

Міністерство освіти і науки України
Харківський державний політехнічний коледж

НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА
(розділ «Слюсарно-механічна практика»,
частина II «Механічна практика»)

Теоретичні відомості

до практичних занять
у навчально-виробничих майстернях

Галузь знань
14 «Електрична інженерія»
Спеціальність
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Спеціалізація
5.141.3 «Обслуговування та ремонт електроустаткування
автомобілів і тракторів»

2017 р.

Теоретичні відомості до практичних занять у навчально-виробничих майстернях з дисципліни «Навчальна практика (розділ «Слюсарно-механічна практика», частина II «Механічна практика»))» для студентів галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації 5.141.3 «Обслуговування та ремонт електроустаткування автомобілів і тракторів» / Уклад.: Лелюк О. І. – ХДПК, 2017. – 39 с.

Теоретичні відомості розглянуті та рекомендовані Цикловою комісією з електромеханіки для використання майстрами виробничого навчання при проведенні ввідного інструктажу на практичних заняттях з навчальної дисципліни «Навчальна практика (розділ «Слюсарно-механічна практика», частина II «Механічна практика»))».

Протокол № _____ від _____ 20____ р.

Голова циклової комісії _____ (підпис) (_____ (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою Харківського державного політехнічного коледжу.

Протокол № _____ від _____ 20____ р.

Голова методичної ради _____ (підпис) (_____ (прізвище, ініціали)

ПЕРЕДМОВА

Теоретичні відомості до практичних занять у навчально-виробничих майстернях призначені для використання майстрами виробничого навчання Харківського державного політехнічного коледжу (ХДПК) при проведенні ввідного інструктажу на заняттях з навчальної практики (розділ «Слюсарно-механічна практика», частина II «Механічна практика») із галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації 5.141.3 «Обслуговування та ремонт електроустаткування автомобілів і тракторів». Також Теоретичні відомості можуть бути корисні майстрам виробничого навчання інших коледжів, у яких проводиться підготовка студентів з даної спеціальності.

Структурно Теоретичні відомості розділені на теми, назва теми у Теоретичних відомостях відповідає назві теми заняття з навчальної механічної практики у РПНД.

Теоретичні відомості включають в себе основні відомості з кожної зазначеної Робочою програмою навчальної дисципліни теми. Ввідний інструктаж на занятті з навчальної практики повинен складати до 10 % всього часу, відведеного для проведення заняття. У цей час також включається опитування студентів за навчальним матеріалом попередніх занять та матеріалом, який винесено згідно з РПНД на самостійне вивчення.

В кінці Теоретичних відомостей наведено список базової та додаткової літератури і інших джерел інформації (інформаційних ресурсів), які також можуть бути використані в процесі проведення занять з навчальної механічної практики.

ЗМІСТ

1 РОБОТА НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ.....	5
Токарно-гвинторізний верстат 16K20.....	5
Нормальні пристрої для закріплення заготовок на токарних верстатах..	8
Основні роботи, які виконують на токарно-гвинторізних верстатах.....	11
Токарно-карусельні верстати і роботи, які на них виконують.....	14
Багаторізцеві токарні верстати і роботи, які виконують на них.....	16
Токарні автомати і напівавтомати.....	19
Узагальнення.....	21
Запитання і завдання для самоконтролю.....	21
2 ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ФРЕЗЕРНИМИ ВЕРСТАТАМИ.....	23
Основні характеристики процесу фрезерування.....	23
Основні типи фрез і їхнє призначення.....	24
Фрезерні верстати.....	26
Будова і застосування ділильних головок.....	27
Основні види фрезерних робіт.....	29
Узагальнення.....	31
Запитання і завдання для самоконтролю.....	31
3 ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ШЛІФУВАЛЬНИМИ ВЕРСТАТАМИ.....	33
Суть і призначення обробки шліфуванням.....	33
Абразивний інструмент.....	35
Шліфувальні верстати.....	36
Узагальнення.....	37
Запитання і завдання для самоконтролю.....	38
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	39

1 РОБОТА НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ

Усі токарні верстати належать до першої групи і поділяються на такі типи: напівавтомати і автомати одношпиндельні; напівавтомати і автомати багатшпиндельні, револьверні, свердлильно-відрізні, карусельні, токарні і лобові, багаторізцеві, спеціалізовані, різні.

На верстатах токарної групи обробляють різні поверхні тіл обертання: циліндричні, конічні й фасонні, а також площини, перпендикулярні до осі обертання заготовки. Крім цього, на токарно-гвинторізних верстатах можна нарізати різцем різьби на циліндричних і конічних поверхнях, а також спіральні канавки на торцевих площинах заготовок.

З усіх типів верстатів токарної групи на машинобудівних заводах і в ремонтних майстернях найширше застосовують токарні, карусельні і револьверні верстати. Залежно від висоти центрів H над станиною токарні верстати поділяють на дрібні ($H \leq 150$ мм), середні ($H = 150 \dots 300$ мм) і великі ($H > 300$ мм). Найпоширеніші середні токарно-гвинторізні верстати, типовим представником яких є верстат 16K20.

Токарно-гвинторізний верстат 16K20

Основні частини токарно-гвинторізного верстата (рис. 1) такі: станина 1, передня 6 і задня 11 бабки, коробка подач 3, супорт 8.

Станина призначена для закріплення на ній передньої бабки і коробки подач та інших нерухомих частин, а також переміщення рухомих частин верстата. На верхній (лицьовій) її частині є напрямні, по яких переміщуються супорт і задня бабка.

У передній бабці розміщені головний вал верстата – шпиндель і коробка швидкостей, від якої з потрібною швидкістю отримує рух шпиндель з заготовкою. Шпиндель має наскрізний отвір для пропускання прутків, а в передній частині – конічний отвір для встановлення переднього центра.

Коробка швидкостей забезпечує 22 варіанти частоти обертання шпинделя близько $12,5 \dots 1600 \text{ хв}^{-1}$ за допомогою блоків зубчастих коліс, які переміщуються рукоятками 4 і 5.

Задня бабка 11 призначена для підтримання за допомогою заднього центра правого кінця заготовок, а також для закріплення в конічному отворі рухомої частини бабки-пінолі свердла, зенкера або розвертки для обробки отворів. Бабка переміщується вручну по напрямних станини і може бути зафіксована в певному положенні. Піноль також переміщується в поздовжньому напрямі в корпусі бабки за допомогою гвинтової передачі і фіксується в потрібному положенні. Корпус задньої бабки можна переміщати на невелику відстань у поперечному напрямі.

Задня бабка верстата 16K20 обладнана пневматичним пристроєм, за допомогою якого між станиною і бабкою створюється повітряна подушка, що полегшує її переміщення і зменшує спрацювання напрямних.

Коробка подач 3 є складовою частиною механізму подач. Вона призначена для швидкого настроювання верстата на потрібну поздовжню або поперечну подачу. Механізм коробки подач набуває руху від шпинделя і передає його ходовому гвинту 12 або ходовому валу 13, від яких через механізм фартуха 14 він передається супорту 8. По рейці 2 супорт переміщується вручну.

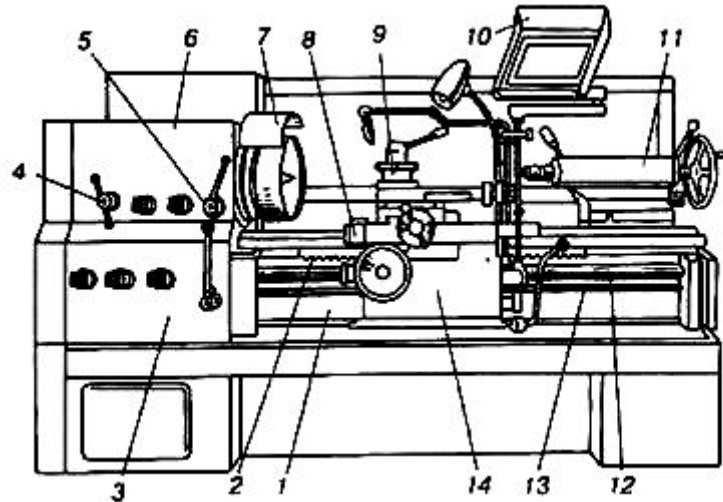


Рис. 1 – Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата 16K20

Супорт застосовують для закріплення у встановленому на ньому різцетримачі 9 інструментів і ручного або автоматичного їх переміщення. Він складається (рис. 2а) з поздовжніх 1, поперечних 2 полозків, поворотного круга 6, виконаного як одне ціле з напрямними, по яких переміщується верхня каретка 5, і чотиригранного різцетримача 4.

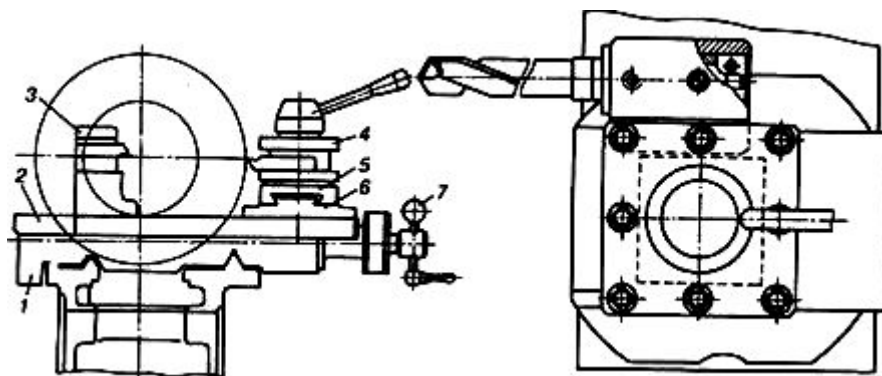


Рис. 2. Схема супорта верстата 16K20 і тримач центрального інструмента

Поздовжні полозки, а отже, і весь супорт можуть пересуватись автоматично або вручну по напрямних станини. Поперечні полозки переміщуються по поперечних напрямних поздовжніх полозків при обертанні гвинта поперечної подачі за допомогою рукоятки 7 або автоматично. Різцеві полозки можна переміщати по їхніх напрямних тільки вручну. Поворотний круг 6 разом із різцевими полозками можна повертати навколо вертикальної осі

на будь-який кут близько $\pm 90^\circ$. На поперечних полозках встановлюють задній різцетримач 3, який використовують для прорізання канавок.

Верстат має тримач для центрального інструмента (рис. 2б): свердел, зенкерів, розверток та ін.

До поздовжніх полозків супорта з різцетримачем 9 прикріплений фартух 14 (рис. 1), в якому розміщені механізми для перетворення обертального руху ходового гвинта і ходового вала в поступальний рух супорта, а також обертального руху ходового вала в поперечне переміщення поперечних полозків.

Для безпечної роботи верстата у кожусі є відгородження 7 (див. рис. 1) і захисний відкидний екран 10.

Токарні різці та їх застосування

Для обробки заготовок на токарних верстатах застосовують різноманітні різці, які класифікують за різними ознаками. За матеріалом різальної частини розрізняють різці зі швидкорізальної сталі, твердосплавні й мінералокерамічні. За конструкцією різці поділяють на суцільні та складані.

Суцільний різець виготовляють з одного куска інструментальної сталі. Іноді тільки робочу частину (головку) різця виготовляють зі швидкорізальних сталей Р9, Р9Ф5, Р6М5 тощо і приварюють до стрижня з конструкційної сталі. У **складаних** різцях її оснащують пластинками з цих сталей, твердих сплавів чи мінералокераміки. Пластинку з'єднують механічно, зварюванням або паянням з державкою різця. Залежно від призначення різця пластинки роблять різної форми.

За розташуванням головної різальної кромки різці поділяють на праві й ліві. **Правим** називають різець 2 (рис. 3), у якому головна різальна кромка міститься з боку великого пальця правої руки, накладеної долонею на різець так, щоб пальці були спрямовані до вершини різця. Під час точіння такими різцями (9 або 11) стружка з заготовки зрізується при переміщенні супорта справа наліво. **Лівим** називають різець 1, у якого головна різальна кромка міститься з боку великого пальця лівої руки, накладеної на різець так, щоб пальці були спрямовані до вершини різця. На верстаті ліві різці 1 і 4 працюють при подачі зліва направо.

