

Г.М. СТИСКІН,
М.П. РЕВНІВЦЕВ,
В.А. МЕЛЕЩИК

ТЕХНОЛОГІЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ

*Допущено Міністерством
освіти України*

Підручник для учнів
професійно-технічних закладів

КИЇВ
«ЛИБІЛЬ»
1998

ББК 34.632я722
С80

УДК 621.941.1

*Розповсюдження та тиражування
без офіційного дозволу видавництва заборонено*

Рецензенти:

канд. техн. наук, доц. *А. В. Перекрестов*, канд. техн. наук *О. А. Костюк*

Редакція літератури з природничих та технічних наук

Редактор *О. М. Миронець*

Стяскін Г. М. та ін.

С80 Технологія токарної обробки: Підручник / Г. М. Стяскін,
М. П. Ревнінцев, В. А. Мелещук. — К.: Либідь, 1998. — 176 с.
ISBN 966-06-0033-X.

Вміщено основні відомості про токарну обробку. Розглянуто питання обробки різних поверхонь та типів деталей. Включено основні теорії різання металів, будови токарного верстата, технологічних процесів. Наведено приклади застосування прогресивних пристроїв та інструментів для високопродуктивної токарної обробки, нової техніки металообробки та передового досвіду токарів-новаторів. Розглянуто питання техніки безпеки при роботі на токарних верстатах, шляхи підвищення продуктивності праці й якості продукції.

Для учнів професійно-технічних училищ.

С 2704040000 - 011
1998

ББК 34.632я722

ISBN 966-06-0033-X

© Г. М. Стяскін, М. П. Ревнінцев,
В. А. Мелещук, 1998

ЗМІСТ

Передмова	7
Вступ	9
Глава 1. Основні відомості про токарну обробку	
§ 1.1. Короткі відомості про токарний верстат	11
§ 1.2. Сутність токарної обробки	12
§ 1.3. Загальна характеристика різців	13
§ 1.4. Спрацювання різців і їх заточування. Правила користування різцями.	16
§ 1.5. Режим різання при точінні	16
§ 1.6. Загальні відомості про деталі із зовнішніми циліндричними поверхнями. Контроль зовнішніх діаметрів.	17
§ 1.7. Обточування зовнішніх поверхонь і підрізування торців	19
§ 1.8. Виточування (прорізування) зовнішніх канавок і відрізування	22
§ 1.9. Організація робочого місця токаря.	24
§ 1.10. Правила безпеки при роботі на токарному верстаті	25
Глава 2. Обробка заготовок типових деталей із зовнішніми та торцевими поверхнями	
§ 2.1. Закріплення заготовок у патроні.	28
§ 2.2. Закріплення заготовок у центрах.	30
§ 2.3. Обробка валів	33
§ 2.4. Обробка дисків	36
Глава 3. Обробка заготовок деталей з внутрішніми циліндричними поверхнями	
§ 3.1. Загальні відомості про деталі з отворами. Контроль отворів	38
§ 3.2. Свердла	39
§ 3.3. Свердління отворів на токарному верстаті	41

§ 3.4. Розточування отворів на токарному верстаті	44
§ 3.5. Зенкерування та розгортання отворів	48
§ 3.6. Центрування на токарному верстаті	51
Глава 4. Нарізування різьби плашками й мітчиками та накатування різьби накатувальними інструментами	
§ 4.1. Загальні відомості про різьбу	53
§ 4.2. Контроль різьби	55
§ 4.3. Нарізування зовнішньої різьби плашками	56
§ 4.4. Нарізування внутрішньої різьби мітчиками	58
§ 4.5. Накатування різьби	60
Глава 5 Токарні різці	
§ 5.1. Інструментальні матеріали	62
§ 5.2. Геометрія різця	64
§ 5.3. Заточування різців. Контроль геометрії різців	68
§ 5.4. Високопродуктивні різці для зовнішнього точіння	71
Глава 6. Основні відомості з теорії різання металів	
§ 6.1. Теорія різання як наука	74
§ 6.2. Процес утворення стружки	74
§ 6.3. Фізичні явища, які супроводжують процес різання	75
§ 6.4. Змащувально-охолоджувальна рідина та підведення її у зону різання	76
§ 6.5. Спрацювання і стійкість різців	77
§ 6.6. Швидкість різання	79
§ 6.7. Сили, що діють на різець. Потужність різання. Момент різання.	79
§ 6.8. Вибір раціональних режимів різання при токарній обробці	82
§ 6.9. Забезпечення стружколомання при точінні	82
§ 6.10. Вібрації та способи зменшення їх	83
Глава 7. Обробка конічних поверхонь	
§ 7.1. Загальні відомості про конічні поверхні та їх контроль	86
§ 7.2. Обробка конічних поверхонь широким різцем і при повернутій верхній частині супорта	87
§ 7.3. Обробка конічних поверхонь способом поперечного зміщення заднього центра	88
§ 7.4. Обробка конічних поверхонь за допомогою копіювальної (конусної) лінійки та спеціальних пристроїв	90
§ 7.5. Обробка внутрішніх конічних поверхонь	91

