

Над лінією розміщують за порядком послідовності складання прямокутники, що умовно позначають деталі, а нижче прямокутники, що умовно позначають складальні одиниці.

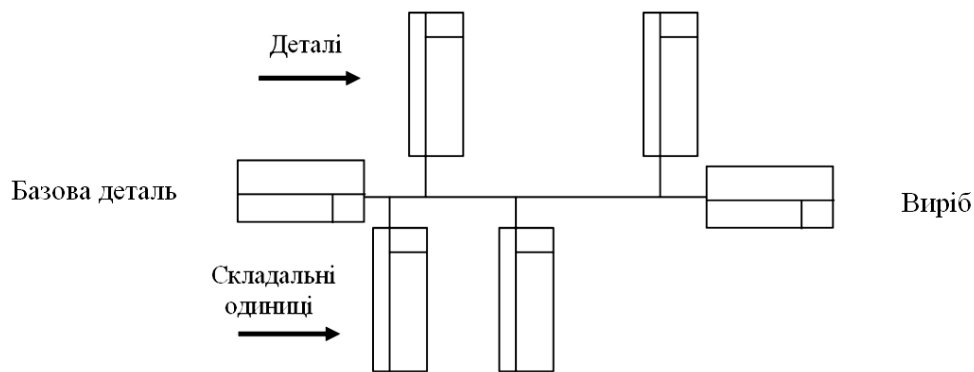


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд технологічної схеми складання

Для кожної складальної одиниці можуть бути побудовані аналогічні схеми. Технологічна схема складання є основною для проектування технологічного процесу складання виробу. Схема може бути схемою загального або вузлового складання.

2 Приклад розробки технологічної схеми складання для складальної одиниці “Маточина”

Завдання. Для складальної одиниці "Маточина" (рис. 1) розробити технологічну схему складання виробу.

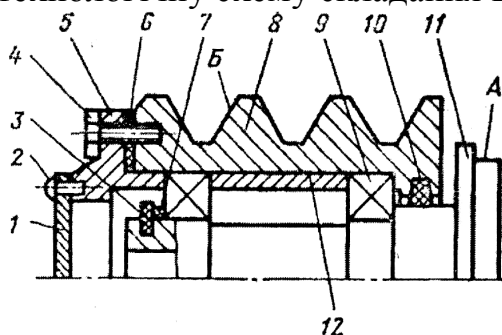


Рисунок 1 - Ескіз маточини: 1 - кришка; 2 - гвинт (4 шт); 3 - кільце стопорне; 4 - гвинт (4 шт); 5 - фланець; 6 - прокладка; 7 - кільце компенсаційне; 8 - шків; 9 - підшипник (2 шт); 10 – кільце ущільнювальне; 11 - маточина; 12 - втулка

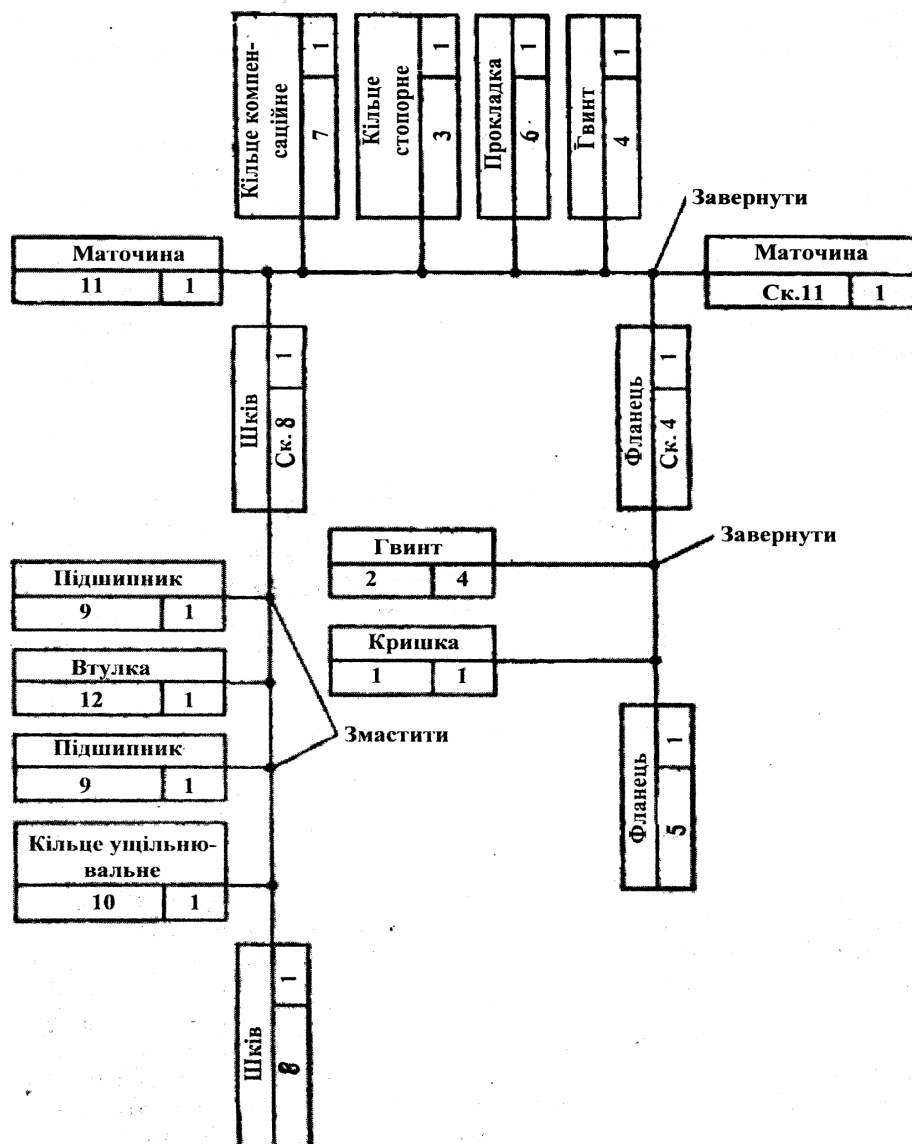


Рисунок 2 - Технологічна схема складання маточини

За необхідності у точках приєднання елементів виробу вказують спосіб з'єднання: спаяти, згвинтити, зашплінтувати і т. ін.

3 Приклад розробки маршруту технологічного процесу складання

Після розробки технологічної схеми складання, установлюють склад необхідних складальних робіт і визначають зміст технологічних операцій і переходів, визначають нормування складальних робіт.

Маршрут технологічного процесу складання "Маточини" приведений у таблиці 1.

Таблиця 1 - Маршрут технологічного процесу складання “Маточини”

№ опер.	Назва операції	Зміст операції
005	Комплектовочна	1. Взяти деталі на СГД згідно специфікації на виріб або комплектовочної відомості і доставити на складальне робоче місце
010	Підготовча	1. Промити і продути деталі стисненим повітрям та підготувати їх до складання
015	Складання шківів (ск.8)	1. Закріпити шків (дет. 8) в пристосуванні 2. Установити ущільнювальне кільце (дет. 10) 3. Змастити і установити підшипник (дет. 9) 4. Протерти і установити втулку (дет. 12) 5. Змастити і установити підшипник (дет. 9)
020	Установка шківів (ск.8)	1. Закріпити маточину (дет. 11) в пристосуванні 2. Установити шків (ск.8) на маточину (дет.11) 3. Протерти і установити кільце компенсаційне (дет. 7) 4. Установити кільце стопорне (дет. 3) 5. Установити прокладку (дет. 6)
025	Складання фланця (ск.4)	1. Закріпний фланець (дет. 5) в пристосуванні 2. Установити кришку (дет. 1) 3. Закріпити кришку (дет. 1) гвинтами (дет. 2)
030	Установка фланця (ск.4)	1. Установити фланець (ск. 5) 2. Закріпити фланець (ск. 5) гвинтами (дет. 4)
035	Контрольна	1. Перевірити легкість обертання шківів 2. Перевірити биття поверхні А відносно поверхні Б

4 Порядок виконання роботи (зміст звіту)

За кресленням виробу (складальної одиниці) розробити:

- технологічну схему складання;
- маршрут технологічного процесу складання.

Питання для самоперевірки

- 1 Що таке складальна одиниця?
- 2 Що таке складальна одиниця 1-го, 10-го та ін. порядків?
- 3 Що таке технологічна схема складання?
- 4 Які правила побудови технологічної схеми складання?
- 5 Яку інформацію вказують у певних графах позначення елемента технологічної схеми складання?

АНАЛІЗ ГЕОМЕТРІЇ, КОНСТРУКЦІЇ І ВИКОРИСТАННЯ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ

Мета роботи. Проаналізувати форму, конструкцію, типи і застосування токарних різців.

Інструменти і прилади. Токарні різці різних типів, прилад для вимірювання кутів різця.

Короткі теоретичні відомості. Токарні різці є основними видами інструментів, що застосовуються при обробці на токарних верстатах. Розглянемо будову прохідного токарного різця (рис.1), яким обробляють зовнішні циліндричні поверхні. Такий різець складається зі стрижня *I*, за допомогою якого він закріплюється в різцетримачі на супорті верстата, і голівки *II*, на якій закріплена ріжуча частина. На ріжучій частині, виділяють 6 елементів:

- три поверхні (передня – *1*, головна задня – *3*, допоміжна задня – *4*);
- дві лінії перетину передньої поверхні *1* з двома задніми *3* і *4* (відповідно головна ріжуча кромка – *2* і допоміжна ріжуча кромка – *5*);
- точка перетину трьох поверхонь *1*, *3* і *4* (вершина різця – *б*).

По передній поверхні *1* сходять стружка, що відокремлюється від заготовки за допомогою головної ріжучої кромки *2*, утвореною передньою поверхнею *1* і головною задньою поверхнею *3*. Перетин передньої поверхні *1* і допоміжної задньої поверхні *4* утворює допоміжну ріжучу кромку *5*. Перетин кромки утворює вершину різця *б*, яка може бути гострою чи закругленою.

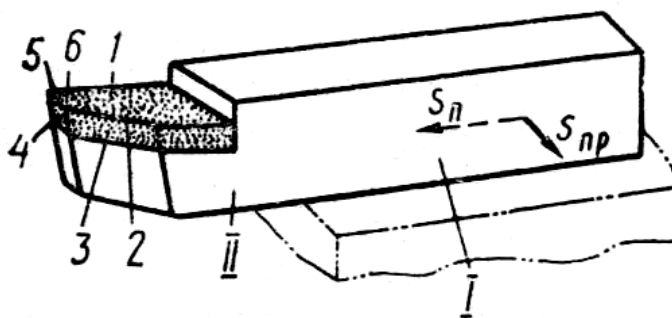


Рисунок 1 - Частини і елементи різця: *I* – стрижень, *II* – головка; *1* – передня поверхня, *2* – головна ріжуча кромка, *3* – головна задня поверхня, *4* – допоміжна задня поверхня, *5* – допоміжна ріжуча кромка, *б* – вершина різця

Крім того, геометрія різця характеризується рядом кутів (рис. 2).