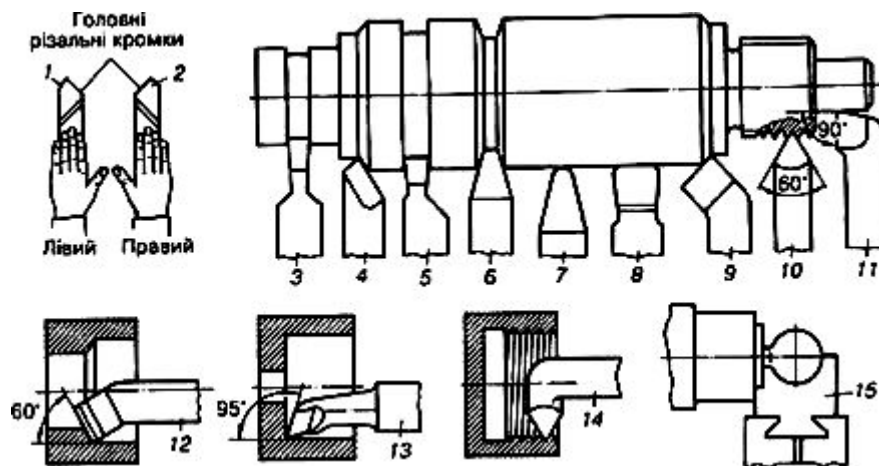


Рис. 3. Токарні різці

За розташуванням осі головки різця в плані розрізняють різці прямі (1...8, 10, 11, 15) і відігнуті (9, 12, 14).

За характером обробки різці поділяють на обдирні (чорнові) і чистові.

За призначенням (по виду обробки) токарні різці поділяють на типи, основними з яких є прохідні (4, 7, 8, 9, 11), підрізні, відрізні (3), розточні (12, 13), різьбові (10, 14), фасонні (15), канавні (5, 6).

На практиці широко використовують різці з багатограними пластинками з твердого сплаву, які не переточуються. У разі затуплення одного леза пластинка, яка кріпиться гвинтом і клином до різця, звільняється, повертається, щоб в робоче положення стало інше лезо, і кріпиться.

Нормальні пристрої для закріплення заготовок на токарних верстатах

Для закріплення оброблюваних заготовок на токарних верстатах застосовують різні пристрої: кулачкові патрони, центри, планшайби, люнети. Надходять вони разом із верстатом, тому називають їх приладдям верстата.

Патрони і планшайби. Найпоширеніші трикулачкові самоцентруючі патрони і чотирикулачкові патрони з кулачками, що переміщуються індивідуально.

Трикулачковий самоцентруючий патрон (рис.4а) складається з порожнистого корпусу 1, всередині якого є диск 2 з зубцями конічного зубчастого колеса з одного боку і спіраллю Архімеда з канавками прямокутного перерізу з іншого.

Якщо обертати будь-яке зубчасте колесо 5, то обертається диск 2 і розміщена на його торці спіраль 3 залежно від напрямку її обертання одночасно переміщує всі три кулачки до осі патрона або від неї. При такому русі кулачків відбувається центрування і закріплення заготовки одночасно. У корпусі патрона можна встановлювати прямі 6 або зворотні 4 кулачки. В трикулачковому патроні закріплюють заготовки круглого або шестигранного перерізу.

Чотирикулачковий несамоцентруючий патрон (рис. 4б) – це масивний корпус 1 з чотирма радіальними пазами, в кожному з яких встановлено кулачок. Кулачки 2 можна переміщувати в радіальному напрямі незалежно один від одного, тому в такому патроні можна закріплювати заготовки будь-якої форми.

Планшайба (рис. 4в) – це масивний диск 1, який нагвинчують на шпindel верстата. В планшайбі зроблено наскрізні пази, крізь які можна пропустити болти для закріплення заготовок або кріпильних пристроїв. Планшайба показана з прикріпленим до неї пристроєм – кутником 2, на якому закріплена заготовка підшипника 3. Для зрівноваження планшайби з встановленими на ній пристроєм і заготовкою до неї прикріплюють вантаж-противагу 4.

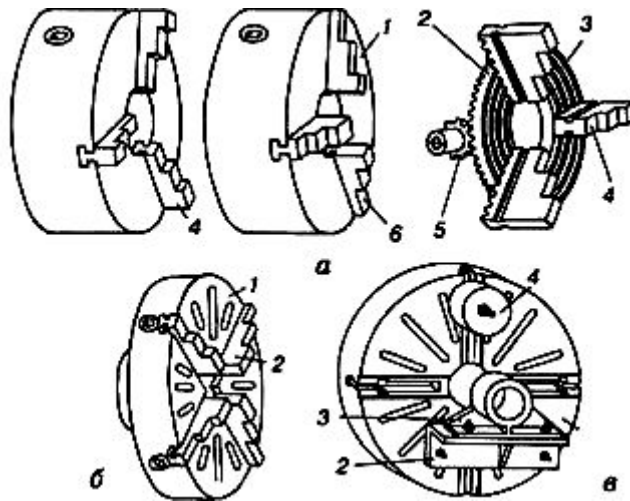


Рис. 4. Патрони і планшайби

Центри разом з поводковим патроном (рис. 5а) застосовують для закріплення довгих заготовок, наприклад валів. Один центр 7(передній) встановлюють у конічний отвір шпинделя, а другий 5 (задній) – у конічний отвір пінолі задньої бабки. В торцях заготовки попередньо свердлять центрові заглиблення, кут опорного конуса яких дорівнює куту опорної частини конуса центра і становить 60° .

Залежно від виконуваної роботи застосовують різноманітні центри:

прості (рис. 5б) – для обробки зовнішніх поверхонь заготовок;

зрізані (рис. 5в) – для підрізування торцевої площини;

кульові (рис. 5г) – для обробки поверхонь методом зміщення задньої бабки;

зворотні (рис. 5д) – для обробки заготовок настільки малого діаметра, що в них неможливо зробити центрові заглиблення (в цьому разі кінці заготовок роблять конічними);

обертові (рис. 5е) – для обробки заготовок на великих частотах обертання. Обертовий центр 1 опирається на підшипники кочення 2, які вмонтовано в корпусі 3.

Для передачі обертання закріплений у центрах заготовці на одному її кінці за допомогою болта 6 (рис. 5а) закріплюють хомут 4. На шпиндель верстата нагвинчують поводковий патрон 1, у диску якого закріплено палець 2. Поводковий патрон має запобіжний кожух 3. При обертанні поводкового патрона разом із шпинделем палець 2 упирається в хомут 4 і передає через нього обертання заготовці.

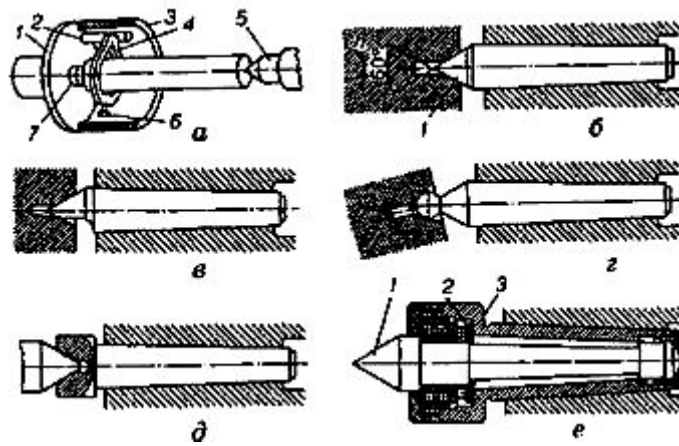


Рис. 5. Поводковий патрон і центри

Люнети – додаткові опори, які застосовують для зменшення прогинання довгих заготовок від сил власної ваги і сил різання, що діють на них. Довгими заготовками називають такі, в яких відношення довжини заготовки до її діаметра більше за 12. Люнети бувають рухомі і нерухомі.

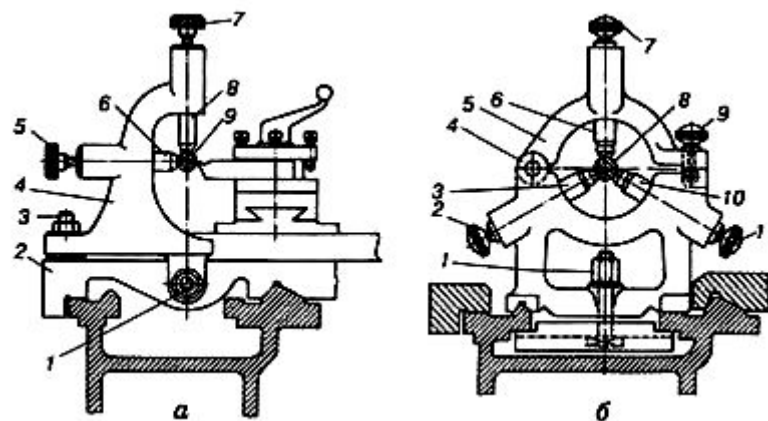


Рис. 6. Люнети

Рухомий люнет 4 (рис. 6а) кріплять двома болтами 1 і 3 до супорта 2, тому під час обробки заготовки він переміщується разом із ним. Рухомий люнет має два кулачки 6 і 8, які за допомогою гвинтів 5 і 7 можна переміщати в радіальному напрямі до стикання торцевої поверхні кожного кулачка з оброблюваною заготовкою 9. Різець у різцетримачі встановлюють попереду кулачків, щоб кулачки люнета ковзали по обробленій поверхні.

Нерухомий люнет (рис. 6б) кріплять до станини за допомогою планки, болта і гайки 1. Він має три кулачки 3, 6 і 10, кожен з яких за допомогою гвинтів 2, 7 і 11 можна переміщати незалежно один від одного в радіальному напрямі. Верхній кулачок разом із кришкою 5 люнета можна повертати навколо горизонтальної осі 4 на 180° , що полегшує встановлення заготовки 8 на верстаті. Після встановлення заготовки кришку люнета повертають у робоче положення і скріплюють з корпусом люнета за допомогою болта і гайки 9.

Поверхня заготовки 8, по якій ковзають кулачки нерухомого люнета, має бути оброблена.

Основні роботи, які виконують на токарно-гвинторізних верстатах

Обробка циліндричних поверхонь, площин, прорізування канавок, відрізання. Циліндричні поверхні обробляють при поздовжньому переміщенні супорта або різцевих полозків. Зовнішні циліндричні поверхні обробляють прохідними різцями, а внутрішні – розточувальними. Пристосування для закріплення заготовок вибирають залежно від їх форми і розмірів. Заготовки типу валів залежно від відношення їх довжини до діаметра рекомендують кріпити так: при $l/d < 4$ – у патроні; при $4 < l/d < 10$ – в центрах; при $l/d > 10...12$ – у центрах з додатковою опорою заготовки на кулачки рухомого або нерухомого люнета.

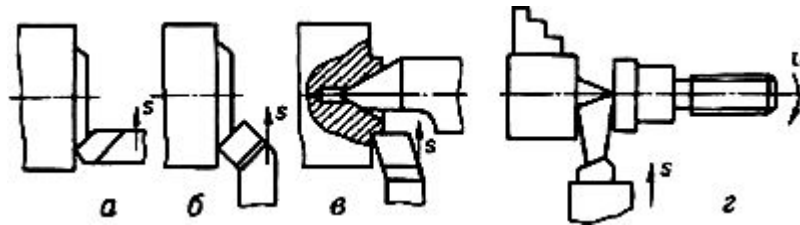


Рис. 7. Обробка площин (а, б, в) і відрізання різцями з нахилоною кромкою (г)

Площини обробляють прохідними прямими і відігнутими, а також підрізними різцями з поперечною подачею (рис. 7). Прорізають канавки і відрізають заготовки також з поперечною подачею канавковими і відрізними різцями (див. рис. 8, поз. 3, 5, 6).

При відрізуванні деталі різцями з нахилоною кромкою не потрібна подальша обробка торця.