Глава 8. Обробка фасонних поверхонь

§ 8.1. Загальні відомості про фасонні поверхні та їх контроль	93
§ 8.2. Обробка фасонних поверхонь фасонними різцями	93
§ 8.3. Обробка фасонних поверхонь поєднанням двох подач і за копіром	94
§ 8.4. Обробка сферичних поверхонь	95

Глава 9. Фінішна обробка

§ 9.1. Види шорсткості обробленої поверхні	97
§ 9.2. Тонке точіння	97
§ 9.3. Притирання й полірування	99
§ 9.4. Фінішна обробка методом пластичного деформування	100
§ 9.5. Накатування рифлень	102

Глава 10. Токарні верстати

§ 10.1. Класифікація токарних верстатів	103
§ 10.2. Типові механізми верстатів	104
§ 10.3. Токарно-гвинторізний верстат 16K20	109
§ 10.4. Посібник з експлуатації і паспорт верстата	123
§ 10.5. Регулювання токарного верстата	124
§ 10.6. Випробування й приймання токарного верстата	124
§ 10.7. Змашування верстата	125
§ 10.8. Догляд за верстатом та усунення неполадок	127

Глава 11. Нарізування різьби різцями

§ 11.1. Налаштування токарно-гвинторізного верстата 16K20 на нарізування різьби різцем	130
§ 11.2. Нарізні різці та гребінки	130
§ 11.3. Способи нарізування різьби різцями	132
§ 11.4. Нарізування трапецієдної та прямокутної різьби	134
§ 11.5. Швидкісне нарізування різьби	135
§ 11.6. Нарізування багатозахідної різьби	136

Глава 12. Обробка заготовок зі складним установленням

§ 12.1. Обробка в чотирикуладковому патроні	139
§ 12.2. Обробка на планшайбі та на косинці	140
§ 12.3. Обробка нежорстких валів	142
§ 12.4. Обробка заготовок ексцентрикових деталей	144
§ 12.5. Обробка втулок	146
§ 12.6. Обробка стаканів і гільз	148
§ 12.7. Обробка кілець	151

Глава 13. Технологічний процес токарної обробки

§ 13.1. Види виробництва. Виробничий та технологічний процеси	153
§ 13.2. Елементи технологічного процесу	153
§ 13.3. Типові технологічні процеси	155
§ 13.4. Загальні відомості про бази	156
§ 13.5. Використання складних поверхонь як установочних баз.	157
§ 13.6. Правила побудови технологічного процесу	159
§ 13.7. Документація технологічного процесу	160
§ 13.8. Контроль якості продукції	160

Глава 14. Засоби підвищення продуктивності праці при токарній обробці

§ 14.1. Продуктивність праці й технічне нормування.	162
§ 14.2. Високопродуктивні процеси токарної обробки металів	162
§ 14.3. Гідрокопіювальний супорт.	163
§ 14.4. Пневматичний привід затискних пристроїв	165
§ 14.5. Бататопозиційний барабанний упор	166
§ 14.6. Комбіновані різці	167
§ 14.7. Багатоінструментальне наладодження	167
§ 14.8. Пристрої для швидкої заміни інструментів	169

Додатки

Додаток 1. Умовні позначення на кінематичних схемах верстатів	171
---	-----

Додаток 2. Операційна карта токарної обробки деталі «Палець»	172
--	-----

Список рекомендованої літератури	174
--	-----

ПЕРЕДМОВА

У розв'язанні нагальних проблем сьогодення — відродженні та нарощуванні втчизняного виробництва, а також підвищення ефективності діючого парку устаткування — головна роль належить машинобудуванню. Воно створює умови для розвитку багатьох інших видів виробництва та галузей промисловості. Своєю чергою різноманітність машинобудування значною мірою залежить від нерестатобудування. Нові верстати різного технологічного призначення, прогресивні конструкції різального інструмента забезпечують автоматичний процес обробки, скорочення часу налагодження устаткування, підвищення якості продукції, продуктивності праці, культури виробництва.

Широке впровадження сучасного устаткування на підприємствах України зумовлює необхідність підготовки робітників, спроможних обслуговувати нову техніку. Робітник верстатник повинен знати конструкції та принципи роботи верстатів, методи їх налагодження, правила експлуатації, різноманітне універсальне й спеціальне технологічне обладнання, технологію обробки деталей.

Навчання у професійно-технічних училищах спрямоване на формування в учнів технічного мислення та вміння застосовувати здобуті знання у виробничих умовах. Учні профтехучилищ отримують початкову теоретичну підготовку, а також набувають практичних навичок у роботі на верстатах, що дає їм змогу виконувати токарні роботи середньої складності.