Для визначення кутів вводять координатні площини, яких у токарних різцях чотири: основна, площина різання, головна січна і допоміжна січна.

Площина, паралельна напрямкам подовжньої $S_{\text{под}}$ і поперечної $S_{\text{п оп}}$ подач (рис. 1), - *основна*. Площина різання проходить через ріжучу кромку 2 і є дотичною до поверхні різання. *Головна і допоміжна* січні площини проводяться перпендикулярно до проекцій головної і допоміжної ріжучих кромки на основну площину (рис. 2).

Основні кути, що визначають геометрію токарного різця: головний і допоміжний задні кути α і α_1 і кут загострення β , передній кут γ , кут різання δ , головний і допоміжний кути в плані φ і φ_1 .

Головний задній кут α вимірюється між головною задньою поверхнею різця 3 і площиною різання. Збільшення головного заднього кута приводить до зменшення тертя між різцем і оброблюваною заготовкою і, отже, знижує знос інструмента. Однак при цьому знижується міцність ріжучої кромки. Тому задній кут виконують у межах $6...12^\circ$. Збільшення заднього кута на кілька градусів у ряді випадків дозволяє збільшити стійкість різця.

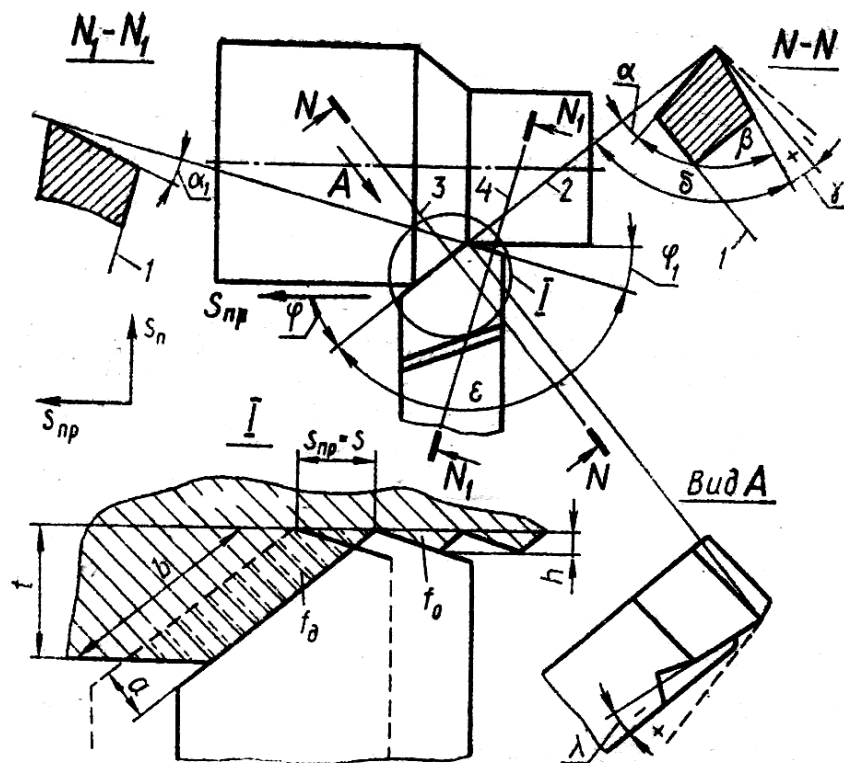


Рисунок 2 - Координатні площини різця (сліди площин): 1 – основна, 2 – різання, 3 - головна січна, 4 - допоміжна січна;

кути різця в головній січній площині 3: α - головний задній, β - загострення, γ - передній, δ - різання;

кути різця в допоміжній січній площині: α_1 - допоміжний задній; β_1 - загострення, γ_1 - допоміжний передній (β_1 і γ_1 на рис. не вказані);

кути в плані (в проекції на основну площину): φ - головний, φ_1 - допоміжний;

Кут загострення β вимірюється між передньою і головною задньою поверхнями різця. Він визначає гостроту клина, що врізається в матеріал деталі. Зі зменшенням кута загострення полегшується процес різання, однак внаслідок крихкості інструментальних матеріалів цей кут досить великий.

Передній кут γ вимірюється між передньою поверхнею різця і площиною, проведеною через головну ріжучу кромку перпендикулярно до площини різання. Збільшення переднього кута зменшує роботу, затрачувану на відділення стружки, поліпшує чистоту поверхні, але погіршує відведення тепла і міцність ріжучої кромки. Кут γ вважається додатковим, якщо кут $\delta < 90^\circ$, і від'ємним, якщо кут $\delta > 90^\circ$. Останній використовується при обробці твердих чи крихких матеріалів або при наявності періодичних ударів. Звичайно кут $\gamma = 3 \dots 20^\circ$ або $-5 \dots -10^\circ$.

Кут різання δ вимірюється між передньою поверхнею різця і площиною різання.

Чотири головних кути зв'язані залежностями

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ;$$
$$\delta = \alpha + \beta = 90^\circ - \gamma.$$

Головний кут у плані ϕ вимірюється між проекцією головної ріжучої кромки на основну площину і напрямком подовжньої подачі. Він визначає співвідношення між радіальною і осьюовою складовими зусилля різання. Якщо $\phi = 90^\circ$, радіальна складова зусилля різання, що викликає згин деталі, мінімальна. У цьому випадку можна обробляти тонкі, нежорсткі деталі. Якщо ϕ зменшується до $10 \dots 15^\circ$, стає менше шорсткість обробленої поверхні і знос інструмента, але росте навантаження на деталь, що викликає її вібрацію.

Різноманіття робіт, виконуваних на токарських верстатах, вимагає застосування різних за конструкцією і призначенням різців. *Токарні різці класифікуються* по наступних ознаках:

- *по напрямку подачі* - праві і ліві; останні використовують при обробці східчастих валів, торцевих поверхонь, звернених до шпинделя верстата;

- *за формою головки* - прямі, відігнуті і відтягнуті (ріжуча частина тонше стрижня);

- *за характером виконуваних операцій* - чорнові і чистові;

- *за призначенням* - прохідні, підрізні, відрізні, розточувальні, різьбові і фасонні;

- *за конструкцією* - цільні (головка і тіло різця виконані з одного матеріалу); з привареною в стик головою; з припаяною пластинкою (наприклад, із твердого сплаву); з механічним кріпленням ріжучих пластинок (із твердих сплавів або мінералокераміки);

- *за матеріалом ріжучої частини* - вуглецеві, швидкоріжучі, твердосплавні, мінералокерамічні, алмазні і з надтвердих матеріалів.

На рис. 4 показані основні типи різців і операції, виконувані на токарно-гвинторізних верстатах.

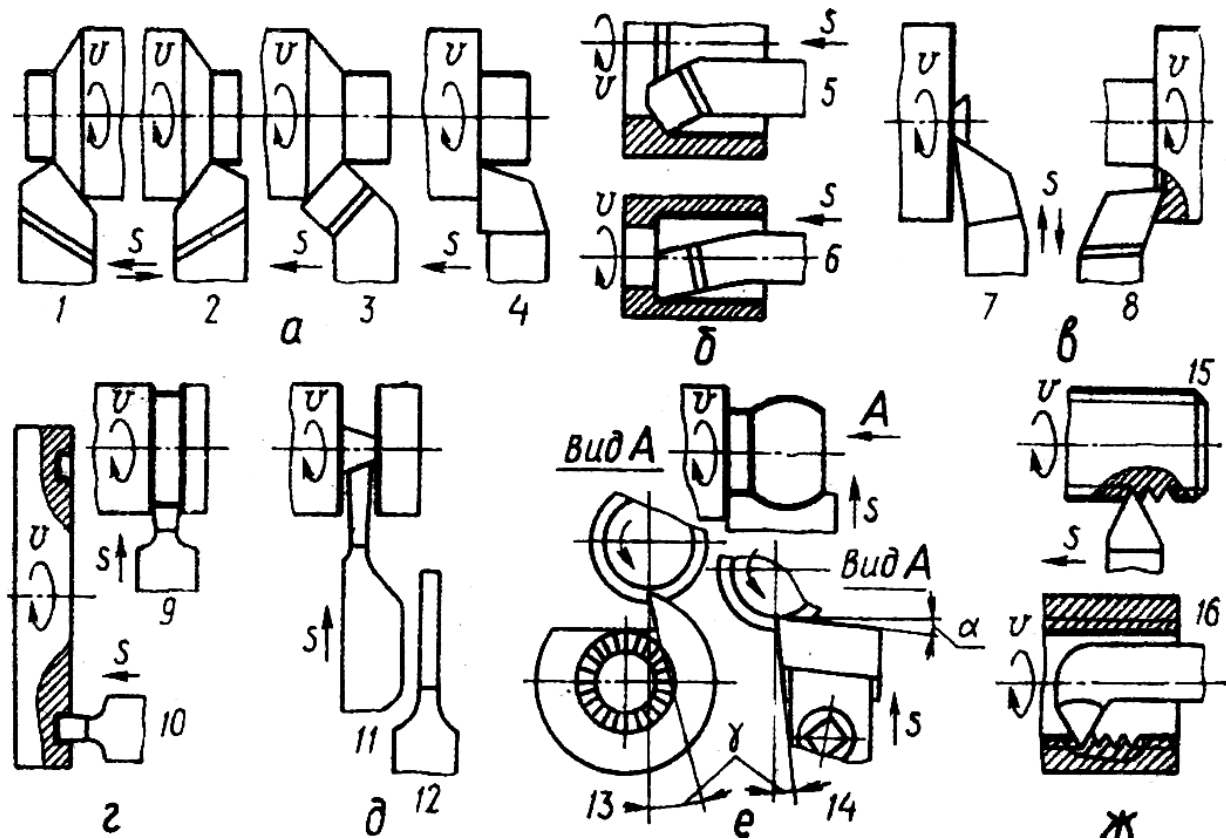


Рисунок 4 - Типи токарних різців та операції, які виконують на токарно-гвинторізних верстатах:

1, 8- ліві прохідний і торцевий; 2, 4 - праві прохідні; 3 - лівий прохідний відігнутий; 5, 6 - розточні; 7 - торцевий правий; 9, 10 - прорізні; 11, 12 - відрізні; 13, 14 - круглий і призматичний фасонні; 15, 16 –різьбові;

а - обробка зовнішніх циліндричних поверхонь; б - розточування внутрішніх поверхонь; в - обробка торцевих поверхонь; г- нарізування канавок на циліндричній та торцевої поверхнях; д - відрізання заготовки; е - одержання фасонної поверхні; ж - нарізування зовнішньої і внутрішньої різьб

Нижче приводиться коротка характеристика інструментальних матеріалів, з яких виготовлюються різці.