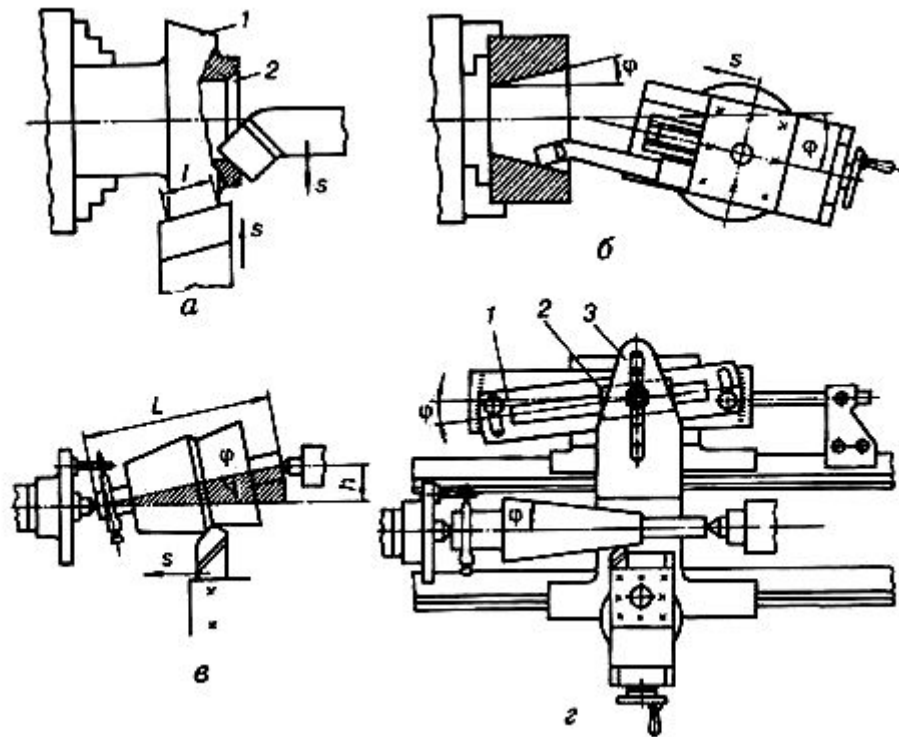


Рис. 8 – Обробка фасонних поверхонь фасонним різцем

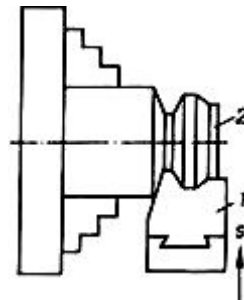


Рис. 9. Обробка фасонних поверхонь фасонним різцем

Внутрішні циліндричні поверхні обробляють центровими інструментами (свердлами, зенкерами, розвертками), які встановлюють в пінолі задньої бабки чи за допомогою державки в різцетримачі, або розточними різцями для наскрізних 12 і глухих 13 отворів (див. рис. 3).

Конічні поверхні обробляють різними методами. Різцем з похило розташованою різальною кромкою обробляють зовнішні 1 і внутрішні 2 конічні поверхні (рис. 8а), довжина яких не перевищує 20...25 мм.

За допомогою повороту верхньої каретки супорта обробляють зовнішні й внутрішні конічні поверхні, довжина яких не перевищує довжини ходу різцевих полозків. Напрямні різцевих полозків встановлюють під кутом ϕ (рис. 8б) до осі обертання заготовки, який дорівнює половині кута при вершині оброблюваного конуса.

Методом зміщення задньої бабки обробляють тільки зовнішні конічні поверхні, в яких довжина твірної порівняно велика, а кут при вершині конуса

не перевищує $10...12^\circ$. Заготовку в цьому випадку закріплюють у центрах, а корпус задньої бабки зміщують в поперечному напрямі на величину $h = L \sin \varphi$ (рис. 8в).

Більш продуктивним і точним є метод обробки конусів за допомогою копіювальної конусної лінійки 1 (рис. 8г), що кріпиться на кронштейні до станини. При автоматичній або ручній подачі супорта повзунок 2, тяга 3 і різець переміщуються паралельно твірній оброблюваного конуса.

Фасонні поверхні / незначної довжини обробляють фасонними різцями 2 з поперечною подачею (рис. 9).

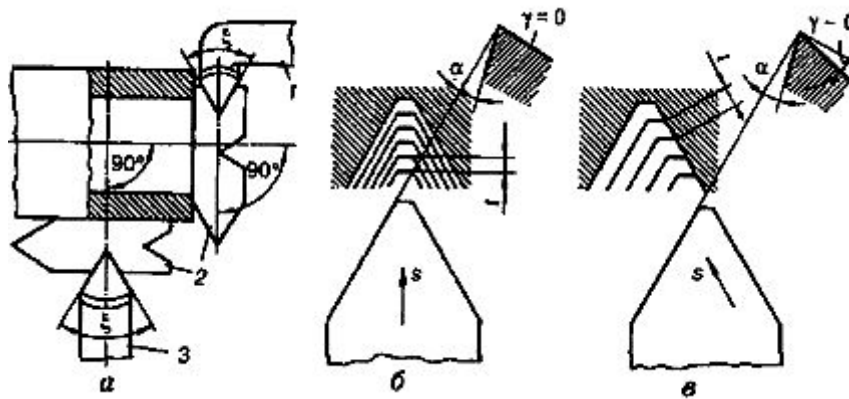


Рис. 10. Схеми нарізання різьби різцями на токарному верстаті

Фасонні поверхні значної довжини обробляють по копіях з використанням механічної, гідравлічної або електромеханічної слідкуючої системи.

У сучасних умовах усе більше поширюється обробка фасонних поверхонь на верстатах з ЧПК за заздалегідь складеною програмою.

Нарізати різьбу на токарному верстаті можна плашками, мітчиками або різьбовими різцями. Для нарізання різьби кроком $p_{н.р}$ верстат настроюють так, щоб за кожний оберт шпинделя різець переміщувався на крок $p_{н.р}$, тобто

$$1 \text{ об.шп. } i p_{х.г} = p_{н.р}$$

де i – передаточне відношення ланцюга, який передає рух від шпинделя до ходового гвинта верстата з кроком $p_{х.г}$.

Різьбу звичайної точності нарізують, використовуючи коробку подач, а при нарізанні різьб підвищеної точності потрібне значення i встановлюють за допомогою гідари змінних зубчастих коліс.

Правильність положення різців 1 і 3 (рис. 10а) при обробці перевіряють за допомогою шаблона 2. Різьбу нарізають за кілька проходів (рис. 10б,в). Після кожного з них різець відводять від заготовки і супорт повертають у вихідне положення.

При нарізанні багатоходової різьби після нарізання кожної гвинтової канавки перед наступною верстат зупиняють і здійснюють поділ (поворот заготовки на кут $360/n$) або переміщують різець уздовж осі при нерухомій заготовці на величину $p_{н.г} / n$, де n – число заходів різьби.

Основний технологічний час при точінні

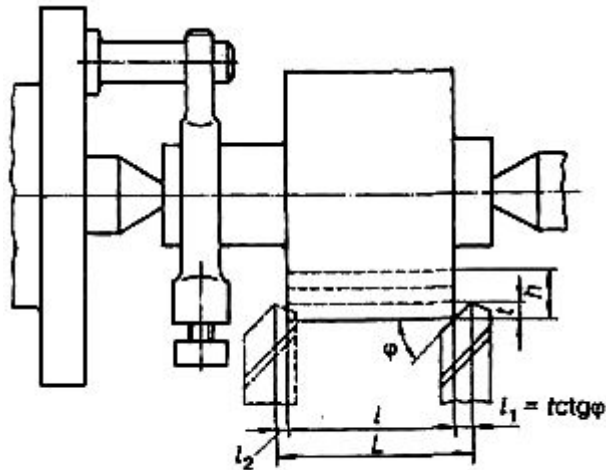


Рис. 11. Схема для розрахунку основного технологічного часу при точінні

Основний технологічний (машинний) час (рис. 11) при точінні, хв,

$$t_o = Li / sn$$

де $L = l + l_1 + l_2$ – шлях переміщення різця в напрямі подачі, мм; l – довжина оброблюваної поверхні, мм; l_1 – врізання різця, мм; l_2 – перебіг різця, мм; s – подача різця, мм/об; n – частота обертання заготовки, хв^{-1} ; i – число проходів різця.

Значення врізання і перебігу різця вибирають за нормативами.

Токарно-карусельні верстати і роботи, які на них виконують

Токарно-карусельні верстати призначені для обробки важких заготовок великого діаметра і незначної довжини (до 0,7 діаметра). Заготовки (шків, маховики, станини тощо) встановлюють і закріплюють на планшайбі, що обертається навколо вертикальної осі.

Карусельні верстати виконують одностояковими (для обробки заготовок діаметром до 1,5 м) і двостояковими (для обробки заготовок діаметром до 24 м масою до 200 т). Вони мають 2, 3 або 4 супорти з незалежним керуванням, що дає можливість обробляти заготовку одночасно кількома інструментами, закріпленими в різних супортах.

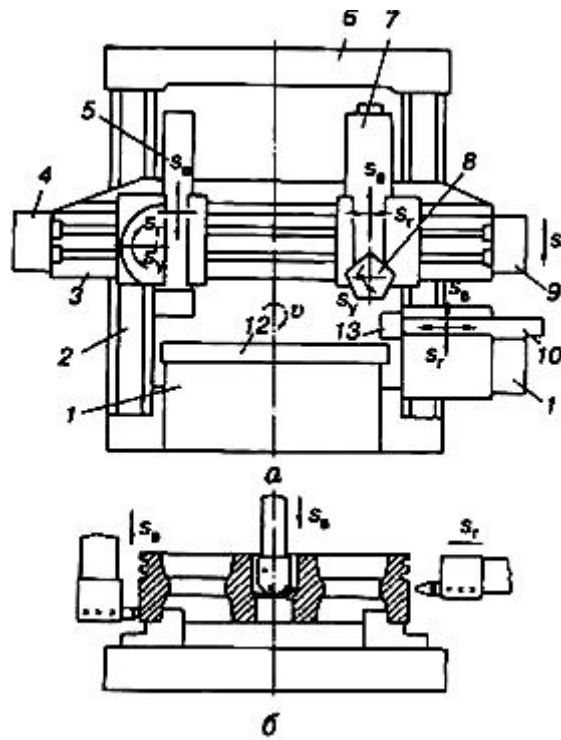


Рис. 12. Загальний вигляд токарно-карусельного верстата і обробка деталі на ньому

Схему компонування двостоякового карусельного верстата подано на рис. 12а. Він складається з станини 1, планшайби 12 з чотирма кулачками, стояків 2, з'єднаних угорі поперечкою 6, траверси 3, вертикальних супортів 5 і 7, бокового супорта 10 і трьох коробок подач 4, 9 і 11. Траверса 3 з супортами 5 і 7 може бути встановлена в певному положенні залежно від висоти деталі. Супорти 5 і 7 переміщуються по горизонтальних напрямних траверси, а супорт 10 – по вертикальних напрямних правого стояка.

Супорт 5 має поворотні (близько $\pm 45^\circ$) полозки з чотирирізцевим різцетримачем, що дає можливість обробляти конічні поверхні. Супорт 7 не має поворотної частини, він оснащений п'ятипозиційною револьверною головкою 8, в якій одночасно можна закріплювати п'ять інструментів. На повзуні бокового супорта 10 встановлено чотири-різцевий різцетримач 13.

На рис. 12б наведено схему обробки деталі (шківа) різцями, закріпленими в трьох супортах.

Багаторізцеві токарні верстати і роботи, які виконують на них

Багаторізцеві верстати мають два незалежних супорти: передній і задній. У кожному з них закріплюють по кілька різців, які працюють одночасно.

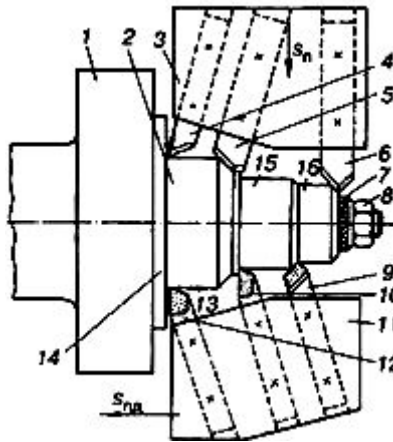


Рис. 13. Схема обробки на багаторізцевому токарному верстаті

Передній супорт має тільки поздовжню подачу, тому в ньому встановлюють різці для обробки циліндричних поверхонь. Задній має тільки поперечну подачу, тому в ньому встановлюють різці для обробки торцевих площин, фасок, канавок, коротких конічних і фасонних поверхонь.

На багаторізцевих верстатах обробляють різні деталі: ступінчасті вали, заготовки зубчастих коліс, диски тощо. Для закріплення заготовок застосовують різні пристрої: центри, трикулачкові самоцентруючі патрони, оправки тощо.

На рис. 13 показано схему налагодження багаторізцевого верстата для обробки порожнистої осі 2. Заготовку з попередньо обробленою внутрішньою порожниною закріплюють на спеціальній оправці 1, розміщеній у шпинделі верстата, за допомогою гайки 8 і шайби 7.

У передньому супорті 11 встановлено прохідні різці 9, 10 і 12, які відповідно обробляють на заготовці циліндричні поверхні 16, 15 і 13.

У задньому супорті 3 встановлено різці 6, 5 і 4 для обточування відповідно фаски, конуса та торцевої площини 14.

Основний технологічний час обробки заготовки на багаторізцевому верстаті в кілька разів менший за час обробки такої самої заготовки на токарному верстаті, що є основною перевагою багаторізцевих верстатів.

Швидке і точне встановлення різців на передньому 11 і задньому 3 супортах виконують по еталонній деталі або за шаблоном, які перед початком роботи закріплюють на верстаті.

Багаторізцеві верстати вигідно застосовувати в умовах серійного і масового виробництва.