Пропонований підручник в основному відповідає програмі дисципліни «Спеціальна технологія», що вивчається при підготовці верстатника широкого профілю у професійно-технічних училищах машинобудівного напрямку.

Підручник написано з урахуванням вимог дидактики профтехосвіти, тобто навчальний матеріал викладається від простого до складного: від основних відомостей про токарну справу до детального опису методики виконання складних токарних операцій, до виконання основ теорії різання, механіки токарного верстата, законів побудови технологічного процесу, шляхів підвищення продуктивності праці та якості продукції. При цьому передбачається, що читач володіє основними знаннями з креслення, допусків та посадок, матеріалознавства та механіки.

Підручник може використовуватися як в училищній системі профтехосвіти, так і студентами технікумів (коледжів) та вищих навчальних закладів відповідного профілю. Необхідні відомості про токарну справу знайдуть у цій книзі учні середніх шкіл, які проходять виробниче навчання в механічних майстернях.

Книгою можуть користуватися також слухачі курсів підвищення кваліфікації, верстатники, наладчики, майстри, технологи, нормувальники та керівники механічних цехів машинобудівних заводів, а також ремонтних цехів і майстерень різних галузей, оскільки в ній вміщено відомості про останні досягнення науки і практики в галузі токарної обробки, про передовий досвід токарів-новаторів України.

ВСТУП

Життя людини в сучасному цивілізованому суспільстві неможливе без застосування машин. За допомогою машин видобувають вугілля, руду, нафту. Транспортні засоби — електровози, автомобілі, літаки та інші — перевозять людей та вантажі. До машин належать засоби виробництва: ливарне устаткування, молоти, преси, верстати. Безліч машин працює в сільському господарстві, в легкій та харчовій промисловості: трактори, комбайни, сівалки, устаткування для машинного доїння, ткацькі верстати, швейні автомати тощо. Кожна середня сім'я у побуті використовує до десятка машин: холодильники, пральні машини, кухонні комбайни, вентилятори і т.п.

Галузь промисловості країни, підприємства якої виробляють знаряддя праці для народного господарства, а також техніку оборонного та невиробничого призначення, називається *машинобудуванням*. *Машинобудування* — це основа технічного прогресу суспільства.

Україна була й буде великою машинобудівною державою. Підприємства важкого машинобудування є у Дніпропетровську, Краматорську, Маріуполі, автомобільні, тракторні, з виготовлення двигунів — у Запоріжжі, Харкові, Кременчуці, Львові, верстатні, пресобудівні — у Києві, Харкові, Одесі, Мелітополі, сільськогосподарського машинобудування — у Дніпропетровську, Кіровограді, Херсоні тощо.

Сучасне машинобудівне підприємство — це складний комплекс тісно пов'язаних між собою різноманітних цехів, відділів, служб. У заготівельних цехах (ливарному, ковальському) виготовляють заготовки для деталей машин. У механічних цехах із цих заготовок на металобробних верстатах дістають деталі з потрібними розмірами та якістю поверхні. На сучасних машинобудівних заводах працюють по кілька механічних цехів, оснащених токарними, свердлильними, фрезерними, стругальними, шліфувальними та іншими верстатами.

Найбільш поширена механічна (верстатна) обробка — токарна. Верстати токарної групи (токарно-гвинторізни, токарно-револьверні, карусельні, напівавтомати та автомати, верстати з числовим програмним керуванням) становлять основу устаткування механічних цехів. Тому однією з найважливіших у металообробці є спеціальність токаря.

Токарі-новатори, винахідники й раціоналізатори запроваджують нові високопродуктивні пристрої та інструменти, раціоналізують прийоми праці. Великий внесок у розвиток токарної справи зробили токарі-новатори України В. К. Семинський (м. Київ), В. Д. Дрокін, І. В. Куршенюк (м. Харків), Г. С. Нежевенко (м. Одеса), І. Ю. Тхор, М. М. Лапшин (м. Дніпропетровськ), А. М. Бардіонов (м. Кривий Ріг) та ін.

Кадри робітників-верстатників, у тому числі токарів, готують у навчальних закладах системи професійно-технічної освіти. Учні професійно-технічних училищ дістають необхідну теоретичну підготовку, набувають практичного досвіду роботи на сучасному технологічному обладнанні, потрібні для виконання токарних робіт середньої складності. А далі перед ними розкривається дорога творчої праці, підвищення майстерності, подальшого навчання.

Автори сподіваються, що ця книга допоможе учням стати в майбутньому справжніми майстрами — новаторами виробництва.

Глава 1

ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТОКАРНУ ОБРОБКУ

§ 1.1. Короткі відомості про токарний верстат

З-поміж різних методів виготовлення деталей для машин, механізмів, приладів та інших виробів найширше використовують обробку різанням: точіння, свердління, фрезерування, стругання, шліфування тощо.