Вуглецеві інструментальні сталі У8, У10, У10А, У11А, У12А містять 0,8...1,2%С. Після термообробки мають твердість 60...62 HRC. Добре заточуються. Мають обмежене застосування, тому що припустима швидкість різання складає 15...19 м/хв у зв'язку з низькою теплостійкістю (200...250 °С). Застосовуються для виготовлення ручного ріжучого інструмента.

Леговані інструментальні сталі 6ХС, 9ХС, 9ХВГ, ХВГ, ХГ і інші містять 0,6...1,0 %С і приблизно по 1 % хрому, кремнію, марганцю і вольфраму. Після термообробки мають твердість HRC3 62...64 і теплостійкість 250...300 °С.

Швидкоріжучі сталі P12, P6M5, P9Ф5 містять 6...18 % вольфраму, завдяки чому їхня теплостійкість складає 600...630°С. Твердість після гартування 60...64 HRC. Швидкоріжучі сталі є найбільш розповсюдженими в даний час матеріалами для виготовлення цільних різців різного призначення.

Найбільш поширені тверді сплави трьох груп: вольфрамокобальтові (ВК3, ВК8, ВК10М), титановольфрамкові (Т5К10, Т15К6, Т30К4) і титанотанталовольфрамкові (ТТ7К12, ТТ8К10). Їх основу складають карбіди вольфраму, титану і танталу, для зв'язування порошкових карбідів використовується кобальт. Мають високу твердість HRA 86...90 і теплостійкістю 800... 1000 °С, що дозволяє обробляти деталі зі швидкістю до 800 м/хв. Тверді сплави випускають у виді пластинок, що кріпляться механічно чи припаюються до головки різця чи іншого інструменту.

Для виконання операцій чистової обробки з невеликою глибиною різання розроблений ряд сплавів з мінералокераміки, що завдяки практично необмеженим сировинним ресурсам має низьку вартість, забезпечує підвищення продуктивності праці і якість обробки. Мінералокераміка застосовується у виді змінних багатогранних пластин, що прикріплюються до металообробного інструмента, і поділяється на кілька груп: оксидна, чи біла, кераміка (марки ЦМ-332 і ВО-13), що складається на 99 % з оксиду алюмінію Al_2O_3 , і легуючих добавок (MgO , ZrO_2 , та ін.); оксидно-карбідна, чи чорна, кераміка (марки ВОК-60, ВОК-63, В-3), що складається з: Al_2O_3 (не менш 60 %), TiC (до 40 %) та інших добавок; кераміка на основі нітриду кремнію Si_3N_4 з легуванням оксидами ітрію, цирконію, алюмінію та іншими (сілініт-Р).

Пластины з кераміки одержують методом спікання при температурах 1600...1800°С. Мінералокераміка має твердість HRA 91...94 і теплостійкість до 1200°С; застосовується для інструментів, що повинні забезпечувати високу розмірну точність заготовок. Внаслідок порівняно низької міцності і великої крихкості використовуються для обробки твердих матеріалів на великих швидкостях різання за умови безударних навантажень.

Полікристалічні *синтетичні надтверді матеріали* (СТМ) марок композит 01 (ельбор-РМ), композит 02 (белбор), композит 05 та інші, а також *природні* (марка А) і *синтетичні алмази* (наприклад, марок АСО, АСР, АСВ) використовуються для виготовлення ріжучих вставок для різців, свердел, фрез. Основою СТМ служить кубічний нітрид бора BN, одержуваний при тиску понад 10^5 МПа і температурі до 1700 °С. Синтетичні алмази одержують із графіту при температурі близько 2500°С і тиску близько 10^4 МПа.

СТМ і алмази у виді полікристалів і одиничних зерен закріплюють у вершині різця. Такі різці забезпечують високу точність обробки і низьку шорсткість поверхні заготовки.

Схема звіту та порядок виконання роботи

1. *Прохідний правий токарний різець.* Зарисувати та вказати елементи конструкції різця та шість елементів його ріжучої частини.
2. *Схема кутів різця в плані та в головній січній площині.* Зарисувати схему і пояснити площини (основну та дві січні – головну і допоміжну), а також кути різця в головній січній площині.
3. *Вимірювання кутів досліджуваного різця та аналіз їх впливу на процес різання.*
4. *Призначення основних типів токарних різців.* Охарактеризувати типи різців та операції, які ними виконують з приведенням відповідних схем.
5. *Характеристика застосування різця, якщо його ріжуча частина виготовлена з таких матеріалів: У10А; Р6М5; ВК8; Т15К6 (табл. 1; додаток).* Марки сплавів розшифрувати, привести їх теплостійкість. Вказати, які матеріали можна обробляти і при яких умовах обробки.

Таблиця 1. Характеристика токарних різців

Інструмент				Заготовка	
Матеріал	Кут			Матеріал і його властивості	Характер, умови обробки
	α	γ	φ		
Вуглецеві інструментальні сталі типу У10, У10А	15	30	45	Мідь, латунь в'язка	Чистова деталей невеликого розміру
	15	25	90	Те ж	Чистова нежорстких деталей невеликого розміру
Швидкорізальні сталі типу Р18, Р12, Р6М5	10	25	45	Мідь, бронза та інші кольорові сплави	Напівчистова і чистова при безперервному різанні на великих швидкостях
	8	18	45... 60	Прокат вуглецевої і легованої сталей, сталеве лиття	Напівчистова і чистова при безперервному різанні на великих швидкостях
	8... 12	25... 30	45	Чавун сірий і ковкий	Те ж
	8... 12	12... 20	45	Сталеве і чавунне лиття	Чорнова переривчастих чи поверхонь лиття з кіркою

Тверді сплави типу ВК2, ВК3, ВК8	6...10	0...5	45	Сталеve і чавунне лиття, сталеві поковки	Чорнова поковка, лиття по кінці й окалині при рівномірному перетині зрізу
	8... 12	12... 15	45	Кольорові метали і їхні сплави, неметалеві матеріали	Чистова і напівчистова при безперервному різанні
Тверді сплави типу Т5К10, Т15К6	12	8...12	45	Вуглецеві і леговані важкооброблювані сталі	Безперервна чистова і напівчистова зовнішніх поверхонь
	6... 10	0...15	45	Чавун сірий і ковкий	Чорнова при перемінному й ударному навантаженні
Тверді сплави Т30К4, Т60К6	12	0...10	60	Вуглецеві, спеціальні леговані сталі; загартовані сталі	Тонке (алмазне) точіння
Тверді сплави ТТ7К12, ТТ7К15	8...12	-5...-10	45	Вуглецева і легована сталі	Чорнова без ударів
Ельбор (композит 01) Белбор (композит 02)	—	—	—	Загартовані леговані сталі (55...70HRC) і чавуни (500...600В), тверді сплави групи ВК	Безперервна тонка і чистова $t = 0,1...0,3$, але не більш 0,8...1,0 мм
Алмаз АРВ АРК		—	—	Алюмінієві сплави, латунь, склопластик, пластмаси, кераміка, тверді сплави	Тонка, чистова, напівчистова, $t = 0,1 ...0,5$ мм (пластмаси $t = 2$ мм)

Контрольні питання

1. З яких частин і елементів складається різець?
2. Поясніть положення координатних площин різця?
3. Які кути вимірюють у головній січній площині?
4. Поясніть вплив головного заднього кута на знос і міцність ріжучої кромки різця.
5. Поясніть вплив кута загострення на силу різання і міцність ріжучої кромки різця.
6. Які кути вимірюють у допоміжній січній площині?
7. Як впливає передній кут на процес різання?
8. Які інструментальні матеріали застосовують для виготовлення токарних різців?
9. Чому вуглецеві інструментальні сталі рідко застосовують для виготовлення токарних різців?

Практична робота №5
**АНАЛІЗ ГЕОМЕТРІЇ, КОНСТРУКЦІЇ І ВИКОРИСТАННЯ
ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ОТВОРІВ**

Мета роботи. Проаналізувати технологічні методи обробки отворів та конструктивні і геометричні характеристики відповідних ріжучих інструментів.

Інструменти та матеріали. Свердла.

Завдання

1. Проаналізувати схеми технологічних методів обробки отворів та послідовність видів обробки для досягнення необхідної точності (схеми обробки зарисувати). Проаналізувати їх за видом і точністю обробки.
2. Проаналізувати види і призначення ріжучих інструментів для обробки отворів.
3. Охарактеризувати будову та конструктивні і геометричні характеристики свердла (з приведенням ескізів та описом будови).
4. Охарактеризувати матеріали з яких виготовляють інструменти для обробки отворів (привести їх марки опис та матеріали, які обробляються цим інструментом).

1. Роботи, що виконуються на свердлильних верстатах

На свердлильних верстатах можна виконувати операції свердління, зенкерування, розвірчування, а також ряд інших технологічних операцій, безпосередньо не зв'язаних з обробкою отворів (табл. 1).

Свердлінням отримують наскрізні й глухі циліндричні отвори за допомогою свердла.

Розсвердлюванням збільшують діаметр попередньо просвердленого отвору.

Зенкерування також застосовують для збільшення діаметра отвору. Зенкер відрізняється від свердла більшою кількістю головних різальних ребер, що забезпечує краще його спрямовування, високу продуктивність і точність.