Обробка деталей на токарно-револьверних верстатах

Загальні відомості. Токарно-револьверні верстати призначені для обробки досить великих партій деталей, що мають порівняно складну форму, для обробки якої треба застосовувати різні інструменти: різці, свердла, зенкери, розвертай, мітчики, плашки та ін. Типовими деталями, які обробляють на револьверних верстатах, є болти, гвинти, гайки, шайби, втулки, валики тощо.

Револьверні верстати відрізняються від токарних в основному тим, що в них немає задньої бабки і ходового гвинта, а на поздовжньому супорті особливої конструкції встановлено багатопозиційну револьверну головку. Всі потрібні інструменти встановлюють заздалегідь у певній послідовності в револьверній головці та в поперечних супортах і під час обробки заготовки їх по черзі швидко вводять у роботу.

Розрізняють револьверні верстати з вертикальною і горизонтальною осями револьверної головки. Верстати першого типу, крім револьверного супорта, мають один або два поперечних супорти для обробки заготовок відрізними, канавковими, фасонними різцями та іншими інструментами, що працюють з поперечною подачею.

Верстати другого типу мають тільки один поздовжній супорт із круглою револьверною головкою, який дає змогу здійснити два рухи подачі: поздовжній – при переміщенні супорта по напрямних верстата і круговий – повільне обертання головки при нерухомому супорті.

Залежно від виду заготовки розрізняють також револьверні верстати для пруткових і патронних робіт.

Токарно-револьверний верстат із вертикальною віссю револьверної головки (рис. 14а) складається з станини 1, передньої бабки 4 з коробкою швидкостей 3, коробки подач 2, револьверного супорта 7 з револьверною головкою 6, поперечного супорта 5, барабанів задніх 8 і передніх 9 упорів. Кожна грань револьверної головки має отвір для встановлення різального інструмента. При відведенні супорта в крайнє праве положення револьверна головка автоматично повертається на $1/6$ частину оберту і стає в наступну позицію. Разом з револьверною головкою повертається на одну позицію і барабан упорів 8. При поздовжній обробці заготовки встановлений на кожній позиції на певну довжину обробки упор відключає автоматичну подачу, що забезпечує однакову довжину обробки партії деталей.

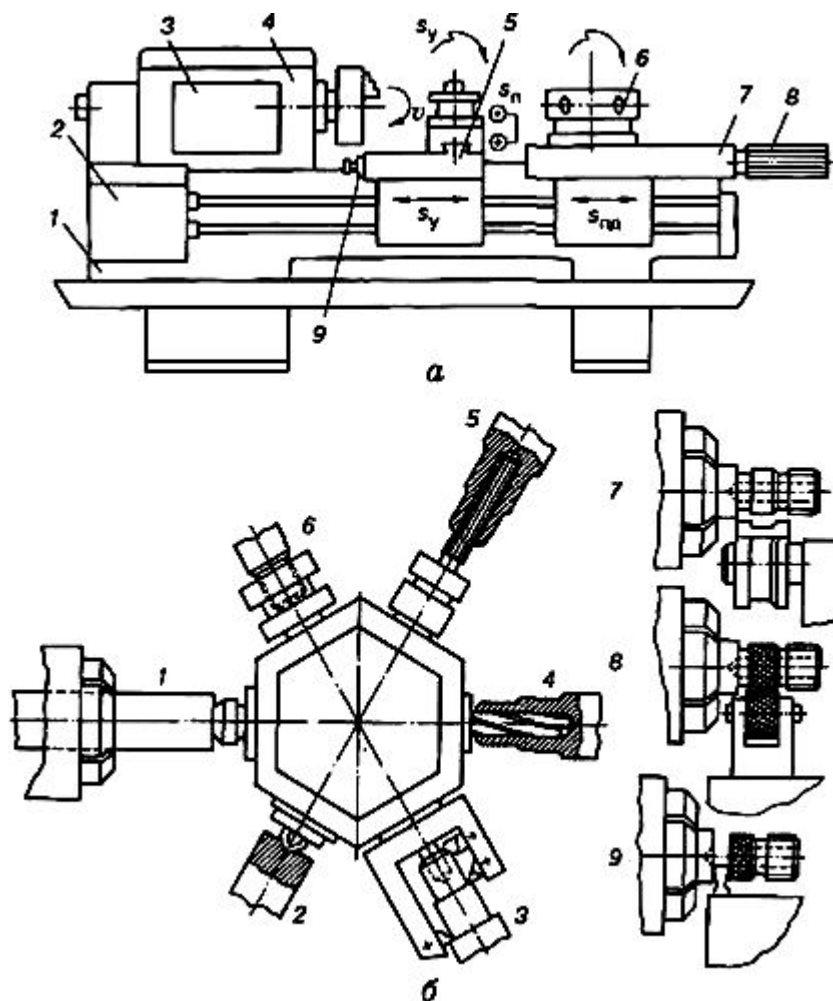


Рис. 14. Токарно-револьверний верстат з вертикальною віссю револьверної головки: а – загальний вигляд; б – схема налагодження верстата для обробки втулки

Поперечний супорт 5 з чотирирізцевим різцетримачем переміщується в поздовжньому і поперечному напрямках.

Для патронних робіт на передньому кінці шпинделя встановлюють самоцентруючий патрон. При обробці деталей із прутка його пропускають крізь отвір у шпинделі і закріплюють найчастіше у цанговому патроні. У цьому випадку розкріплення прутка, подача його на потрібну довжину і закріплення здійснюються автоматично за допомогою спеціального механізму.

На рис. 14б наведено схему налагодження револьверного верстата для обробки з прутка втулки і показано послідовність операцій: 1 – подача прутка до упора; 2 – зацентрування; 3 – свердління отвору на половину глибини з одночасним точінням двох циліндричних поверхонь і фаски; 4 – свердління отвору на потрібну глибину; 5 – розвертання отвору; 6 – нарізання зовнішньої різьби; 7 – точіння фасонним різцем; 8 – накатування втулки; 9 – відрізання готової деталі.

Токарні автомати і напівавтомати

Особливості роботи і основні типи токарних автоматів і напівавтоматів. *Автоматами* називають верстати, на яких після налагодження обробка здійснюється автоматично. *Напівавтоматами* називають верстати, в яких увесь цикл обробки і зупинення верстата після її закінчення здійснюються автоматично, а зміна заготовок і пуск верстата – вручну. На токарних автоматах обробляють кріпильні деталі, валики, втулки, кільця тощо в масовому і великосерійному виробництві. На напівавтоматах обробляють осі, фланці, зубчасті колеса та інші деталі у серійному виробництві.

За видом заготовки розрізняють автомати пруткові і патронні для обробки штучних заготовок. За кількістю шпинделів є автомати і напівавтомати одношпиндельні і багатошпиндельні, а за їх розміщенням – горизонтальні і вертикальні. Одношпиндельні автомати за характером роботи поділяють на фасонно-відрізні, поздовжньо-фасонні і токарно-револьверні.

За принципом дії розрізняють багатошпиндельні автомати і напівавтомати паралельної і послідовної дії.

Одношпиндельні токарні автомати. *Фасонно-відрізні автомати* призначені для обробки коротких деталей різцями, які встановлюють на кількох поперечних супортах. Схему роботи такого верстата показано на рис. 15а. У деяких моделях автоматів є поздовжній супорт для свердильних і різьбонарізних робіт.

На *поздовжньо-фасонних автоматах* обробляють точні деталі типу валиків, довжина яких значно перевищує діаметр. Схему роботи такого автомата показано на рис. 15б. Шпиндельна бабка 1 разом з прутком 6, що проходить крізь шпиндель 2, який отримує обертання від шківа 3, може здійснювати поздовжній рух, під час якого пруток переміщується всередині люнета 4, закріпленого в нерухомому стояку 8. Встановлені в супортах 5 і 7 (яких може бути 4...6) різці можуть залишатися нерухомими або здійснювати радіальну подачу. Обробка різцями безпосередньо на виході прутка із люнетної втулки запобігає деформації деталей. Сукупність зупинок і подач супортів і прутка дає змогу обробляти деталі досить складної форми. На деяких верстатах за допомогою спеціальних пристроїв можливе свердління центральних отворів і нарізання в них різьби.

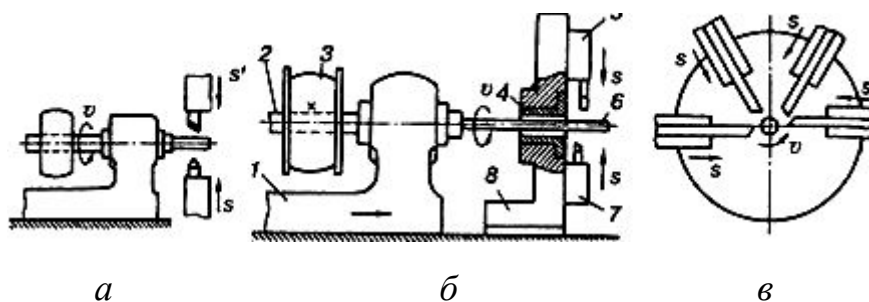


Рис. 15. Схеми обробки на одношпиндельних токарних автоматах

Поширені **токарно-револьверні автомати**, які, по суті, є автоматизованими токарно-револьверними верстатами і призначені для виготовлення порівняно складних за формою деталей з прутків $\varnothing 8...40$ мм (кріпильні деталі, втулки, пальці, ролики тощо). Як правило, ці автомати, крім револьверного супорта з револьверною головкою, що здійснює поздовжню подачу, мають два або, рідше, три поперечних супорти. В них закріплюють різці для прорізання канавок, відрізання, точіння фасонних поверхонь.

Керування рухом супортів, зміною позицій револьверної головки, механізмами подачі і закріплення прутка, обертанням шпинделя здійснюється за допомогою кулачків, встановлених на розподільному валу. Весь цикл обробки деталі виконується за один оберт розподільного вала.

Багатошпиндельні токарні автомати і напівавтомати найчастіше мають 4...6 одночасно працюючих шпинделів із заготовками.

У **верстатах паралельної дії** на всіх шпинделях виконуються однакові операції. Вони становлять кілька одношпиндельних фасонно-відрізних автоматів, які поєднані в один. Їх використовують для обробки деталей нескладної форми, яка потребує не більше 2-3 інструментів.

На **верстатах послідовної дії** кожний шпиндель разом з заготовкою при повороті шпиндельного блока займає ряд позицій, на кожній з яких виконується певна частина технологічного процесу виготовлення деталі. Кожна заготовка послідовно проходить усі позиції і за один оберт шпиндельного блока здійснюється повний цикл обробки деталі.

На рис. 16 показано принцип послідовної обробки деталі на такому верстаті. В шпиндельному блоці 1 змонтовані шпинделі 5 із заготовками 3. Проти кожного шпинделя встановлено поперечний супорт 2, а на гранях призматичного поздовжнього супорта 4 закріплюються потрібні для обробки у кожній з позицій інструменти. При періодичному повороті блока кожний шпиндель послідовно займає позиції I-IV. В позиції I пруток подається до упора і закріплюється, а потім різцем, який закріплено в поперечному супорті, прорізується канавка. На позиції II встановленим на другому поперечному супорті різцем обробляється зовнішня поверхня. Після чергового повороту шпиндельного блока шпиндель із заготовкою займає позицію III, де встановленим у поздовжньому супорті свердлом свердлиться отвір. В позиції IV відрізається готова деталь. Продуктивність чотиришпиндельних автоматів в 2,5...3 рази перевищує продуктивність близьких до них за можливостями одношпиндельних токарно-револьверних автоматів.

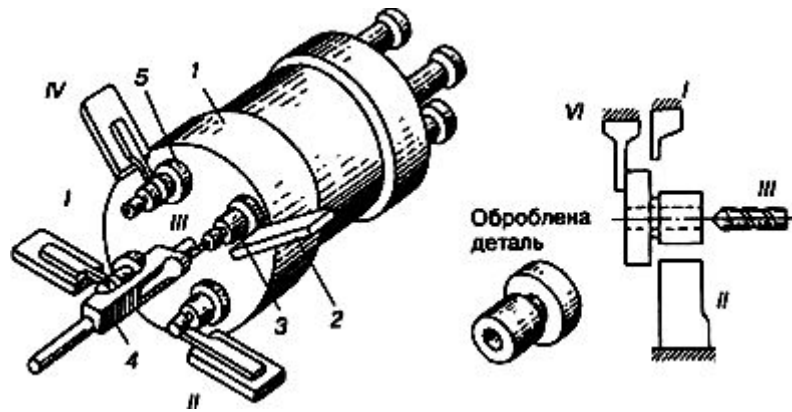


Рис. 16. Схеми обробки на багатошпиндельному токарному автоматі послідовної дії

Узагальнення

Токарні верстати поділяються на такі типи: напівавтомати і автомати одношпиндельні; напівавтомати і автомати багатошпиндельні, револьверні, свердлильно-відрізні, карусельні, токарні і лобові, багаторізцеві, спеціалізовані, різні.