Вали, шків, зубчасті колеса та багато інших деталей, які належать до *тіл обертання* (рис. 1.1), виготовляють обробкою на токарних верстатах, тобто *токарною обробкою (точінням)*. У такий спосіб дістають циліндричні, конічні, фасонні та плоскі поверхні, а також різьби, фаски й галтелі (радіусні переходи) (рис. 1.2).

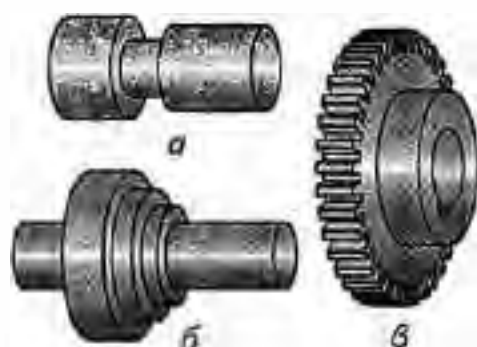


Рис. 1.1. ТИПОВІ ДЕТАЛІ, ЩО ВИГОТОВЛЯЮТЬСЯ ОБРОБКОЮ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ.

а — шкідчастий вал, б — шків, в — зубчасте колесо

Токарний верстат, оснащений спеціальним пристроєм для нарізування різьби, називають *токарно-гвинторізним*, або *універсальним* (рис. 1.3). Розглянемо головні частини й вузли верстата.

Станина 8 — це масивна чавунна основа, на якій змонтовано головні вузли верстата. Верхня частина її має дві плоскі й дві призматичні

поверхні, по яких переміщуються супорт і задня бабка. Станина встановлюється на двох тумбах.

Передня бабка 2 — це чавунна коробка, всередині якої розташовані головний робочий орган верстата — шпindel — і коробка швидкостей. Шпindel становить вал з осьовим отвором. На правому кінці шпинделя кріпиться

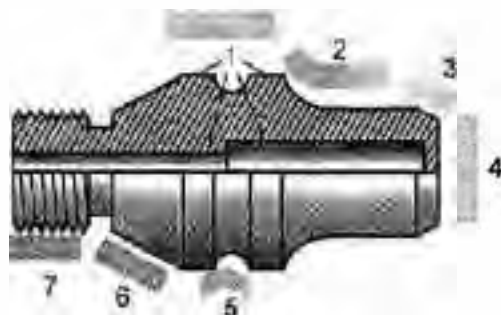


Рис. 1.2. ВИДИ ПОВЕРХОНЬ, ЩО ДІСТАЮТЬ ТОКАРНОЮ ОБРОБКОЮ:

1 — циліндрична; 2 — галтель; 3 — фаска; 4 — плоска (таріща); 5 — фасонна; 6 — конічна; 7 — різьба

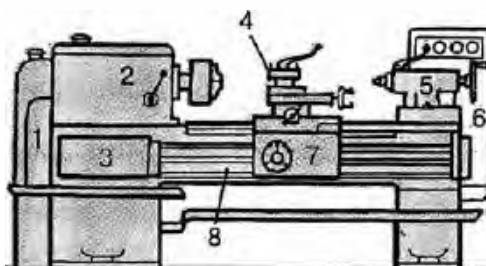


Рис. 1.3. ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА:

1 — гиря зчирних зубчастих коліс (шестерени), 2 — передня бабка з коробкою швидкостей; 3 — коробка подач, 4 — супорт, 5 — задня бабка, 6 — шафа з електроустаткуванням, 7 — фартук, 8 — станина

пристрій (наприклад, патрон), що затискає заготовку. Шпindelь дістає обертання від електродвигуна, розміщеного в лівій тумбі, через клинопасову передачу й механізм, що складається із зубчастих коліс, розташованих усередині передньої бабки. Цей механізм називається *коробкою швидкостей* і слугує для зміни частоти обертання (числа обертів за 1 хв) шпинделя.

Супорт 4 — це пристрій для закріплення різця й забезпечення руху подачі, тобто переміщення різця в поздовжньому й поперечному напрямках. Рух подачі може здійснюватися вручну або механічно. Механічний (автоматичний) рух подачі супорт дістає від ходового вала або ходового гвинта (при нарізуванні різьби). Супорт складається з таких вузлів: *каретки*, котра переміщується по напрямних станини; *фартухи*, в якому розташований механізм перетворення обертального руху; *ходового вала* й *ходового гвинта* на прямолінійний рух супорта, *поперечних полозків*, *верхніх (різцевих) полозків*; *різцетримача*.

Коробка подач 3 становить механізм, який передає обертання від шпинделя до ходового вала або ходового гвинта. Вона слугує для зміни швидкості руху подачі супорта (або кроку різьби). Обертальний рух до коробки передач передається від шпинделя через реверсний механізм (тріндель) і гітару зі змінними зубчастими колесами.