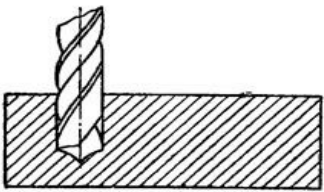
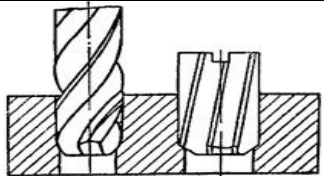
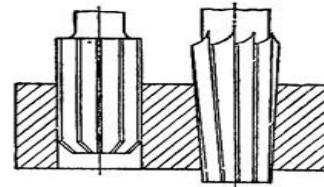
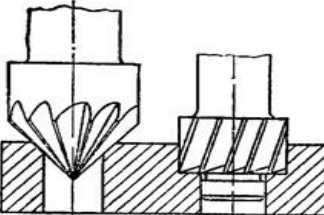
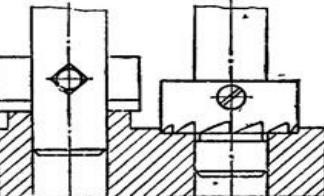
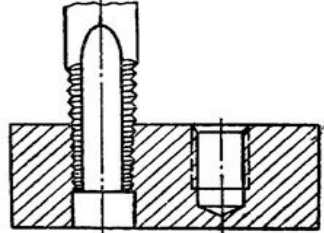
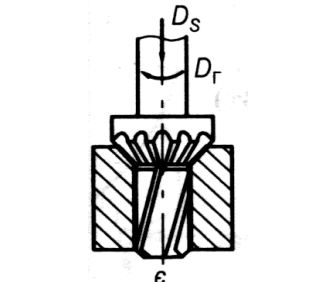
Розвірчуванням обробляють отвори високої точності та якості поверхні в заготовках з отвором, обробленим зенкером.

Різьбу нарізують мітчиком в попередньо оброблених отворах.

Зенкування – обробка зенківками циліндричних або конічних заглибин під головки болтів або гвинтів у попередньо просвердлених отворах.

Одночасну обробку в отворі, наприклад, циліндричної та конічної поверхонь, виконують спеціальним комбінованим інструментом.

Таблиця 1. Основні види робіт, які виконуються на свердильних верстатах

Операція	Схема обробки	Характеристика технологічних можливостей обробки
Свердління		Свердління наскрізних і глухих циліндричних отворів діаметром від 0,15 до 80 мм у суцільному матеріалі. Квалітет точності 10...11, шорсткість $R_z=80\ldots20$ мкм
Зенкерування		Зенкерування циліндричних і конічних отворів, одержаних (попередньо) литтям, прошиванням, або свердлінням. Квалітет точності 9...10, шорсткість R_a до 2,5 мкм
Розвертання		Остаточна обробка точних і чистих циліндричних і конічних отворів (після зенкерування або розсвердлювання). Квалітет точності 6...8, шорсткість $R_a=2,5\ldots0,32$ мкм
Зенкування		Зенкування отворів під потайні, півпотайні і циліндричні головки гвинтів і заклепок
Цекування (торцювання)		Обробка торцевих поверхонь (на виході отворів) під головки гвинтів, болтів, шайб, гайок і т. п.
Нарізання різьби		Нарізування мітчиками кріпильної різьби у наскрізних і глухих отворах діаметром 3...40 мм і більше
Зенкерування і зенкування		Одночасне зенкерування і зенкування виконується спеціальним комбінованим інструментом

Прийоми свердління. Залежно від точності та величини партії оброблюваних деталей отвори можна свердлити за розміткою з кернуванням центрів отворів або з допомогою кондукторів.

Свердління за розміткою при відносно точному положенні отвору провадять у два прийоми: попереднє і остаточне. Попереднє свердління виконують з ручною подачею на глибину 0,25 діаметра отвору, потім свердло піднімають, видаляють стружку і перевіряють збіг кола надсвердленого отвору з розмічальним колом. Якщо вони збігаються, то можна продовжувати свердління, ввімкнувши механічну подачу, і довести його до кінця. Якщо ж надсвердлений отвір виявився не в центрі, то його виправляють прорубуванням двох-трьох канавок від центра з того боку центрового заглиблення, куди потрібно змістити свердло. Канавки спрямовують свердло у намічене кернером місце. Зробивши ще одне надсвердлювання і переконавшись у його правильності, доводять свердління до кінця.

Свердління з допомогою кондуктора виконують у тих випадках, коли треба одержати більш високу точність, а також при досить великій партії однакових деталей. Цей спосіб значно продуктивніший від свердління за розміткою, бо відпадає потреба в самому розмічанні, у видержці деталі перед її обробкою; кріплення деталі провадиться надійно і швидко; знижується втомлюваність робітника і т. ін.. Наявність постійних установочних баз і кондукторних втулок, які направляють інструмент, підвищує точність обробки і забезпечує взаємозамінюваність деталей.

На рис. 1,а зображений *закритий кондуктор коробчастої форми*. Оброблювану деталь закривають всередині коробки 1, доводять до упору 2 і закріплюють гвинтами 4 і 6. Свердло спочатку вводять у напрямну втулку 3, а потім просвердливши отвір і пересунувши кондуктор, просвердлюють другий отвір через напрямну втулку 5.

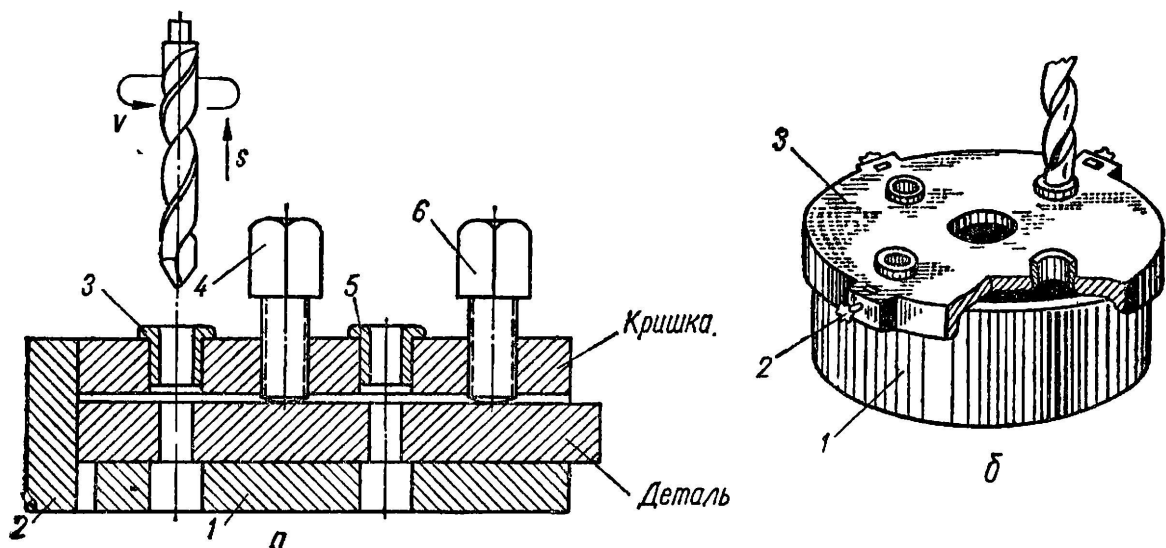


Рис. 1. Свердління у кондукторах: а – у закритому (коробчастому); б – у накладному

При користуванні накладними кондукторами оброблювану деталь затискують у машинних лещатах або на столі верстата. Кондуктор 3 накладають на ту частину поверхні деталі 1, де потрібно просвердлити отвір (рис. 1, б). Закріплюють кондуктор на деталі бічними гвинтами 2 або притискачами різних конструкцій.

Свердління наскрізних отворів відрізняється від свердління глухих отворів. Коли свердло підходить до виходу з отвору, опір металу значно зменшується, і відповідно повинна бути зменшена подача. Якщо подачу не зменшити, то свердло різко опуститься, захопить великий шар металу, заклинить і може зламатися. Звичайно для того, щоб уникнути цього, в кінці свердління вимикають механічну подачу свердла і досвердлюють отвір з ручною сповільненою подачею.

Свердління глухих отворів на задану глибину вимагає попереднього настроювання з допомогою спеціального пристрою, що є на свердлильному верстаті. Якщо ж такого пристрою нема, користуються упорною втулкою, закріпленою в потрібному місці безпосередньо на свердлі (рис. 2).

Упорну втулку або пристрій для роботи по упору, змонтований на шпинделі, настроюють так. Свердло опускають на деталь, а упорний стержень (втулку) встановлюють і закріплюють на висоті, що відповідає глибині свердління. Коли свердло опуститься на встановлену глибину, упорний стержень або втулка дійдуть до обмежувача або до торця і зупиняться. При цьому шпиндель (свердло) не зможе просунути далі в метал.

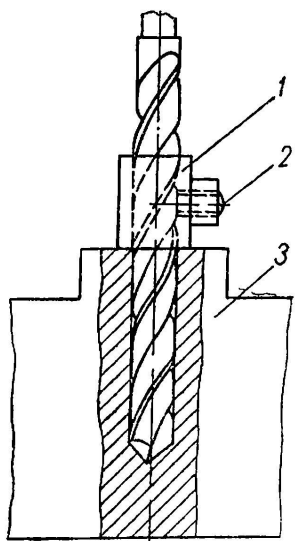


Рис. 2. Свердління глухих отворів по упору:

- 1 – упорна втулка;
- 2 – стопорний гвинт;
- 3 – деталь

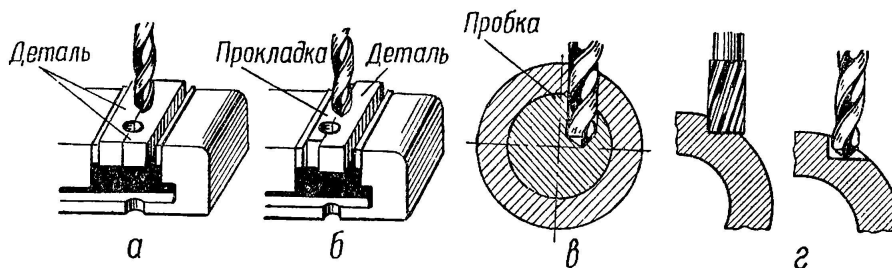


Рис. 3. Прийоми робіт під час особливих випадків свердління

До операції *розсвердлювання* вдаються, коли в суцільному металі потрібно просвердлити отвір діаметром понад 25 мм. Як відомо, поперечна кромка (перемичка) свердла не ріже, а зминає матеріал, тому із збільшенням діаметра свердла, а отже, і перемички, збільшується осьовий тиск і процес різання утруднюється. Щоб усунути це шкідливе явище, спочатку свердлять отвір приблизно вдвоє меншого діаметра, а потім розсвердлюють його іншим свердлом до потрібної величини. У цьому випадку перемичка другого свердла в роботі участі не бере, і осьове зусилля зменшується.

Розсвердлювання отвору ведуть при подачі у 1,5...2 рази більшій, ніж під час свердління у суцільному металі свердлом того самого діаметра.

Розсвердлювати можна лише отвори, попередньо одержані свердлінням або у відлитих і штампованих деталях.