На верстатах токарної групи обробляють різні поверхні тіл обертання: циліндричні, конічні й фасонні, а також площини, перпендикулярні до осі обертання заготовки. Крім цього, на токарно-гвинторізних верстатах можна нарізати різцем різьби на циліндричних і конічних поверхнях, а також спіральні канавки на торцевих площинах заготовок.

Для обробки заготовок на токарних верстатах застосовують різноманітні різці, які класифікують за різними ознаками:

- за матеріалом різальної частини розрізняють різці зі швидкорізальної сталі, твердосплавні й мінералокерамічні;
- за конструкцією – суцільні та складані;
- за розташуванням головної різальної кромки – на праві й ліві;
- за розташуванням осі головки різця в плані – прямі і відігнуті;
- за характером обробки – обдирні (чорнові) і чистові;
- за призначенням (по виду обробки) – прохідні, підрізні, відрізні, розточні, різьбові, фасонні, канавні.

Для закріплення оброблюваних заготовок на токарних верстатах застосовують різні пристрої: кулачкові патрони, центри, планшайби, люнети. Надходять вони разом із верстатом, тому називають їх приладдям верстата.

Запитання і завдання для самоконтролю

- 1 Які види робіт виконують на токарних верстатах?
- 2 Основні частини токарно-гвинторізного верстата і їх призначення.
- 3 Основні типи токарних різців.
- 4 Приладдя токарних верстатів.

5 Основні методи обробки конічних і фасонних поверхонь на токарних верстатах?

6 Які роботи виконують на карусельних верстатах?

7 Особливості будови і роботи на токарно-револьверних верстатах.

8 Основні типи токарних автоматів.

2 ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ФРЕЗЕРНИМИ ВЕРСТАТАМИ

Основні характеристики процесу фрезерування

Схеми фрезерування. *Фрезерування* – це процес обробки різанням, при якому різальний інструмент (фреза) виконує обертальний (головний) рух, а заготовка, що обробляється, – поступальний чи обертальний рух подачі. Фреза – це тіло обертання, на поверхні якого розміщено різальні зубці.

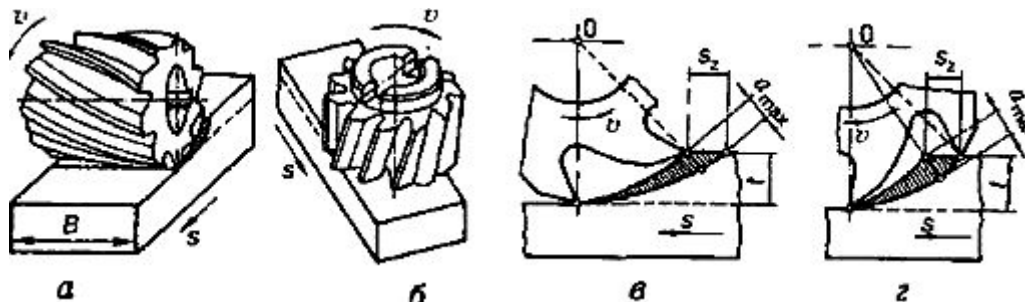


Рис. 1. Схеми фрезерування

На рис. 1а показано схему обробки площин циліндричною фрезою, а на рис. 1б – торцевою. Залежно від напрямку обертання фрези і напрямку подачі розрізняють *зустрічне* фрезерування, коли оброблювана заготовка подається назустріч обертанню фрези (рис. 1в) і *попутне* – коли напрям обертання фрези і напрям подачі збігаються (рис. 1г).

При зустрічному фрезеруванні товщина шару металу, що зрізується зубцем фрези, змінюється від 0 до найбільшого значення. Поступове збільшення товщини зрізуваного шару сприяє плавній роботі фрези. Однак перед тим як врізатися в оброблюваний метал, зубець фрези деякий час ковзає по поверхні різання, зміцненій внаслідок пластичних деформацій при різанні попереднім зубцем. Це призводить до значного спрацювання зубців фрези. Сили, що виникають при фрезеруванні цим методом, намагаються відірвати оброблювану заготовку від стола.

При попутному фрезеруванні в момент врізання зубця відбувається удар, бо зразу знімається шар найбільшої товщини, що поступово зменшується від $a_{\max}$ до 0, виключається проковзування зубців, сили різання намагаються притиснути заготовку до стола верстата. Все це сприяє зменшенню шорсткості поверхні. Попутне фрезерування раціонально використовувати при чистовій, а зустрічне – при чорновій обробці.

Елементами режиму різання при фрезеруванні є, як і при точінні, глибина різання, подача, швидкість різання і додатково – ширина фрезерування.

При фрезеруванні, на відміну від точіння, свердління, розрізняють три розмірності подачі: 1) подача на один зуб фрези s_z , мм/зуб, – переміщення заготовки при повороті фрези на кут між двома сусідніми зубцями; 2) подача на один оберт s_o , мм/об; 3) подача за хвилину $s_{\text{хв}}$, мм/хв.

Вони зв'язані між собою такими залежностями:

$$S_{\text{хв}} = S_o n = S_z n_z S_o$$

де n і z – відповідно число зубців і частота обертання фрези.

Глибина різання t , мм, – товщина шару матеріалу, що знімається за один прохід, виміряна перпендикулярно до обробленої поверхні.

Швидкість різання v , м/хв, – колова швидкість найвіддаленішої від осі обертання точки різальної кромки фрези:

$$v = \pi D n / 1000$$

де D – зовнішній діаметр фрези, мм.

Ширина фрезерування B – довжина поверхні контакту фрези з оброблюваною заготовкою, виміряна в напрямі, перпендикулярному до напрямку подачі.

Оскільки товщина зрізу стружки a є величиною змінною (див. рис. 1в,г), змінною буде і площа поперечного зрізу стружки. Під час роботи циліндричною прямозубою фрезою ця площа різко зменшується в момент виходу зубця фрези з контакту з оброблюваною заготовкою. Внаслідок цього різко зменшується зусилля різання, порушується рівномірність фрезерування, і в процесі обробки можуть виникнути вібрації. Фрези з гвинтовими зубцями забезпечують більш плавну роботу, тому що врізання зубців, вихід їх з контакту проходить не одночасно по всій ширині, а поступово.

Основні типи фрез і їхнє призначення

Класифікація фрез. Залежно від форми і призначення фрези поділяють на циліндричні, торцеві, дискові, кінцеві, кутові, фасонні, різьбові, черв'ячні та ін.

За формою задньої поверхні розрізняють фрези з гострозаточеними і затилованими зубцями.

Фрези з *гострозаточеними зубцями* мають плоску або криволінійну задню поверхню зубців. Заточують ці фрези по задній поверхні.

Фрези з *затилованими зубцями* мають задню поверхню зубців, окреслену по архімедовій або логарифмічній спіралі, виготовленій на спеціальних токарно-затиловочних верстатах.

Фрези з гострозаточеними зубцями простіші у виготовленні, мають більшу стійкість, забезпечують одержання більш чистої оброблюваної поверхні. Зате фрези із затилованими зубцями після переточування зберігають незмінним свій профіль, тому фасонні фрези виготовляють із затилованими зубцями.

За конструктивними ознаками фрези поділяють на суцільні (рис. 2 а,г,е,ж,з,й,і) і зі вставними зубцями – ножами (рис. 2 б,в,є). Суцільні фрези виготовляють переважно зі швидкорізальної сталі. У фрез із вставними зубцями (ножами) зубці виготовляють із швидкорізальної сталі або оснащують пластинками з твердих сплавів.

Залежно від способу кріплення фрез на верстаті розрізняють фрези насадні, які мають отвір і закріплюються на оправці, і кінцеві з конічним або циліндричним хвостовиком.

Циліндричні фрези мають зубці тільки на циліндричній поверхні і застосовуються для обробки площин (рис. 2а...в).

Торцеві фрези, що мають зубці як на торці, так і на бічній поверхні, можуть бути як суцільними (рис. 2г), так і з вставними ножами (рис. 2д) і використовуються для обробки площин.

Кінцеві фрези (рис. 2е) застосовують для обробки пазів, площин і фасонних поверхонь. Їх виготовляють зварними: різальна частина робиться із швидкорізальної сталі, хвостовик – з вуглецевої.

Дискові фрези (рис. 2є) використовують для фрезерування прямолінійних пазів, канавок і площин. Виготовляють їх суцільними з швидкорізальної сталі та зі вставними ножами, оснащеними швидкорізальною сталлю або твердими сплавами.

Відрізні і шліцьові фрези (рис. 2ж) – дискові фрези малої товщини, призначені для розрізування матеріалів і прорізування вузьких канавок, наприклад у головках гвинтів.

Фасонні фрези (рис. 2 з,й) застосовують для обробки різних деталей зі складним, здебільшого криволінійним, профілем. До фасонних фрез належать півкруглі опуклі і ввігнуті фрези, модульні фрези, фрези для обробки канавок мітчиків, спіральних свердел, зенкерів та іншого інструмента. Виготовляють фасонні фрези зі швидкорізальної сталі.

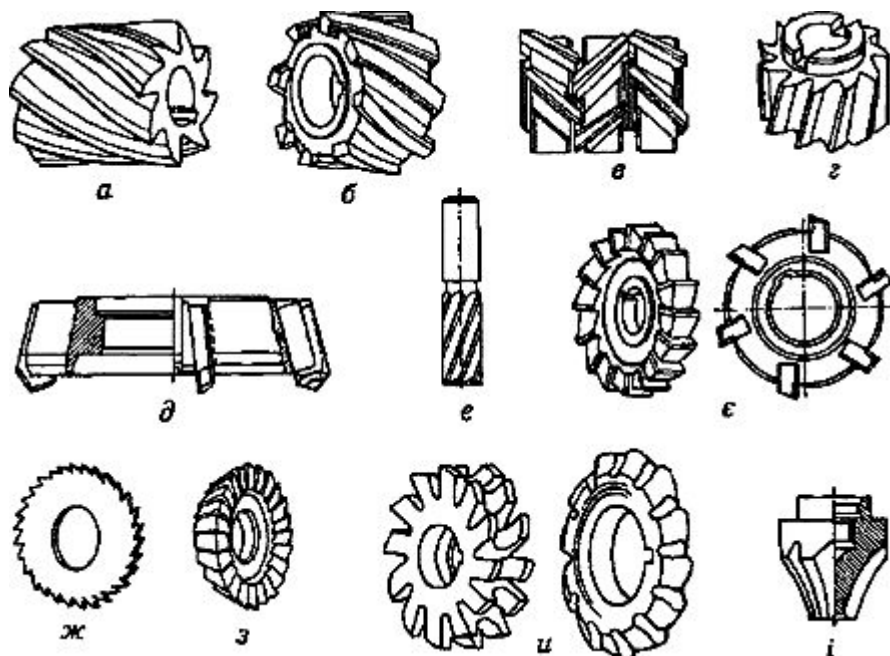


Рис. 2. Основні типи фрез

Основні геометричні параметри циліндричної і торцевої фрез. Зубці фрези можна вважати окремими різцями з властивими їм геометричними параметрами.

Передній кут фрези γ визначають у площині $N-N$, перпендикулярній до різальної кромки (рис. 3 а,б). Для фрез із швидкорізальної сталі залежно від міцності й твердості оброблюваного матеріалу він змінюється в межах $10...20^\circ$. У твердосплавних фрез $\gamma = 10...15^\circ$.

Задній кут α визначають у площині, перпендикулярній до осі фрези. Це кут між дотичною до задньої поверхні зуба фрези в точці C і дотичною до обводу, який утворює точка C при обертанні навколо осі фрези (рис. 3а). Задній кут залежно від типу фрез змінюється у межах $6...25^\circ$.

Крім того, для торцевих фрез істотне значення мають головний і допоміжний кути в плані (рис. 3б).

Головний кут у плані ϕ – кут між проекцією головної різальної кромки зубця торцевої фрези на осьову площину і напрямом подачі. Найчастіше кут ϕ беруть близько $45...60^\circ$.

Допоміжний кут у плані ϕ_1 призначений для зменшення тертя допоміжної різальної кромки об поверхню, що обробляється. Значення його беруть $5...10^\circ$.

Кут нахилу зубців ω забезпечує більш плавну роботу фрези порівняно з прямозубою фрезою і надає напрям сходу стружки.