Гітара 1 призначена для настроювання верстата на різні кроки нарізування різьби.

Задня бабка 5 слугує для підтримування кінців довгих заготовок у процесі обробки, а також для закріплювання й подавання стержневих інструментів (свердел, зенкерів, розверток).

Електроустаткування верстата розміщено в шафі 6.

Вмикання й вимкнення електродвигуна, пуск та зупинка верстата, керування коробкою швидкостей, коробкою подач, механізмом фартуха тощо здійснюються відповідними органами керування (рукоятками, кнопками, маховичками).

Для закріплення заготовок на шпинделі токарного верстата застосовують затиски пристрої: патрони, планшайби, центри, люнети, оправки тощо.

§ 1.2. Сутність токарної обробки

Токарна обробка — це різновид обробки матеріалів різанням, при якій з поверхні заго-

товки зрізують зайвий шар металу (так званий *припуск*).

Заготовком називають предмет виробництва, з якого шляхом зміни форми, розмірів, шорсткості поверхні та властивостей матеріалу дістають деталь.

Заготовки є продуктом ливарного (випливи) й ковальського (поковки вільного кування, поковки, штамповки) виробництва або ж їх нарізають із прокату.

Спосіб виготовлення заготовки залежить від конструктивних вимог до деталі та виду виробництва, де дістають заготовку. Бажано, щоб форма заготовки якомога менше відрізнялася від форми готової деталі. Припуск на обробку (товщина зрізаного шару) має бути достатнім для вироблення деталі заданих форми й розмірів. Так, надто малий припуск може призвести до браку (на поверхні деталі залишається «чорнота» — необроблена ділянка), а занадто великий — до зайвих витрат металу та підвищення трудомісткості обробки. Оптимальний припуск визначають за довідниками.

Залежно від зрізаного припуску розрізняють *чорнову* й *чистрову* обробку.

Для забезпечення процесу різання на токарному верстаті мають здійснюватися два рухи (рис. 1.4): *головний* — обертання заготовки та *рух подачі* — поступальний рух різця, який створює умови для безперервного врізування в нові шари металу.

На заготовці, яку піддають токарній обробці, розрізняють такі поверхні (рис. 1.4):

— *оброблювану*, з якої має зрізатися шар металу;

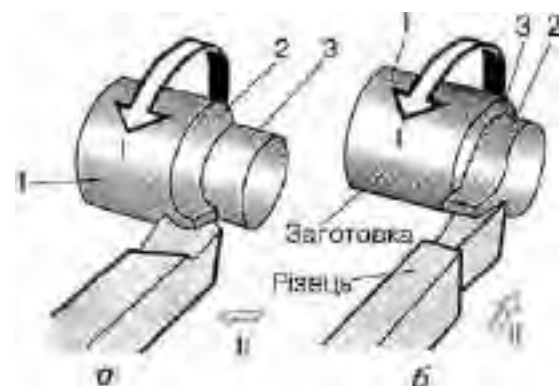


Рис. 1.4. Рухи при токарній обробці

а — обточування, б — обробка торця, 1 — оброблювана поверхня, 2 — поверхня різання, 3 — оброблена, 4 — головний рух; II — рух подачі

— *обробавну*, тобто добути в результаті зняття шару металу.

— *поверхню різання*, що утворюється на оброблюваній заготовці безпосередньо за різальною кромкою різця. Залежно від форми й положення різальної кромки поверхня різця може бути простою (циліндричною, плоскою) і складною (конічною, фасонною, нарізною) (див. рис. 1.2).

§ 1.3. Загальна характеристика різців

Різець є головним інструментом токаря.

Різець (рис. 1.5) складається з приєднуваної частини (державки чи стержня) й головки — різальної частини, або леза (рис. 1.5).

Лезо має форму клина, що є найпростішим засобом збільшення прикладеного зусилля та виконання роботи різання.



Рис. 1.5. ТОКАРНИЙ РІЗЕЦЬ

Під дією сили P , створюваної верстатом, лезо врізається в поверхневий шар заготовки, тиснувши на нього. Стиснута частина (елемент) металу сколюється й зсувається. Так само піддаючись натисканню, сколюються й зсуваються чергові елементи: утворюється стружка (рис. 1.6).

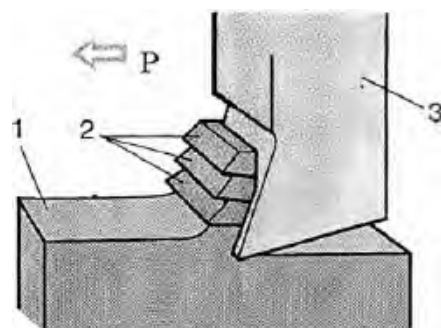


Рис. 1.6. ПРОЦЕС УТВОРЕННЯ СТРУЖКИ.