Іноді зустрічаються особливі випадки свердління, як наприклад: свердління неповних і порожнистих отворів; вирізування отворів у листовому матеріалі; свердління пластмас і т. ін. Кожний з цих випадків обробки отворів має свої технологічні особливості і прийоми виконання.

Свердління неповних отворів провадять двома способами. За першим способом пару деталей закріплюють у лещатах так, щоб їх поверхні, на яких повинні бути просвердлені неповні отвори, збіглися. Потім розмічають на лінії стику закріплених деталей центри отворів і свердлять звичайним способом (рис. 3, а). Під час свердління неповного отвору в одній деталі користуються прокладками з того ж самого матеріалу, що і оброблювана деталь (рис. 3, б).

Для свердління *зміщених з центра отворів* у деталях типу втулок або труб отвір (порожнина) втулки або труби забивається металевою або дерев'яною пробкою, через яку і провадять свердління (рис. 3, в). Якщо цього не зробити, то свердло, пройшовши пустий простір, упреться в нижню частину деталі і, не маючи напряду, ковзне і зламається.

Щоб уникнути поломки свердла, під час свердління глибокого отвору збоку циліндричної поверхні деталі треба попередньо обробити площадку (рис. 3, г) і лише після цього свердлити отвір звичайним способом.

2. Різальні інструменти для свердлильних верстатів

На свердлильних і розточувальних верстатах обробляють переважно отвори у нерухомо закріплених заготовках при обертовому (головний рух) і поступальному (рух подачі) рухах інструменту.

Як різальні інструменти на свердлильних верстатах використовують свердла, зенкери, розвертки, мітчики і комбіновані інструменти.

Свердло застосовують для обробки отворів у суцільному матеріалі. За конструкцією свердла поділяють на спіральні, центрові та спеціальні. Найпоширенішими є спіральні свердла, діаметр яких змінюється в межах від 0,1 до 80 мм. У практиці обробки різанням обмежене застосування свердел малих діаметрів зумовлене їх низькою міцністю, а великих діаметрів – недостатньою жорсткістю конструкції свердлильних верстатів і оброблюваних

заготовок. Спіральне свердло складається з робочої частини l_5 (рис. 4, а), шийки l_3 і хвостика l_6 . Водночас робоча частина має різальну l_1 і напрямну l_2 частини. Різальна частина за допомогою двох різальних кромок здійснює обробку заготовки. Напрямна частина сприяє точному переміщенню свердла в оброблюваному отворі. Хвостик конічної форми призначений для закріплення свердла в шпинделі, хвостовик циліндричної форми — для закріплення свердла в спеціальному затискному пристрої – патроні. Лапка l_4 запобігає прокручуванню свердла.

Зенкер призначений для обробки отворів, попередньо отриманих литтям, штампуванням чи свердлінням. Спіральний циліндричний зенкер (рис. 4, б) на перший погляд нагадує свердло, але від свердла він відрізняється більшою кількістю (від 3 до 6) різальних кромок. Ця особливість забезпечує зенкеру порівняно зі свердлом вищу стійкість, продуктивність і точність (з-за кращого спрямовування в отворі заготовки). Діаметр зенкерів змінюється в межах від 10 до 100 мм. З метою зменшення тертя напрямна частина l_2 зенкера має незначну зворотну конусність.

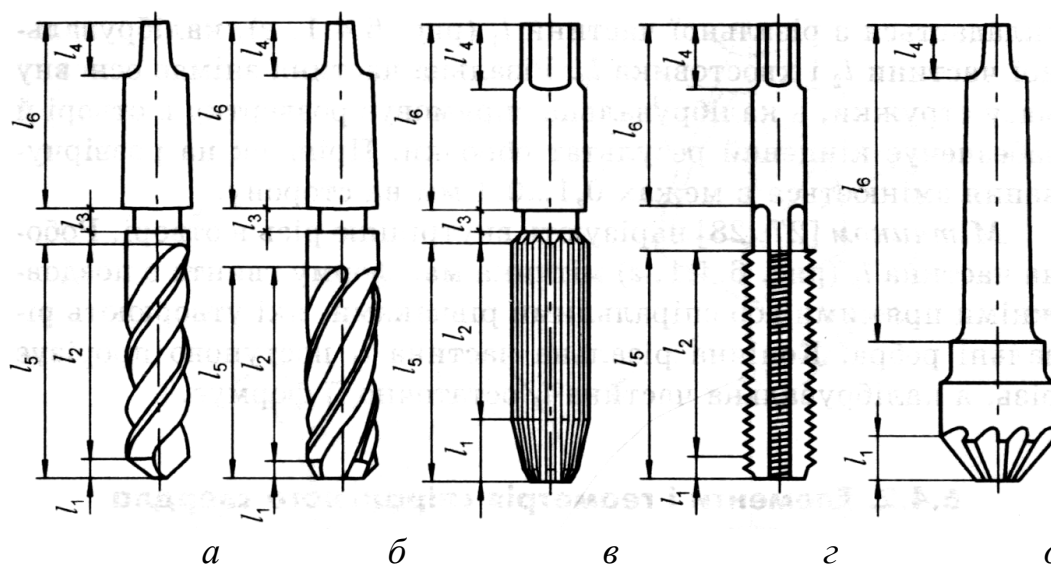


Рис. 4. Різальні інструменти для обробки отворів: спіральне свердло (а); зенкер (б); розвертка (в); мітчик (г); зенківка (д); l - різальна частина; l_2, l_2' — напрямна та калібрувальна частини; l_3 — шийка; l_4 — лапка; l_5 — робоча частина; l_6 — хвостовик

Зенківка – багатолезовий інструмент, що служить для обробки в наявних отворах заглибин конічної (рис. 4, д) або циліндричної форми, а також фасок.

Розвертка є багатолезовим інструментом, який використовується для кінцевої обробки отвору після свердління, зенкування чи розточування і забезпечує високу точність розміру (7...10 квалітету точності) та малу шорсткість поверхні. За конструкцією розвертки поділяють на циліндричні, конічні та ступеневі. Циліндрична розвертка складається з різальної частини l_1

(рис. 4, в), калібрувальної частини l_2 і хвостовика l_6 . Різальна частина знімає основну масу стружки, а калібрувальна спрямовує розвертку в отворі й забезпечує кінцевий результат обробки. Припуск на розвертання змінюється в межах 0,1...0,4 мм на сторону.

Мітчиком нарізують внутрішню різьбу в отворі. Робоча частина l_5 (рис. 4, з) мітчика має форму гвинта з поздовжніми прямими або спіральними рівчачками, які утворюють на перетині з різьбою різальні кромки. Конічна різальна частина l_1 поступово прорізує різьбу, а калібрувальна частина l_2 остаточно її формує.

Конструктивні і геометричні параметри свердла. Найбільш поширеним є спіральне свердло з циліндричним або конічним хвостовиком, яке складається з чотирьох частин: робочої 6, шийки 2, хвостовика 4 і лапки 3 (рис. 5, а). Робоча частина 6 складається з ріжучої частини 1 і направляючої 5 з гвинтовими канавками. Шийка 2 з'єднує робочу частину з хвостовиком. Хвостовик призначений для встановлення свердла в шпинделі верстата. Лапка 3 є упором для вибивання свердла з конічного отвору шпинделя.

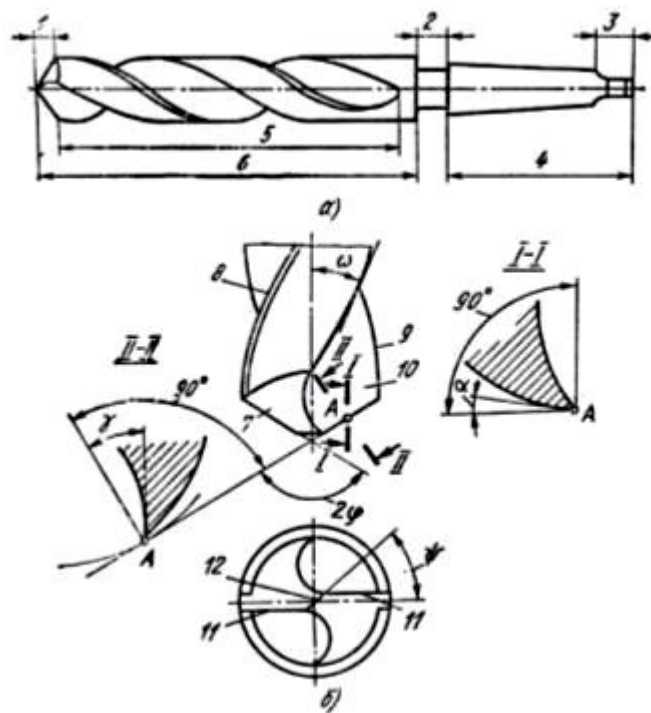


Рис. 5. Частини (а), елементи і кути (б)спірального свердла

Направляюча частина спірального свердла має змінний зовнішній діаметр, який зменшується в напрямку хвостовика. Конічну форму надають для попередження ущільнювання свердла в отворі при свердлінні.

Ріжуча частина свердла (рис. 5, б) має: *дві головні ріжучі кромки 11*, які утворюються на перетині *передніх 10* і *задніх 7* поверхонь; *поперечну ріжучу кромку 12* (перемичку) і *дві допоміжні ріжучі кромки 9*.

Для зменшення тертя об стінки отвору на робочій циліндричній частині вдовж гвинтової канавки розташовані дві вузькі стрічки 8, якими свердло дотикається до поверхні отвору, що забезпечує направлення свердла при різанні.

Стандартні свердла випускають діаметром 0,1...80 мм.

Свердла оснащені пластинками з твердого сплаву використовують для свердління загартованої сталі, чавуну з ливарною кіркою, в'язкої сталі та інших матеріалів.

3. Матеріали свердел

Для виготовлення свердел, як правило, застосовують такі інструментальні матеріали:

- вуглецеву інструментальну сталь марок У10А і У12А;
- леговані сталі - хромисту марки Х і хромокремнисту 9ХС;
- швидкорізальні сталі марок Р9, Р18, Р6М5;
- металокерамічні тверді сплави марок ВК6, ВК8 і Т15К6.

Свердла з швидкорізальних сталей виготовляють зварними: робочу частину — з швидкорізальної сталі, а решту — з менш дорогої конструкційної сталі. Найпоширенішими є спіральні свердла з швидкорізальних сталей.

ПРИЗНАЧЕННЯ СПОСОБІВ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Мета роботи. Метою роботи є набуття практичних навичок призначення способів обробки поверхонь заготовки для виготовлення деталі.