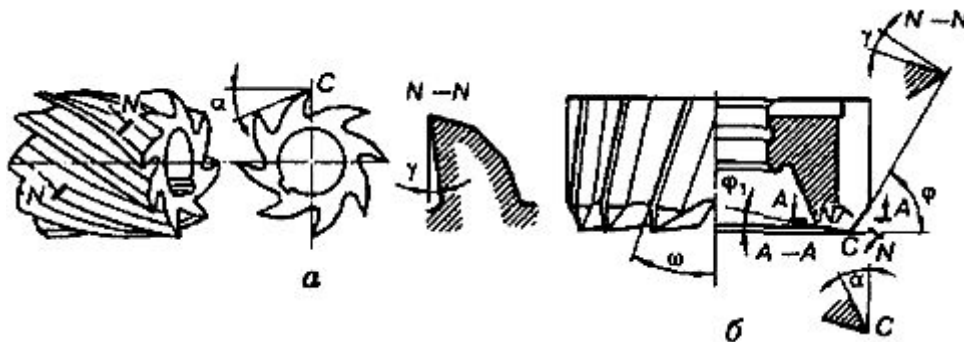


Рис. 3. Основні геометричні параметри циліндричної і торцевої фрез

Фрезерні верстати

Типи фрезерних верстатів. Після верстатів токарної групи фрезерні є найпоширенішими металорізальними верстатами.

Є багато типів фрезерних верстатів: консольно-фрезерні, поздовжньо-фрезерні, фрезерні верстати безперервної дії, шпонково-фрезерні, різбофрезерні, копіювально-фрезерні, спеціальні та ін. Розглянемо основні з них.

Консольно-фрезерний верстат названо так тому, що стіл його розміщено на консольній балці (консолі), яка може переміщатися по вертикальних напрямних станини. Вони є найбільш поширеними фрезерними верстатами. Консольно-фрезерні верстати поділяють на горизонтально-фрезерні, універсально-фрезерні, вертикально-фрезерні, широкоуніверсальні.

Горизонтально-фрезерний верстат (рис. 4а) складається зі станини з фундаментною плитою 1, консолі 7, поперечних полозків 6 із

столом 4, хобота 3, підвіски 5. Коробка швидкостей 2 розміщена в станині, а коробка подач 8 – всередині консолі.

Оброблювана деталь встановлюється на столі, який може переміщуватися в поздовжньому, поперечному, а разом з консолю – у вертикальному напрямках, здійснюючи подачі s_{nd} , s_n , s_a .

Фрези закріплюють на оправці, жорстко з'єднаній із шпинделем. Другий кінець оправки підтримується підшипником, що міститься в підвісці 5.

Універсально-фрезерний верстат відрізняється від горизонтально-фрезерного тільки тим, що завдяки наявності поворотної частини стола він може бути повернутий в горизонтальній площині на кут $\pm 45^\circ$. Це дає змогу на такому верстаті крім звичайних робіт нарізувати зубчасті колеса з гвинтовими зубцями, гвинтові зубці в зенкерах, розвертках, фрезах тощо.

Вертикально-фрезерний верстат побудований аналогічно горизонтально-фрезерному, але вісь шпинделя у нього розташована вертикально (рис. 4б). Фрезерування на цих верстатах здійснюється торцевими і кінцевими фрезами.

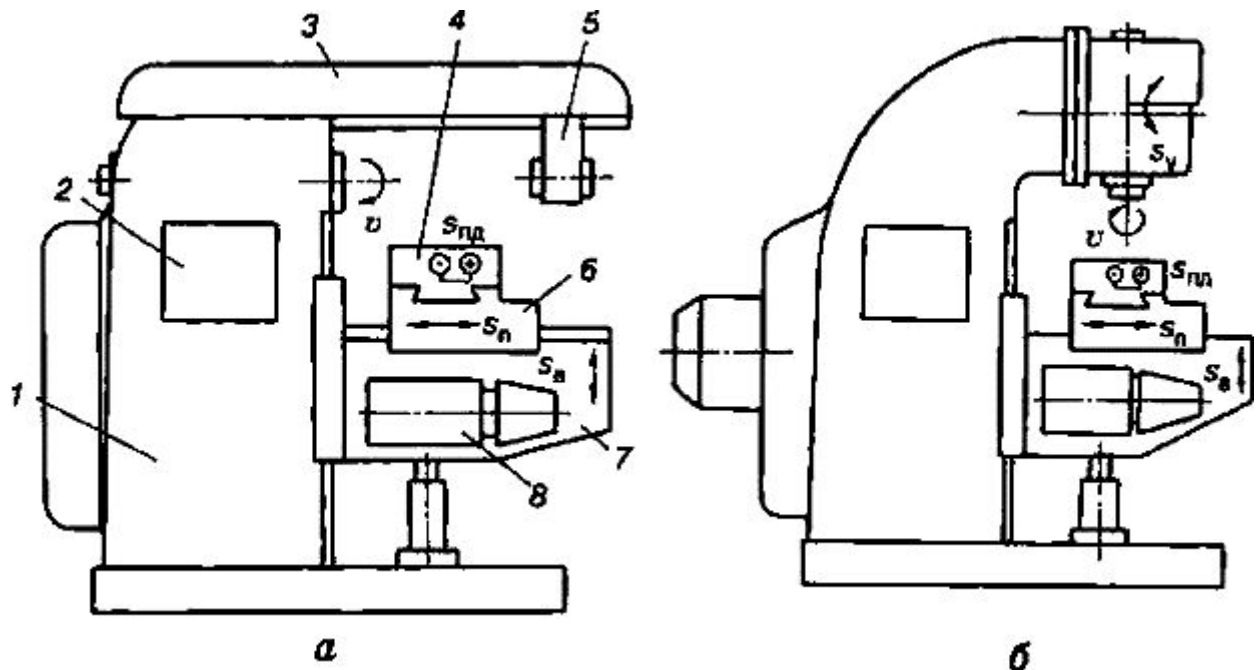


Рис. 4. Консольні горизонтально-фрезерний і вертикально-фрезерний верстати

Будова і застосування ділильних головок

При виконанні багатьох фрезерних робіт – нарізанні зубців зубчастих коліс, розверток і фрез, фрезеруванні площин багатогранників – треба періодично повертати заготовку навколо її осі на певний кут. З цією метою застосовують ділильні головки.

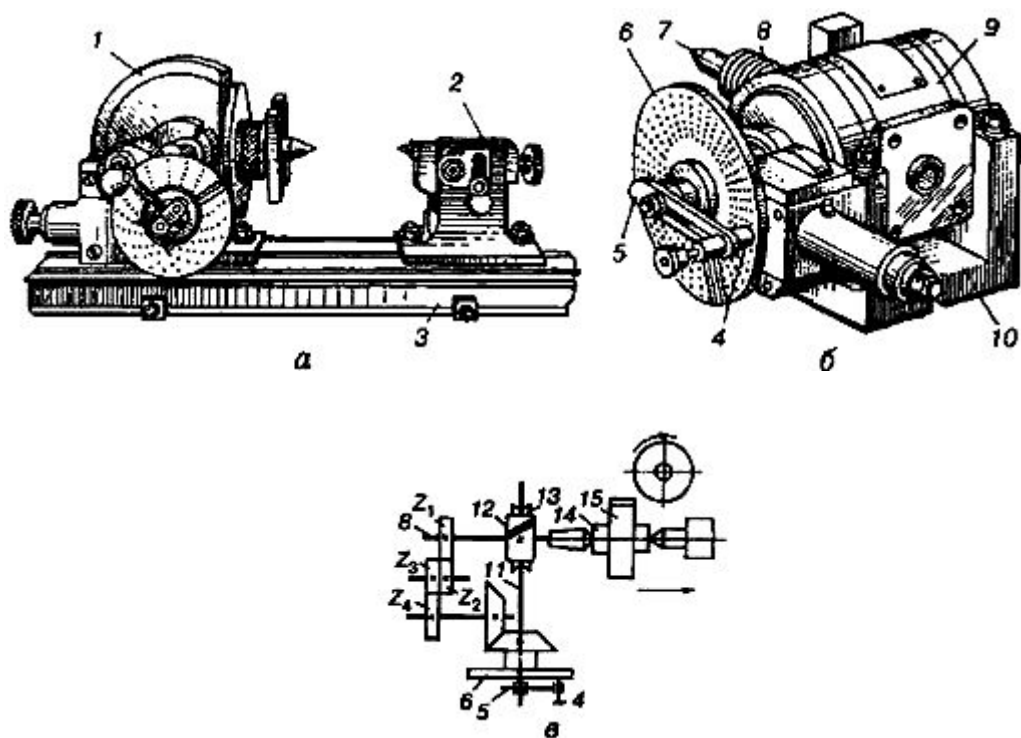


Рис. 5 Універсальна ділильна головка

Будова універсальної ділильної головки. Універсальна ділильна головка є основним пристроєм, що застосовується при роботі на фрезерних верстатах.

На рис. 5а показано універсальну ділильну головку 1 і задню бабку 2, що встановлені на столі 3 горизонтально-фрезерного верстата. Основними частинами головки є (рис. 5б) корпус 10, поворотна частина 9, шпиндель 8 з центром 7, ділильний диск 6, рукоятка 5 і фіксатор 4. Кінець шпинделя має зовнішню різьбу, на яку нагвинчується кулачковий або повідковий патрон.

Кінематичну схему головки показано на рис. 5в. Повертають заготовку рукояткою 5, закріпленою на валу 11. На ньому закріплений також черв'як 12, що передає обертання черв'ячному колесу 13, шпинделю 8 і оправці 14 з насадженою на ній заготовкою 15. Встановлюючи штифт фіксатора 4 проти кола з потрібною кількістю отворів диска 6 (рис. 5б), рукоятку 5 відповідно переміщують по прорізу і закріплюють у потрібному положенні гайкою.

Для обертання заготовки на $1/2$ частину кола, наприклад при нарізанні зубчастого колеса з числом зубців z , треба рукояткою 5 зробити n обертів, число яких визначають за формулою

$$n = N / z,$$

де N – характеристика ділильної головки - це число обертів рукоятки 5, які треба зробити, щоб шпиндель головки зробив один повний оберт. У ділильних головках найчастіше $N = 40$. Універсальні ділильні головки можуть бути настроєні на простий або диференціальний поділ.

Простий поділ. При цьому способі ділильний диск за допомогою спеціальної заскочки з'єднується нерухомо з корпусом головки, а змінні зубчасті колеса z_1, z_2, z_3, z_4 не встановлюються (рис. 5в).

Число обертів рукоятки 5, потрібних для обертання шпинделя на $1/2$ частину кола, може бути визначене так:

$$n = N/z = A + a/b = A + am/bm$$

де A – це число обертів рукоятки; a/b – правильний простий нескоротний дріб; m – спільний множник для a і b , вибраний таким чином, щоб добуток bm дорівнював одному з чисел отворів, що є на ділильному диску; am – число поділу кроків, на яке треба повернути рукоятку по колу, що має bm отворів.

Диференціальний метод поділу застосовують тоді, коли неможливо здійснити простий поділ через відсутність потрібної кількості отворів на ділильному диску.

Суть цього методу полягає в тому, що потрібний поворот заготовки здійснюється як результат двох рухів: обертання рукоятки 5 (рис. 5в) відносно ділильного диска і додаткового обертання самого ділильного диска. Отже, поворот рукоятки здійснюється відносно диска, який обертається.

Обертання диска надає шпиндель через змінні зубчасті колеса за передатним відношенням $i_{зм} = z_1/z_2 \cdot z_3/z_4$ і постійну конічну зубчасту передачу. Диск при цьому вивільняється від фіксатора, що з'єднує його з корпусом головки.

У диференціальному поділі для визначення числа обертів n рукоятки 5, потрібного для повороту заготовки на $1/z$ частину кола, застосовують ту саму формулу, що й у простому поділі:

$$n = N / z_{\text{наб}}$$

де $z_{\text{наб}}$ – наближене число кроків, що близьке до z і задовольняє умови простого поділу.

При цьому шпиндель головки повернеться на $1/z_{\text{наб}}$ частину оберту замість потрібної $1/z$ частини. Помилка в повороті шпинделя, яка дорівнює $1/z - 1/z_{\text{наб}}$, компенсується поворотом самого ділильного диска, оскільки саме на цю частину кола й має повернутися диск. Для цього потрібно підібрати змінні зубчасті колеса гітари, передатне відношення якої визначається за формулою:

$$i_{зм} = N(z_{\text{наб}} - z) / z_{\text{наб}}$$

Якщо $z_{\text{наб}} < z$ то $i_{зм}$ має від'ємне значення. При цьому ділильний диск має обертатися в бік, протилежний рукоятці 5, що досягається встановленням проміжного (паразитного) зубчастого колеса між колесами z_1 і z_2 або z_3 і z_4 .

Основні види фрезерних робіт

На фрезерних верстатах обробляють горизонтальні, вертикальні і похилі площини, фасонні поверхні, фрезерують пази, шпонкові канавки, зубці прямозубих і гвинтових циліндричних зубчастих коліс, нарізають різьбу.

Горизонтальні площини обробляють циліндричними фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах або торцевими фрезами на вертикально-фрезерних і поздовжньо-фрезерних верстатах (рис. 6а,б). Найбільш продуктивною є обробка площин торцевими фрезами, оснащеними пластинками з твердих сплавів.