1 — заготовка, 2 — стружка, 3 — різець

За формою головки розрізняють різці прямі, відігнуті та з відтягнутою головкою (рис. 1.7).

За призначенням різці бувають (рис. 1.8): *прохідні, прохідні відігнуті, упорні, підрізні (торцеві), прорізні, фасонні, відігнуті, різьбові та роточувальні* (рис. 1.8).

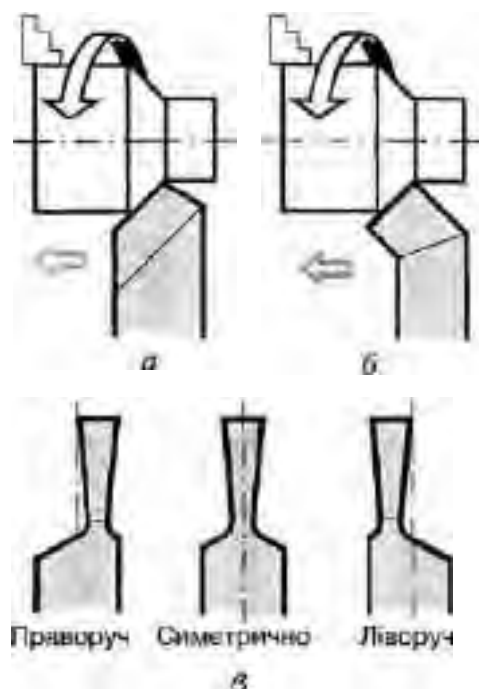


Рис. 1.7. ВИДИ РІЗЦІВ

а — прямий, б — відігнутий, в — з відтягнутою головкою

Вирізняють також різці *чорнові* та *чистові*.

Залежно від положення різальної кромки різці бувають *праві* й *ліві* (рис. 1.9).

Правий різець використовують при подаванні справа наліво (від задньої бабки токарного верстата до передньої), а лівий — при подаванні зліва направо.

За конструкцією різці можуть бути *суцільні* (виконані з одного металу) й *складені*: мають державку (з конструкційної сталі) та робочу частину (з інструментального матеріалу), яку до державки приварюють або припаюють чи механічно притискають (рис. 1.10).

Працездатність різця значною мірою залежить від геометричних параметрів його леза, тобто від сукупності кутів, що визначають