1 Маршрут обробки поверхні

Важливим завданням при проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі є вибір способів і послідовності обробки кожної з її поверхонь. Сукупність цих способів, що дозволяють перевести поверхню із стану вихідної заготовки у стан, заданий у кресленні, називають **маршрутом обробки поверхні** (МОП). Склад конкретного МОП залежить від точності вихідної заготовки (способу її виготовлення) та вимог щодо якості готової поверхні. Чим ці вимоги точніші, тим більше способів обробки включають до МОП.

Як правило, існує деяка множина МОПі для і-ї певної поверхні. Найбільш раціональний МОПі визначають на підставі економічних розрахунків.

У практичній роботі треба призначати не менше 2 варіантів МОП для 2 найбільш точних, але різних за типом поверхонь деталі (наприклад, поверхня обертання та площина).

Способи виконання типових операцій МОП, приклади для деяких поверхонь та їх описи і схеми приведені в п. 2, 3, 4.

2 Типові операції обробки поверхонь

020 Токарна (чорнова).

Проводиться точіння зовнішніх поверхонь (з припуском під чистове точіння і шліфування) і канавок. Це забезпечує отримання точності IT12, шорсткості $R_a = 6,3$. Залежно від типу виробництва операцію виконують:

- у одиничному виробництві на токарно-гвинторізних верстатах;
- у дрібносерійному – на універсальних токарних верстатах з гидросуппортами і верстатами з ЧПУ;
- у серійному – на копіювальних токарних верстатах, горизонтальних багаторізцевих, вертикальних одношпіндельних напівавтоматах і верстатах з ЧПУ;
- у великосерійному і масовому – на багатошпіндельних багаторізцевих напівавтоматах; дрібні вали можуть оброблятися на токарних автоматах.

025 Токарна (чистова).

Аналогічна приведеної вище. Проводиться чистове точіння шийок (з припуском під шліфування). Забезпечується точність IT11...10, шорсткість $R_a = 3,2$.

030 Фрезерна.

Фрезерування канавок, шпонкових канавок, зубів, всіляких лисок.

Пази, канавки, залежно від конструкції обробляються дисковою фрезою (якщо паз скрізний) на горизонтально-фрезерних верстатах, або пальцевою фрезою (якщо паз глухий) на вертикально-фрезерних верстатах.

035 *Свердлильна.*

Свердлення різних отворів.

040 *Різенарізальна.*

Якщо поверхні потрібно гартувати, то різьби нарізають до гартування.

045 *Термічна.*

Гартування об'ємне або поверхневе згідно кресленню деталі.

050 *Шліфувальна.*

Шийки валу шліфують на круглошліфовальних або безцентрошліфовальних верстатах.

3 Обробка поверхонь валів

При токарній обробці виконують такі технологічні переходи (операції):

а) *чорнове точіння* (або обдирне) – з точністю обробки (квалітетом) IT13...IT12 та шорсткістю поверхні до $Ra = 6,3$ мкм;

б) *напівчистове точіння* – IT12...IT11 і шорсткість до $Ra = 1,6$ мкм;

в) *чистове точіння* – IT10...IT8 і шорсткість до $Ra = 0,4$ мкм.

При **чорновому обточуванні**, як і при будь-якій чорновій обробці знімають до 70 % припуску. При цьому призначаються максимально можливі глибину різання t і подачу S для підвищення продуктивності обробки.

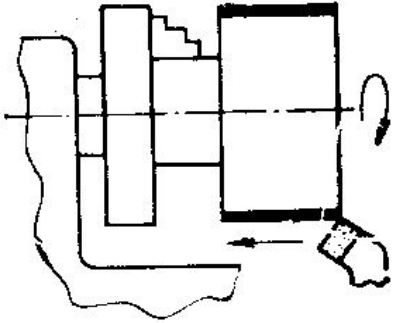
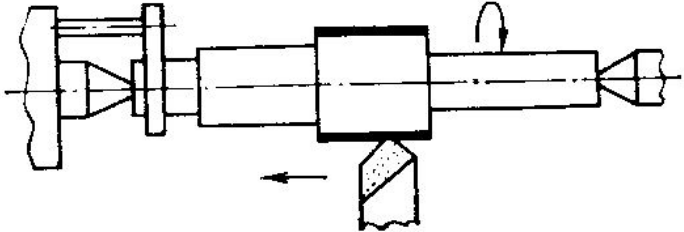
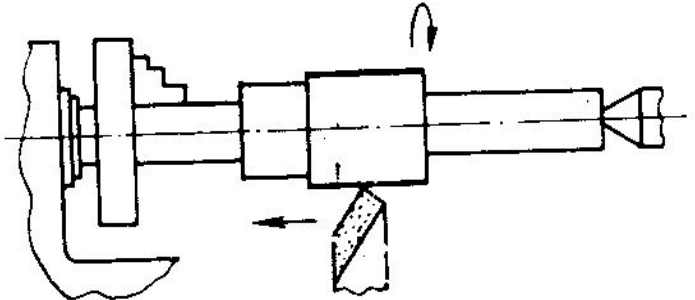
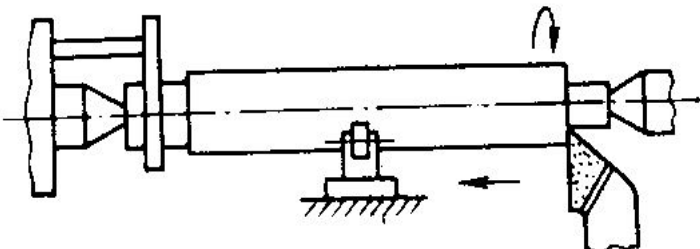
На **чистових операціях** подача обмежуються заданою шорсткістю поверхні, тому скорочення основного часу можливо за рахунок збільшення швидкості різання.

До **методів чистової обробки** відносяться: тонке точіння і різні методи шліфування. Вони, як правило, дозволяють забезпечити потрібні точність розмірів, форми, взаємного розташування і, в більшості випадків, якість поверхневого шару.

Шліфування зовнішніх поверхонь деталей типу тіл обертання проводять на круглошліфовальних, торцекруглошліфовальних верстатах, безцентрово-шліфовальних напівавтоматах і автоматах як високої, так і особливо високої точності.

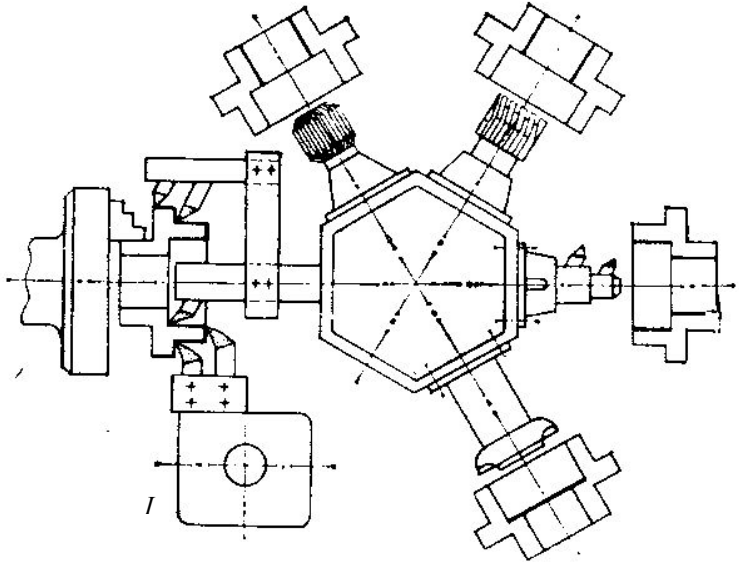
Шліфування – основний метод чистової обробки зовнішніх циліндрових поверхонь. Шийки валів шліфують в дві операції: попереднє і чистове шліфування. Після чистового шліфування точність розміру IT6, а шорсткість $Ra = 1,6...0,4$ мкм.

4 Приклади операцій механічної обробки різанням

Найменування операції	
Спосіб виконання операції	Схема операції
Токарна	
У патроні, для жорстких заготовок при $l < 1,5d$	
У центрах без люнета при $l < 12d$	
У патроні з підтримкою заготовки заднім центром при $l > 1,5d$;	
У центрах із люнетом при $l > 12d$	

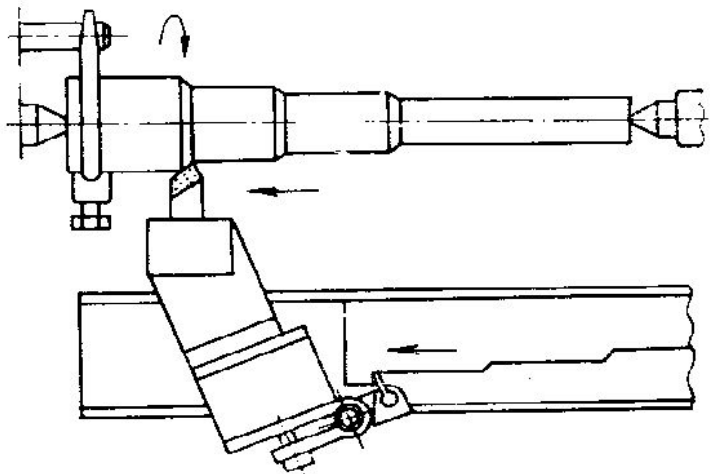
Токарно-револьверна

У патроні.
На першій позиції обточують зовнішні поверхні, розточують отвір більшого діаметра та підрізають торці.
На другій підрізають внутрішній торець.
На третій розточують двома різцями отвір малого діаметра (d).
На четвертій зенкерують отвір малого d .
На п'ятій розгортають отвір малого d