Вертикальні площини обробляють на горизонтально-фрезерних верстатах торцевими або дисковими фрезами, на поздовжньо-фрезерних – торцевими і на вертикально-фрезерних – кінцевими фрезами (рис. 6в,г).

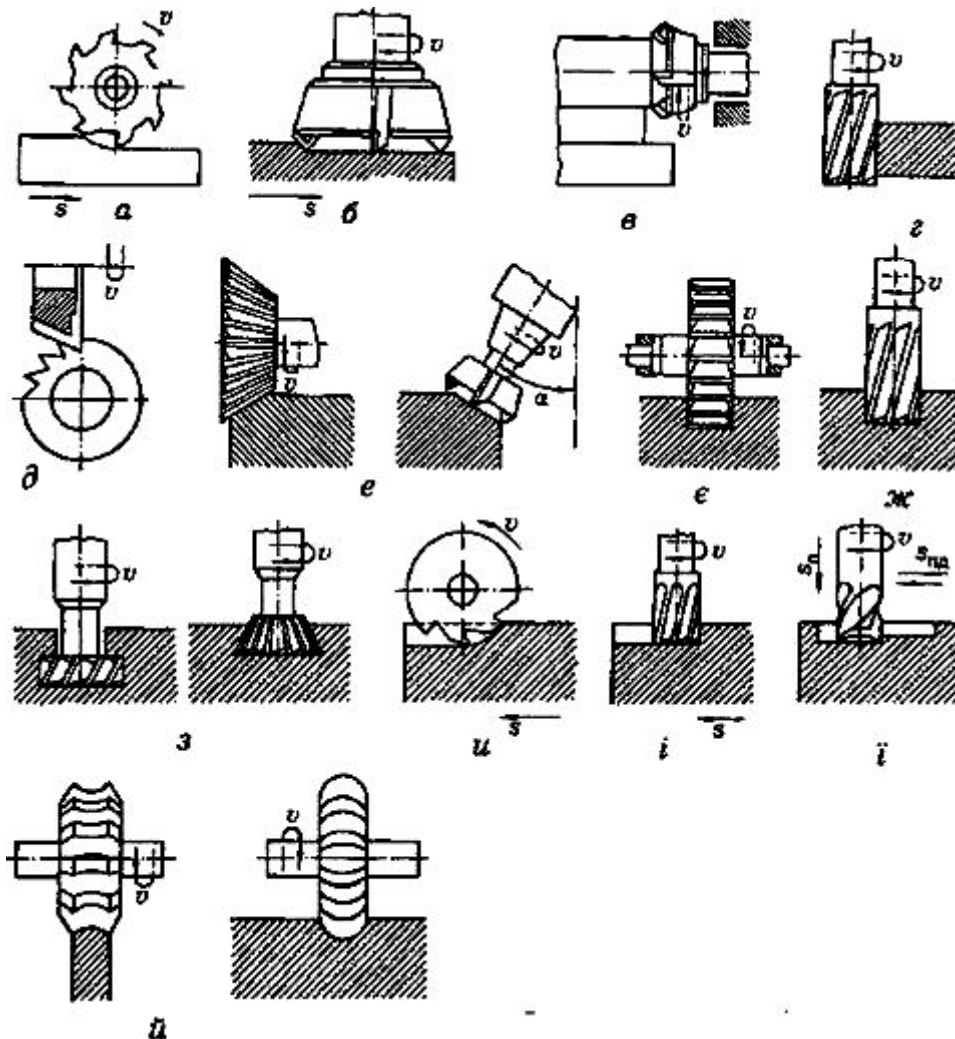


Рис. 6. Приклади фрезерних робіт

Похилі площини обробляють на горизонтально-фрезерних верстатах кутовими фрезами (рис. 6д,е) або на вертикально-фрезерних верстатах з поворотною головкою – торцевими.

Прямокутні пази фрезерують дисковими фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах або кінцевими фрезами – на вертикально-фрезерних (рис. 6є,ж).

Пази Т-подібні і типу ластівчиного хвоста фрезерують на вертикально-фрезерних верстатах фрезами відповідного профілю (рис. 6з). Шпонкові канавки обробляють на вертикально-фрезерних верстатах кінцевими (рис. 6 і) або спеціальними шпонковими фрезами (рис. 6 ї) чи на горизонтально-фрезерних верстатах – дисковими фрезами (рис. 6 и).

Фасонні поверхні обробляють фасонними фрезами відповідного профілю найчастіше на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 6 й), а складні

просторові фасонні поверхні – на спеціальних копіювально-фрезерних верстатах або на фрезерних верстатах з ЧПК.

Узагальнення

Фрезерування – це процес обробки різанням, при якому різальний інструмент (фреза) виконує обертальний (головний) рух, а заготовка, що обробляється, – поступальний чи обертальний рух подачі. Фреза – це тіло обертання, на поверхні якого розміщено різальні зубці.

Залежно від напрямку обертання фрези і напрямку подачі розрізняють зустрічне фрезерування, коли оброблювана заготовка подається назустріч обертанню фрези і попутне – коли напрям обертання фрези і напрям подачі збігаються.

Елементами режиму різання при фрезеруванні є, як і при точінні, глибина різання, подача, швидкість різання і додатково – ширина фрезерування.

При фрезеруванні, на відміну від точіння, свердління, розрізняють три розмірності подачі: 1) подача на один зуб фрези s_z , мм/зуб, – переміщення заготовки при повороті фрези на кут між двома сусідніми зубцями; 2) подача на один оберт s_o , мм/об; 3) подача за хвилину $s_{хв}$, мм/хв.

Залежно від форми і призначення фрези поділяють на циліндричні, торцеві, дискові, кінцеві, кутові, фасонні, різьбові, черв'ячні та ін.

За формою задньої поверхні розрізняють фрези з гострозаточеними і затилованими зубцями.

За конструктивними ознаками фрези поділяють на суцільні і зі вставними зубцями – ножами.

Зубці фрези можна вважати окремими різцями з властивими їм геометричними параметрами.

Типи фрезерних верстатів: консольно-фрезерні, поздовжньо-фрезерні, фрезерні верстати безперервної дії, шпонково-фрезерні, різьбофрезерні, копіювально-фрезерні, спеціальні та ін.

При виконанні багатьох фрезерних робіт – нарізанні зубців зубчастих коліс, розверток і фрез, фрезеруванні площин багатогранників – треба періодично повертати заготовку навколо її осі на певний кут. З цією метою застосовують ділильні головки.

На фрезерних верстатах обробляють горизонтальні, вертикальні і похилі площини, фасонні поверхні, фрезерують пази, шпонкові канавки, зубці прямозубих і гвинтових циліндричних зубчастих коліс, нарізають різьбу.

Запитання і завдання для самоконтролю

- 1 Коли використовується зустрічне і коли попутне фрезерування?
- 2 Основні типи фрез.
- 3 Дайте характеристику основних типів фрезерних верстатів.
- 4 Які ви знаєте схеми поділу на універсальних ділильних головках?

5 Наведіть схему нарізання гвинтових канавок з використанням універсальної ділильної головки.

6 Дайте характеристику основних робіт, які виконують на фрезерних верстатах.

3 ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ШЛІФУВАЛЬНИМИ ВЕРСТАТАМИ

Суть і призначення обробки шліфуванням

Шліфуванням називається процес обробки поверхонь абразивним (шліфувальним) інструментом, найчастіше шліфувальними кругами, іноді брусками, шкурками, пастами. Абразивний інструмент складається із зерен абразивного (шліфувального) матеріалу, зв'язаних між собою спеціальною зв'язкою.

Застосування шліфування для остаточної чистової обробки і є основним методом одержання високої точності і незначної шорсткості оброблюваних поверхонь. Воно дає змогу досягти точності IT6 і навіть IT5, шорсткості $R = 0,63 \dots 0,16$. Шліфуванням можна обробляти як дуже м'які, так і тверді матеріали, у тому числі загартовані сталі і тверді сплави. Можна шліфувати поверхні різної форми: плоскі, циліндричні, конічні, фасонні. Відповідно до цього застосовують різні методи шліфування, найпоширенішими серед яких є кругле і плоске.

Схеми круглого і плоского шліфування. При круглому зовнішньому шліфуванні **методом поздовжньої подачі** (рис. 1а), як і при інших видах шліфування, головний рух із швидкістю $v_{кр}$ здійснює шліфувальний круг. Заготовка обертається зі швидкістю v_z і здійснює поступальне переміщення $s_{пд}$ уздовж осі (поздовжня подача). Поперечна подача $s_{п}$ на глибину шліфування (здійснюється кругом у кінці поздовжнього ходу в напрямі, перпендикулярному до осі заготовки).

При шліфуванні **методом поперечної подачі (врізання)** шліфувальний круг робить обертальний рух $v_{кр}$ і поперечне переміщення $s_{п}$, а заготовка – лише обертальний рух v_z . Застосовують цей метод при шліфуванні циліндричних, конічних і фасонних поверхонь, ширина яких менша за ширину круга (рис. 1б).

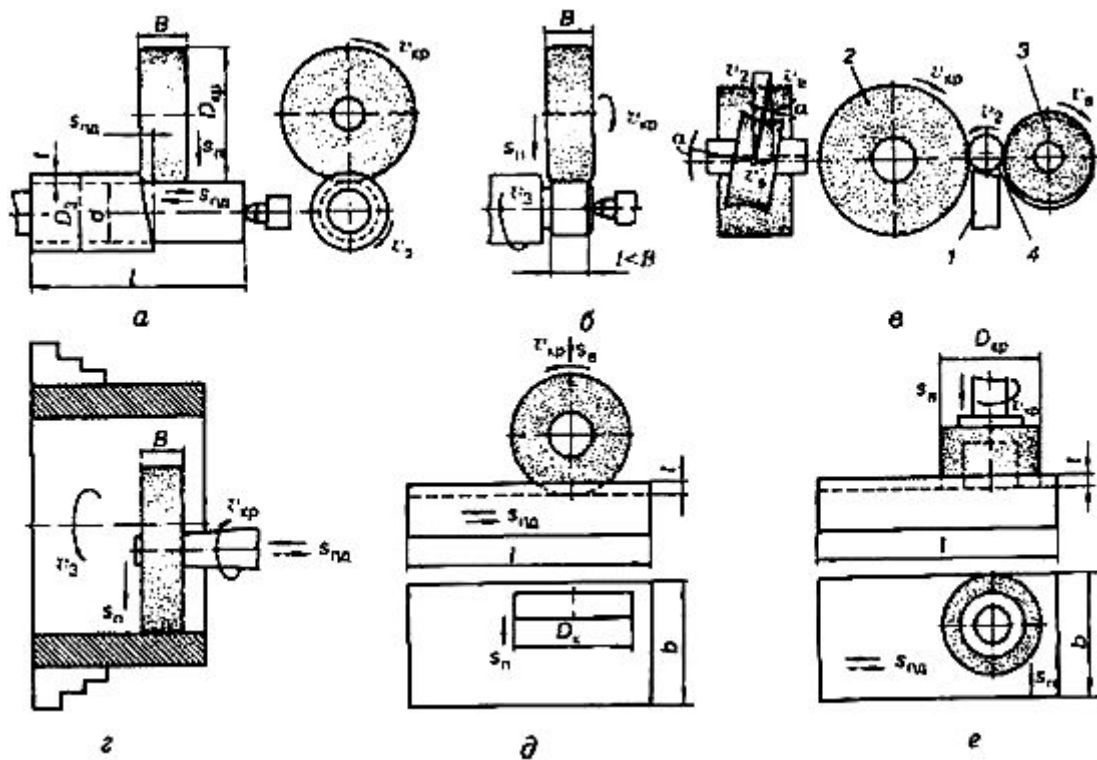


Рис. 1. Схеми круглого і плоского шліфування

Схему *зовнішнього безцентрового шліфування* з поздовжньою подачею показано на рис. 1в. Заготовку 4, яка спирається на ніж (упор) 1, пропускають між двома встановленими на певній відстані один від одного шліфувальними кругами. Один з них – 2, який обертається з великою швидкістю $v_{кр}$, називають *шліфувальним*. Другий круг 3, що називається *ведучим*, обертається зі швидкістю $v_{кр}$, набагато меншою. Завдяки зрізу ножа заготовка притискається до ведучого круга і обертається зі швидкістю, близькою до його швидкості. Оскільки осі шліфувального і ведучого кругів розвернуті одна щодо одної на кут α , на заготовку при шліфуванні діє поздовжня сила, яка здійснює поздовжню подачу $s_{нд}$. Безцентрове шліфування можна здійснювати і методом врізання при поперечній подачі s_n ведучого круга. Завдяки високій продуктивності безцентрове шліфування широко застосовують у масовому і великосерійному виробництві.