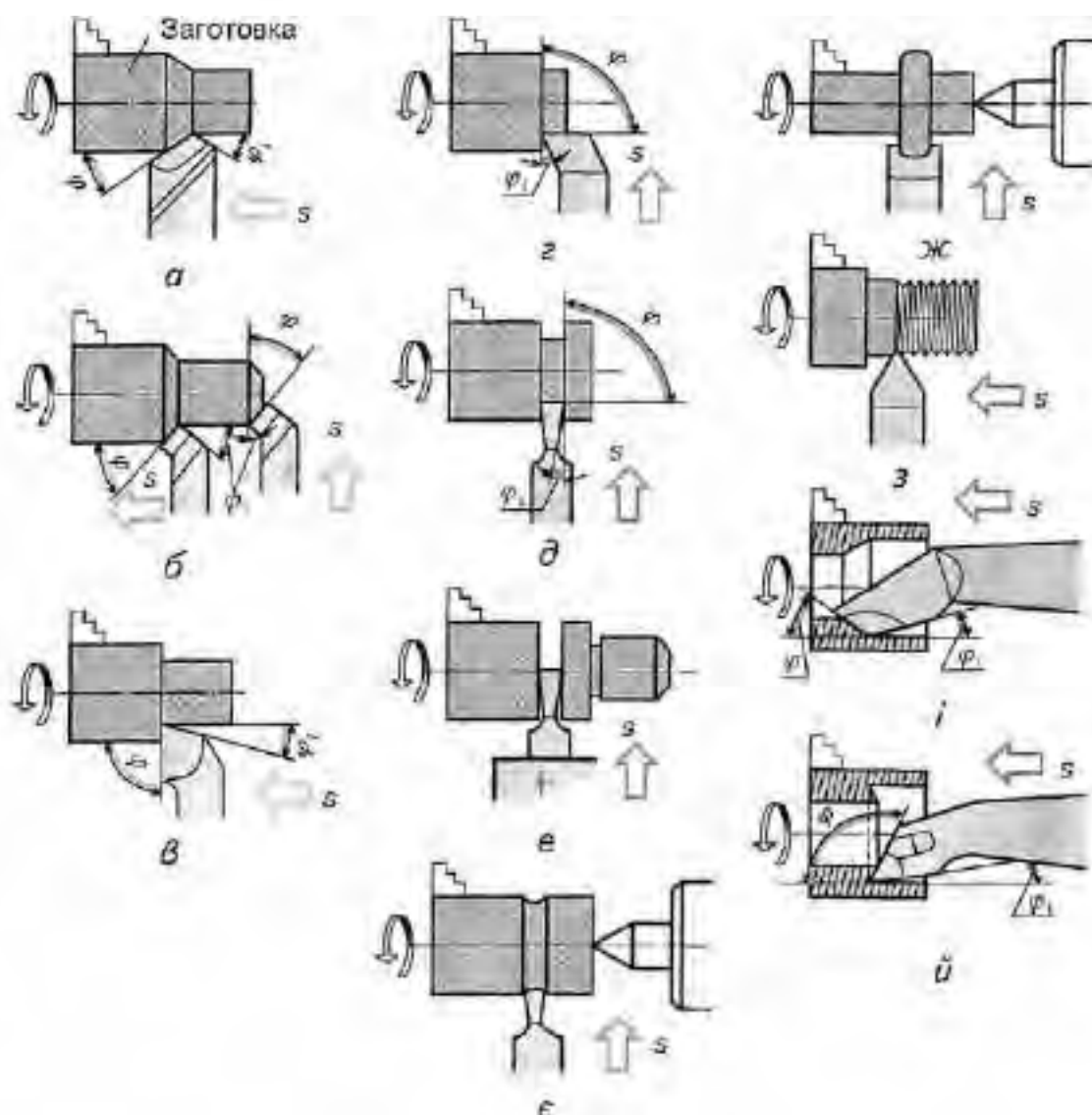


Рис. 1.8. КЛАСИФІКАЦІЯ РІЗЦІВ

a — прохідний прямий, *b* — прохідний похилий, *c* — упорний, *d* — підвітряний (торцевий), *e* — прорізний, *f* — заточувальний

кний; *g*, *ж* — фасонні, *з* — різьбортний; *и* — розточувальний прохідний, *і* — розточувальний упорний

положення у просторі елементів леза, до яких належать (рис. 1.11):

— *передня поверхня* — та, що в процесі різання контактує зі стружкою;

— *головна задня поверхня* — що під час різання контактує з поверхнею заготовки;

— *допоміжна задня поверхня* — повернута до заготовки, але не контактує з нею.

Передня й задня поверхні леза можуть бути як криволінійними, так і плоскими.

Кутами в плані (рис. 1.12) називають кути між різальною кромкою різця й напрямом подачі: φ — головний кут у плані, φ_1 — допоміжний (рис. 1.12).

Основні кути різця такі (рис. 1.13): передній кут γ ; головний задній кут α ; кут загострення β ; кут різання δ .

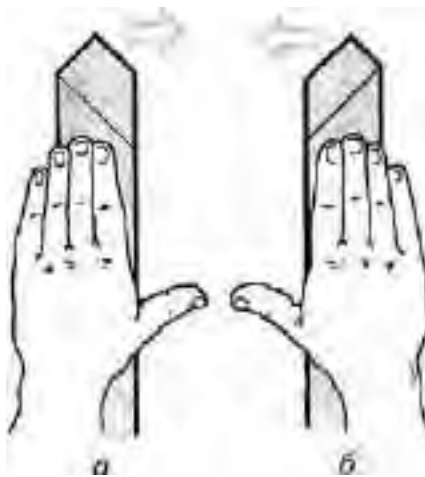


Рис. 1.9. РІЗНОВИДИ РІЗЦІВ ЗА НАПРЯМОМ РУХУ ПОДАЧІ.

а — правий; б — лівий

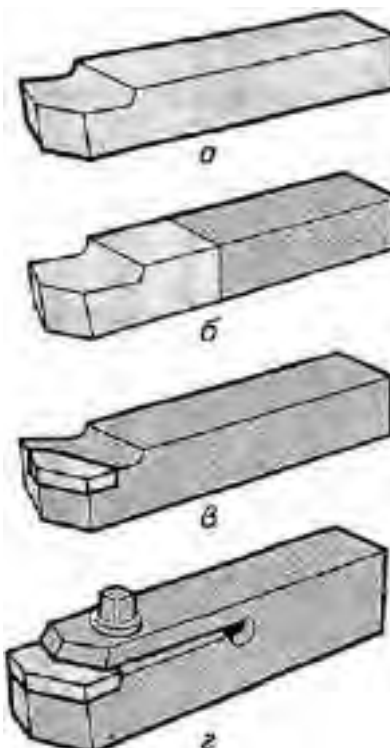


Рис. 1.10. РІЗНОВИДИ РІЗЦІВ ЗА СПОСОБОМ КРІПЛЕННЯ РОБОЧОЇ ЧАСТИНИ:

а — суцільний, б — стікозварний, в — литий, г — з механічним кріпленням пластинки твердого сплаву