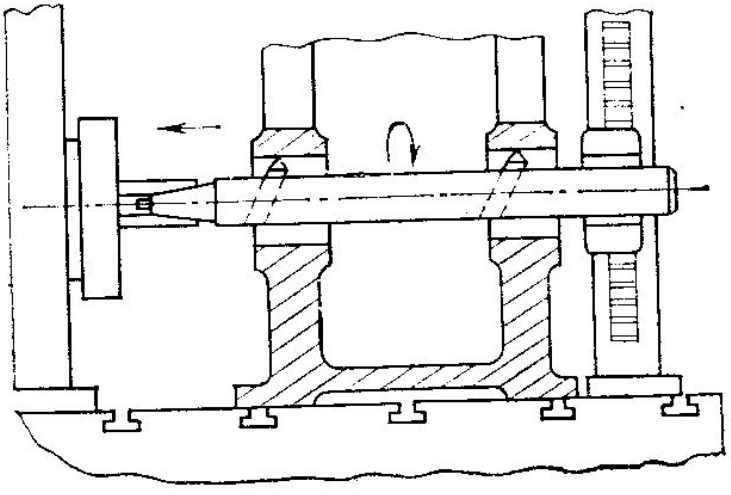
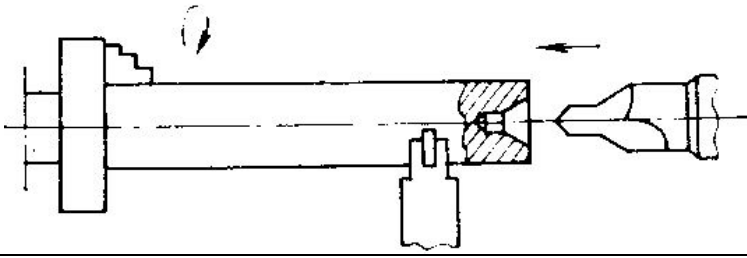
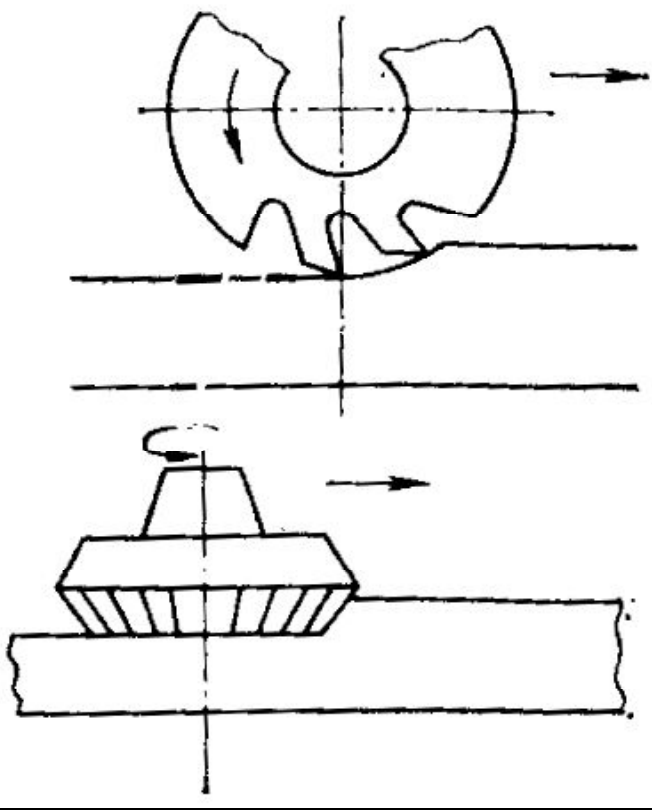


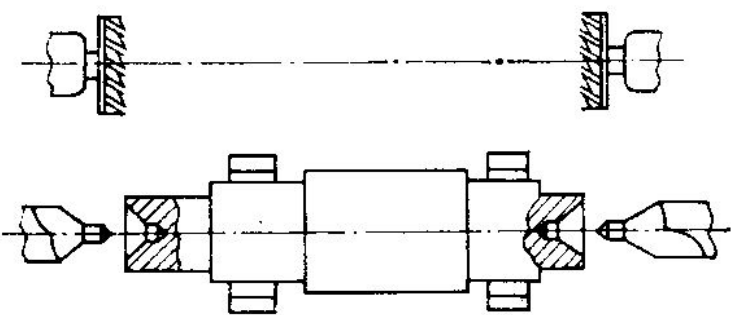
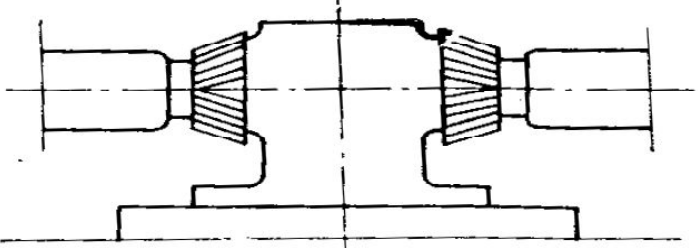
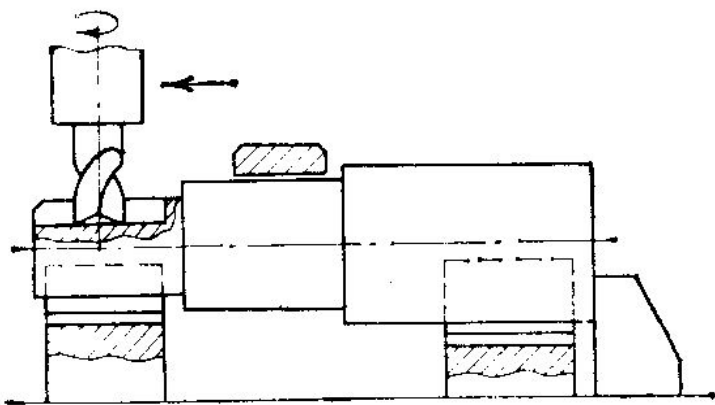
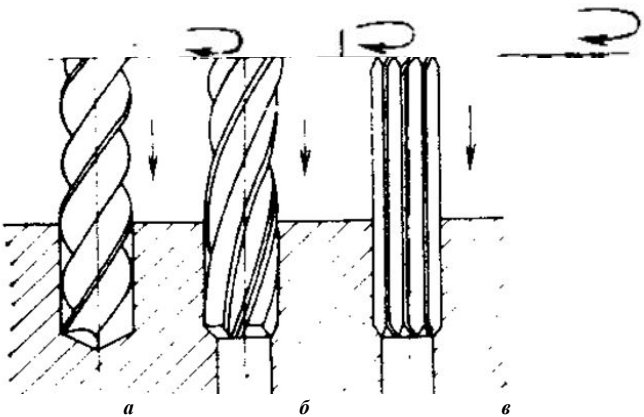
Токарно-копіювальна

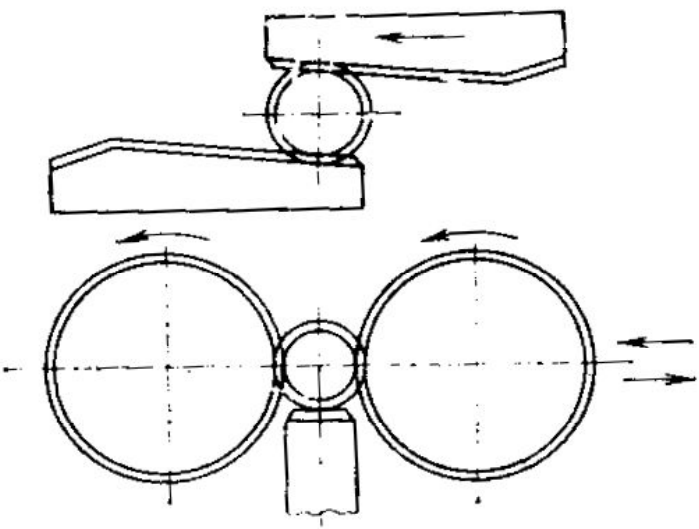
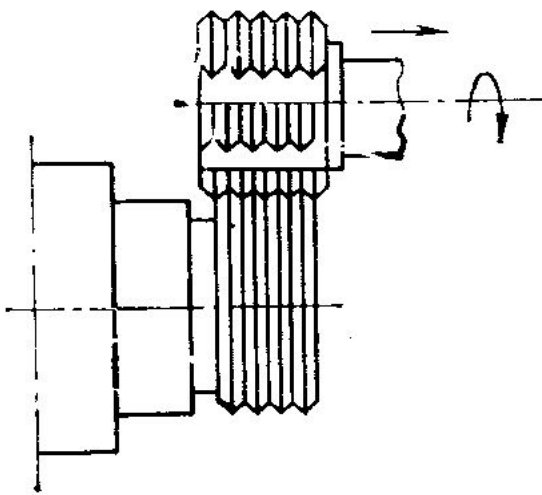
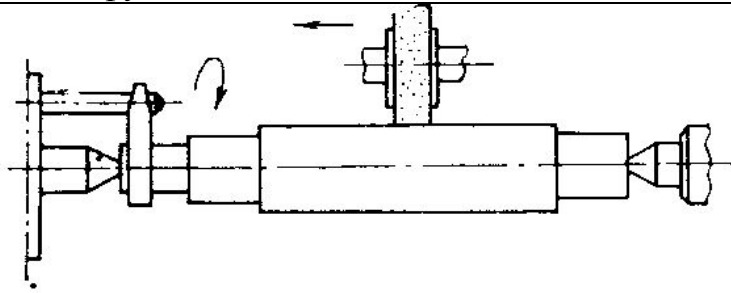
У центрах. Обточується зовнішня поверхня прохідним різцем за допомогою копіювального супорта по копіру

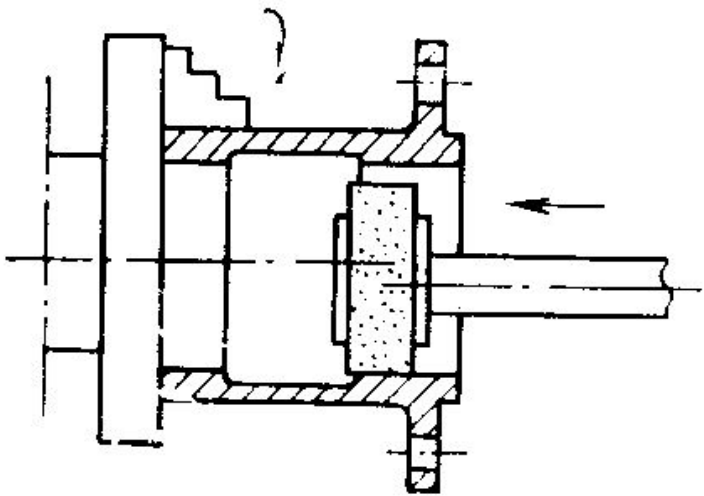
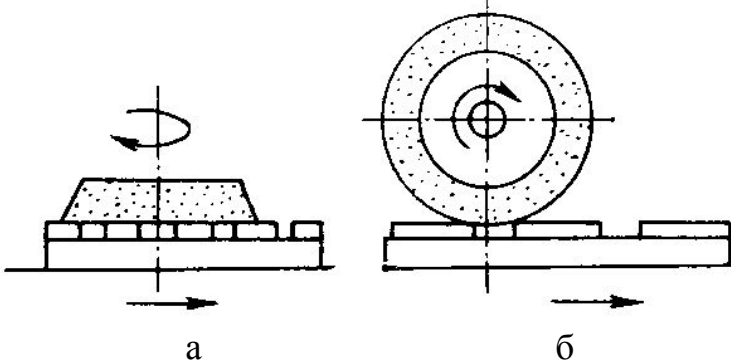
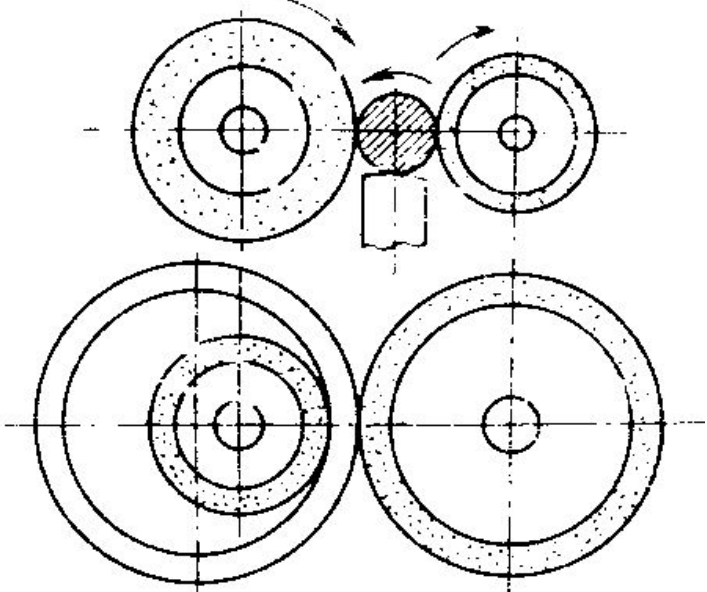