На рис. 1г показано схему *внутрішнього шліфування*. Робочим рухом є обертання шліфувального круга зі швидкістю $v_{кр}$, який виконує також зворотно-поступальний рух зі швидкістю поздовжньої подачі $s_{нд}$, а також періодично в кінці ходу – поперечну подачу s_n на глибину різання t . Деталь обертається в напрямі, протилежному напрямку обертання шліфувального круга, зі швидкістю v_3 .

Залежно від методу роботи розрізняють *плоске шліфування* периферією (рис. 1д) або торцем круга (рис. 1е). Закріплена на столі заготовка виконує зворотно-поступальний рух поздовжньої подачі $s_{нд}$, шліфувальний круг, крім головного руху зі швидкістю $v_{кр}$ здійснює в кінці поздовжнього ходу поперечну

подачу s_n , а після шліфування всієї площі – вертикальне переміщення s_b на глибину різання t .

Абразивний інструмент

Зернистість є важливою характеристикою абразивного інструменту. Від розміру зерен абразиву залежать продуктивність і якість обробки. За розмірами абразивні зерна поділяють на 26 номерів зернистості і на такі групи: шліфзерна зернистістю 200...16, шліфпорошки 12...3, мікропорошки М40...М5. Для шліфзерен і шліфпорошків крупність основної фракції визначається розмірами вічка двох суміжних контрольних сит, що застосовуються для аналізу. Номер зернистості означає розмір у сотих частках міліметра вічка сита, на якому основна фракція затримується. Розміри зерен мікропорошків визначають лінійним вимірюванням у мікрометрах. Зернистість алмазних зерен позначають дробом, в якому чисельник відповідає найбільшому, а знаменник – найменшому розміру основної фракції.

Зв'язка. При виготовленні абразивного інструменту абразивні зерна з'єднують в одне ціле за допомогою неорганічних, органічних і металевих зв'язок. Завдяки значній міцності, водостійкості (що дає змогу працювати із застосуванням охолодної рідини) і жаростійкості набув переважного поширення абразивний інструмент на керамічній зв'язці (К). На цій зв'язці виготовляють до 90% шліфувальних кругів.

Абразивний інструмент на органічній зв'язці – бакелітовій (Б), вулканітовій (В) – має більшу міцність і пружність, але низьку теплостійкість. На цих зв'язках роблять шліфувальні круги для чистових обробних робіт, а також тонкі відрізні круги. Металеві зв'язки застосовують переважно в алмазних кругах.

Твердість абразивного інструменту – це опір зв'язки вириванню абразивних зерен. Встановлена шкала, в якій є сім класів твердості: М – м'який, СМ – середньом'який, Т – твердий та ін.

У крузі підвищеної твердості зерна, які затупилися, продовжують утримуватися, що порушує його нормальну роботу, спричинює його засалювання і появу припикань на поверхні деталі. У надто м'якому крузі зерна, які не втратили своєї гостроти, передчасно вириваються, що призводить до надмірного його спрацювання. Отже, чим м'якіший оброблюваний матеріал, тим твердішим вибирають круг, і навпаки. Виняток з загального правила – м'які і пластичні метали (мідь, алюміній, латунь).

Структура абразивного інструменту. В абразивному інструменті не весь його обсяг заповнений зернами і зв'язкою, між ними є пори. Наявність пор позитивно впливає на різальні властивості інструменту, сприяє охолодженню під час роботи, зменшує забиття його стружкою. Структурою абразивного інструменту називають співвідношення обсягів, зайнятих в ньому абразивними зернами, зв'язкою і порами. Змінюючи ці співвідношення, одержують круги різної структури, які розрізняють за номерами. Меншій пористості круга відповідає більший номер структури.

Правка шліфувальних кругів. У міру спрацювання або засалювання шліфувальні круги треба правити, видаляючи при цьому дефектний поверхневий шар. Правку виконують зернами алмазу, алмазно-металевими олівцями, іноді шарошками, правочними кругами з карбіду силіцію, обкочувальними дисками з термодунду і твердих сплавів. Найбільш поширені алмазно-металеві олівці, в яких дрібні алмазні зерна (0,01...0,20 карата) зв'язані між собою сплавом вольфраму, міді, алюмінію. При правленні спрацьовується переважно зв'язка олівця і виступні алмазні зерна зрізають шар круга.

Маркування шліфувальних кругів враховує основні характеристики, в тому числі геометричну форму, розміри та ін. Наприклад марка ПП250 х 16 х 32; 14А 25Д СМ6К5; 35 м/с розшифровується так: ПП – форма круга (плоский прямий); 250 – зовнішній діаметр; 16 – ширина; 32 – діаметр отвору; 14А – абразивний матеріал (електродунд нормальний); 25Д – зернистість; СМ – твердість; 6 – номер структури; К5 – вид зв'язки; 35 м/с – допустима колова швидкість.

Алмазні круги складаються з металевого або полімерного корпусу, на якому укріплено алмазозносний шар завтовшки 0,5...3,0 мм. До маркування їх крім літери А на початку марки входять додатково геометричні параметри алмазозносного шару (товщина). Круги випускають з 25-, 50-, 100-1150%-ною концентрацією алмазного порошку. Стопроцентною концентрацією вважають вміст його, який становить 0,878 мг/мм³ алмазозносного шару.

Шліфувальні верстати

Класифікація шліфувальних верстатів. Відповідно до виконуваної на шліфувальних верстатах роботи розрізняють такі їх типи: а) круглошліфувальні – для обробки зовнішньої поверхні обертання; б) внутрішньошліфувальні – для обробки внутрішніх поверхонь обертання; в) плоскошліфувальні – для обробки площин; г) спеціальні (шліцешліфувальні, зубошліфувальні, різбошліфувальні та ін.); д) заточувальні – для заточування різального інструменту.

Одним із найбільш поширених типів шліфувальних верстатів є круглошліфувальні і плоскошліфувальні.

Круглошліфувальний верстат (рис. 2а) призначений для шліфування зовнішніх циліндричних і конічних поверхонь. Верстат має жорстку коробчасту станину 1, на якій розміщені основні його вузли. Всередині станини розміщений гідравлічний привід, що надає зворотно-поступального руху поздовжньої подачі столу 9, який може також переміщуватися вручну від маховика 4.

На столі розміщені передня 6 і задня 8 бабки. Передня бабка призначена для встановлення заготовки в центрах або в патроні і передачі їй крутного моменту від шпинделя, який дістає рух від окремого електродвигуна, а задня бабка – для підтримання встановленої в центрах заготовки. У шліфувальній бабці 7 на шпинделі встановлений шліфувальний круг, якому надає обертання окремий електродвигун. Шліфувальна бабка може переміщуватись у

поперечному напрямі для здійснення поперечної подачі. Ручне керування її переміщенням здійснюється від маховика 2. Збоку стола 9 є кулачки 5, які встановлюються на потрібну довжину ходу стола і керують важелем 3 переключення напрямку ходу стола. Верхню плиту стола можна повертати на невеликий кут для шліфування пологих конічних поверхонь.

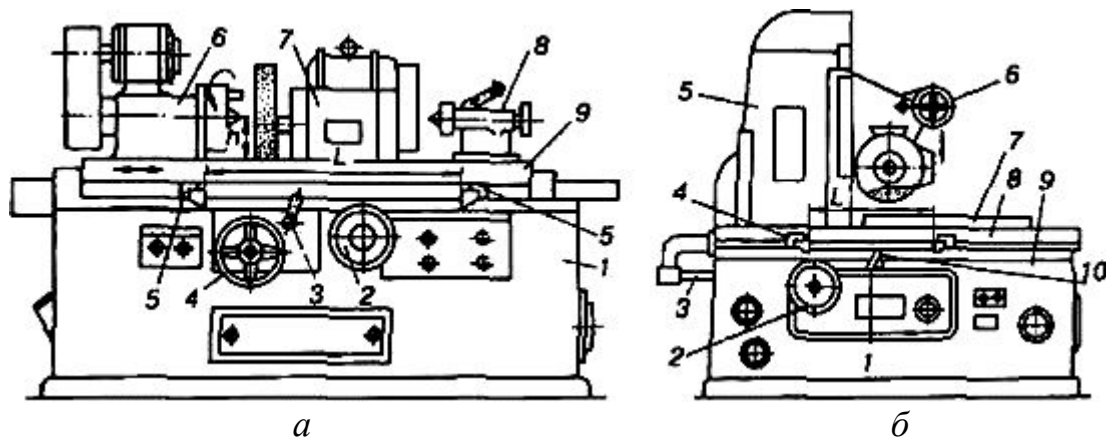


Рис. 2. Загальний вигляд круглошліфувального і плоскошліфувального верстатів

Крім поздовжньої подачі стола гідравлічний привід верстата забезпечує автоматичну поперечну подачу шліфувальної бабки 7 в кінці кожного ходу або подвійного ходу стола, а також її прискорене переміщення.

Плоскошліфувальний верстат. Найпоширенішим є плоскошліфувальний верстат, круг якого працює своєю периферійною частиною. На коробчастій станині 9 (рис. 2б) розміщені основні вузли верстата. В середині її є гідропривід 1, що надає за допомогою штока 3 зворотнопоступального руху столу 8. Заготовки закріплюють або безпосередньо на столі, або на встановленій на ньому магнітній плиті 7. На потрібній відстані збоку стола закріплюють пересувні кулачки 4. За допомогою кулачків і важеля 10 переключається напрям і регулюється довжина ходу стола. На станині встановлено колону 5, по якій в горизонтальному і вертикальному напрямках (поперечна і вертикальна подачі) може переміщатись каретка шліфувальної бабки, що несе шліфувальний круг. Ці рухи можна здійснювати вручну за допомогою маховиків 6 і 2, а поперечне переміщення бабки може бути також і автоматичним. Шліфувальний шпиндель із встановленим на ньому шліфувальним кругом дістає рух від окремо вбудованого електродвигуна.

Узагальнення

Шліфуванням називається процес обробки поверхонь абразивним (шліфувальним) інструментом, найчастіше шліфувальними кругами, іноді брусками, шкурками, пастами. Абразивний інструмент складається із зерен абразивного (шліфувального) матеріалу, зв'язаних між собою спеціальною зв'язкою.

Застосовують різні методи шліфування, найпоширенішими серед яких є кругле і плоске.

До основних характеристик абразивних інструментів належать зернистість, зв'язка, твердість і структура шліфувальних кругів.

У міру спрацювання або засалювання шліфувальні круги треба правити, видаляючи при цьому дефектний поверхневий шар. Правку виконують зернами алмазу, алмазно-металевими олівцями, іноді шарошками, правочними кругами з карбіду силіцію, обкочувальними дисками з термодорунду і твердих сплавів.

Маркування шліфувальних кругів враховує основні характеристики, в тому числі геометричну форму, розміри та ін.

Відповідно до виконуваної на шліфувальних верстатах роботи розрізняють такі їх типи: а) круглошліфувальні – для обробки зовнішньої поверхні обертання; б) внутрішньошліфувальні – для обробки внутрішніх поверхонь обертання; в) плоскошліфувальні – для обробки площин; г) спеціальні (шліцешліфувальні, зубошліфувальні, різьбошліфувальні та ін.); д) заточувальні – для заточування різального інструменту.

Запитання і завдання для самоконтролю

- 1 Назвіть особливості обробки деталей шліфуванням.
- 2 Наведіть схеми круглого зовнішнього шліфування.
- 3 Які ви знаєте схеми без центрового шліфування?
- 4 Наведіть схеми плоского шліфування.
- 5 Які основні характеристики шліфувальних кругів?
- 6 Дайте характеристику основних типів шліфувальних верстатів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Базова

- 1 Назаренко І. І., Туманська О. В. Основи виробничого навчання. – К.: Видавничий дім «Слово», 2010.
- 2 Технологія конструкційних матеріалів: Підручник / М.А. Сологуб, І.О. Рожнецький, О.І. Некоз та ін.; За ред. М.А. Сологуба. – 2-ге вид., перероб. і допов. – К.: Вища шк., 2002. – 374 с.: іл.

Допоміжна

- 3 Технология обработки конструкционных материалов / Под. ред. П.Г. Петрухи. – М.: Высш. шк., 1991. – 512 с.
- 4 Денежный П. М., Стискин Г. М., Тхор И. Е. Токарное дело. Учебное пособие для проф. техн. училищ. – М.: Высшая школа, 1973.
- 5 Система пошуку інформації Google Україна <https://www.google.com.ua/>

Інформаційні ресурси

- 1 2slesar1872@i.ua (ресурс роздавання навчальної інформації)
- 2 http://dn.khnu.km.ua/dn/k_default.aspx?M=k0204&T=intro&st=0&L=1