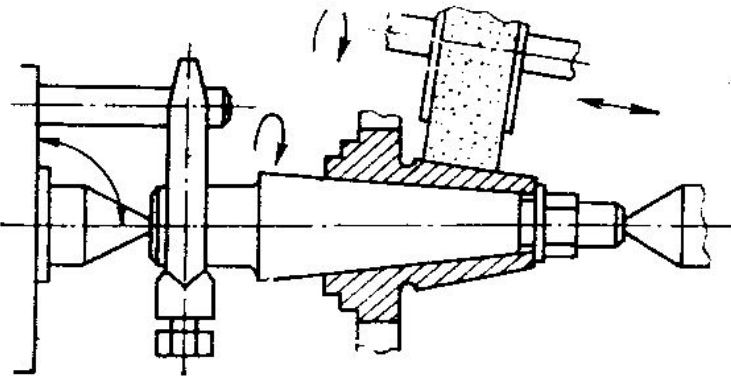
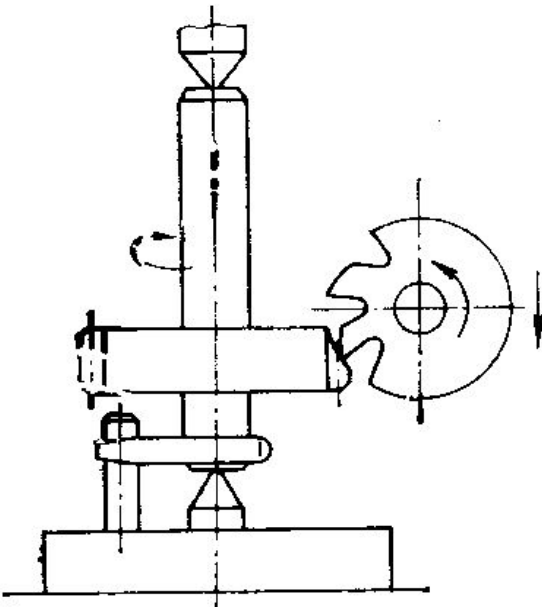
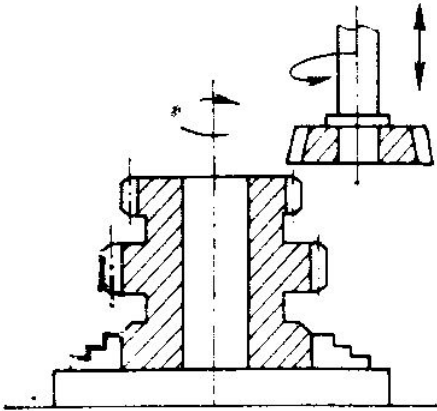
Автоматна	
У цанговому патроні. На поз. I подача прутка до упора. На поз. II свердління отвору більшого діаметра та чорнове обточування зовнішніх поверхонь фасонним різцем. На поз. III свердління отвору меншого діаметра й обточування зовнішніх поверхонь чистовим фасонним різцем. На поз. IV розточування отвору більшого діаметра. На поз. V зняття внутрішньої фаски й відрізка деталі	
Програмно-комбінована	
Виконується на токарному верстаті з ЧПК з автоматичною зміною інструмента з магазину інструментів	
Токарно-карусельна	
У кулачках на планшайбі. Обточується зовнішня поверхня прохідним різцем	

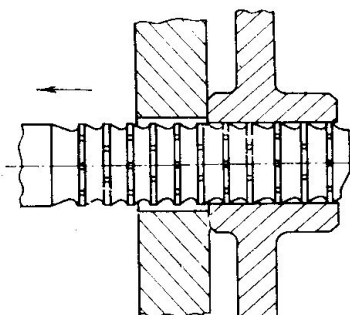
Розточувальна	
На плиті верстата планками. Розточуються два співвісних отвори в корпусі борштангою, встановленою одним кінцем у конус шпинделя і другим – у втулку задньої стійки	
Центрувальна (на токарному устаткуванні)	
У патроні з підтримкою люнетом. Інструмент встановлюється в спеціальні оправки на супорті або в корпусі задньої бабки верстата	
Фрезерна	
У машинних тисках: а – фрезерування циліндричною фрезою на верстаті горизонтального типу; б – фрезерування торцевою фрезою	

Фрезерно-центрувальна	
У призмах. У першій позиції фрезеруються торці заготовки, у другий здійснюється зацентрування. Співвісність центрових отворів залежить від співвісності центрувальних шпинделів. Глибина центрувальних отворів не залежить від довжини заготовки і практично однакова	
Поздовжньо-фрезерна	
На столі верстата планками. Фрезерування двох рівнобіжних поверхонь торцевими фрезами двома горизонтальними шпинделями одночасно	
Спеціальна фрезерна (шпоночно-фрезерна)	
У призмах пристосування. Фрезерування шпоночного паза пальцевою фрезою на верстаті вертикального типу	
Вертикально-свердлильна	
Свердління (а), зенкерування (б), розгортання (в)	

Різьбонакатна	
<i>a</i> – виконується плоскими плашками: нижньою – нерухомою та верхньою – рухливою; <i>б</i> – виконується двома роликми з гвинтовими або кільцевими витками	
Різьбофрезерна	
У цанговому патроні. Фрезерування зовнішнього різьблення груповою фрезою за 1-2 обороти заготовки	
Круглошліфувальна	
У центрах. Шліфується зовнішня поверхня методом поздовжньої подачі	

Внутрішшліфувальна	
У патроні. Шліфується внутрішня поверхня методом поздовжньої подачі	
Плоскошліфувальна	
Магнітний стіл: а – плоске шліфування торцем чашкового круга декількох заготовок одночасно; б – плоске шліфування периферією круга на верстаті поздовжнього типу декількох заготовок одночасно	 а б
Безцентрово-шліфувальна	
Зовнішнє кругле шліфування з поздовжньою подачею (а), внутрішнє шліфування кілець, втулок (б)	

Спеціальна шліфувальна	
У центрах на конусній оправці. Кругле зовнішнє шліфування конусної поверхні поздовжньою подачею	
Зубофрезерна	
У центрах. Фрезерування зубів шестерень черв'ячною фрезою на верстаті вертикального типу (метод обкатування)	
Зубодовбальна	
У патроні. Довбання зубів шестерні	

Протяжна	
Протягання отвору круглою протяжкою на верстаті горизонтального типу	

5 Порядок виконання практичної роботи (зміст звіту):

- а) назва та мета роботи;
- б) ескіз деталі з номерами поверхонь (за заданим кресленням);
- в) таблиця 6.1 варіантів МОП для 2-3 різних поверхонь;
- г) привести ескізи 2-х операцій обробки з описом.

Результати визначення варіантів маршрутів обробки поверхонь (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 - Варіанти маршрутів обробки поверхонь 1 і 2

Номер поверхні	Тип поверхні	Варіанти МОП					
		МОП 1			МОП 2		
		Спосіб обробки	Точність (квалітет)	Rz, мкм	Спосіб обробки	Точність (квалітет)	Rz, мкм
1	Площина	1 Чорнове стругання	.14	40	1 Чорнове фрезерування	14	40
		2 Чистове стругання	10		2 Чистове фрезерування	10	
2							...

Питання для самоперевірки

- 1 Що таке маршрут обробки поверхні (МОП)?
- 2 Від чого залежить склад МОП для конкретної поверхні?
- 3 За допомогою яких показників визначають найбільш раціональний склад МОП для конкретної поверхні?
- 4 Які основні способи обробки площин?
- 5 Які основні способи обробки зовнішніх циліндричних поверхонь?
- 6 Які основні способи обробки внутрішніх циліндричних поверхонь?

ЛІТЕРАТУРА

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.
2. Боженко Л.І. Технологія машинобудування: Проектування та виробництво заготовок: Підручник. – Львів: Світ, 1996. – 368 с.
3. Горбатюк Є.О. та ін. Технологія машинобудування: Навчальний посібник. – Львів: “Новий Світ – 2000”, 2011. – 358 с.
4. Григурко І.О., Брендюля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей: Курсове проектування.– Львів: “Новий світ – 2000”, 2006. - 576 с.
5. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М., Высшая школа, 1984.
6. Данилевский В.В., Гельгафт Ю.И. Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения. М., Высшая школа, 1988.
7. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: Навчально-методичний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2004.-98 с.
8. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.
9. Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н.. Технология машиностроения. - М, Высшая школа, 1990.
10. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – К.: Вища шк., 1993. – 414 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.

ЗМІСТ

Практична робота № 1. Аналіз об'єктів і типів машинобудівного виробництва та методів виробництва заготовок.....	3
Практична робота №2. Призначення технологічних баз для виготовлення деталі.....	10
Практична робота №3. Побудова технологічної схеми складання	15
Практична робота №4. Аналіз геометрії, конструкції і використання токарних різців.....	21
Практична робота №5. Аналіз геометрії, конструкції і використання інструментів для обробки отворів.....	28
Практична робота №6. Призначення способів обробки поверхонь заготовки для виготовлення деталі	36
Література	47