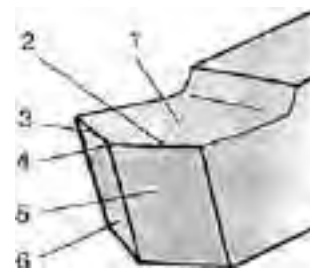


Рис. 1.11. ЕЛЕМЕНТИ ГОТОВКИ РІЗЦЯ

1 — передня поверхня, 2 — головна різальна кромка, 3 — допоміжна різальна кромка, 4 — вершина різця; 5 — головка заглиблення; 6 — допоміжна задня поверхня

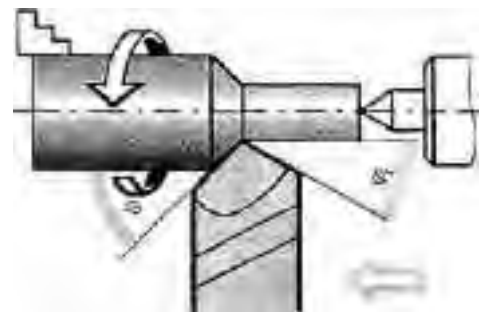


Рис. 1.12. КУТИ РІЗЦЯ В ПЛАНІ

ε — головний; φ — допоміжний

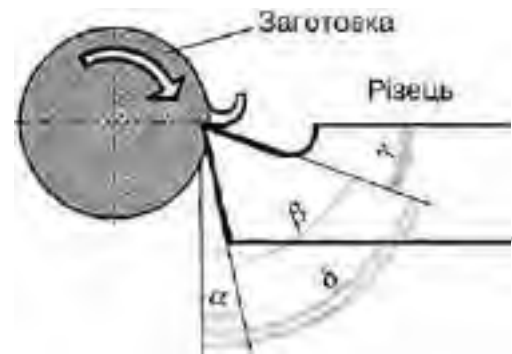


Рис. 1.13. ОСНОВНІ КУТИ РІЗЦЯ (КУТИ РОБОЧОГО ЛІЗЯ)

γ — передній β — задній, α — ланіт, δ — різання

Числові значення кутів різця приймають за таблицями «Довідника токаря» залежно від умов обробки. Повніші відомості про інструментальні матеріали, заточування та контроль геометрії різців наведено в гл. 5.

§ 1.4. Спрацювання різців і їх заточування.

Правила користування різцями

Внаслідок тертя стружки об передню поверхню різця, а головної задньої поверхні різця — об заготовку робоча частина різця спрацьовується. Працювати таким різцем неможливо, оскільки при цьому знижується продуктивність праці, точність і якість обробки. Спрацьований (затуплений) різець переточують.

Для заточування різців використовують точильно-шліфувальний верстат («точило»)¹. Спочатку заточують головку й допоміжну задню поверхню, потім — передню поверхню. На перетині головної й допоміжної різальних кромки роблять фаску або заокруглення.

Під час роботи на заточувальному верстаті необхідно дотримуватися таких правил техніки безпеки:

- перел заточуванням треба переконатися, чи всі механізми верстата справні, чи є зачисний шток і чи справний він, чи правильний напрям обертання круга (круг має обертатися на різець);
- слід перевірити правильність установа підручника: зазор між робочою поверхнею круга і підручником має не перевищувати 3 мм;
- переставляти підручник допускається тільки після довгої зупинки круга: забороняється працювати без підручника і без огорожі круга;
- перед заточуванням слід закрити зону заточування захисним прозорим екраном або надіти захисні окуляри.

Після заточування виконують доведення (притирання задніх і передніх поверхонь на вузьких відрізках уздовж різальної кромки), що забезпечує випрямлення кромки й підвищення стійкості різця. Доведення різця виконують на ельборових (для швидкорізальної сталі) або алмазних (для твердого сплаву) доводочних кругах.

Геометрію різця контролюють за допомогою спеціальних шаблонів, універсальних або спеціальних кутомірів. Детально питання контролю різців викладено в гл. 5.

¹ Ознайомитися з точилом і процесом заточування читач має безпосередньо в майстерні (в заточувальному відділенні цеху). Докладно про заточування йдеться у гл. 5.

На машинобудівних заводах інструменти заточують централізовано в заточувальних відділеннях: токар отримує з інструментальної камери заточений різець, здаючи при цьому спрацьований. У механічних цехах з одиничним виробництвом, в ремонтних цехах і дрібних майстернях різці заточують самі токарі.

Токар повинен виконувати правила користування різцями:

- перед вмиканням подачі слід відвести різець від заготовки: це дасть змогу уникнути викришування різальної кромки;
- не можна допускати значного затуплення різця по задній поверхні, переточувати різець до настання викришування різальної кромки, тобто при ширині спрацьованої площинки на головній задній поверхні 1...5 мм;
- слід періодично доводити різальну кромку різця дрібнозернистим абразивним або алмазним бруском безпосередньо в різцетримачі (це подовжує строк служби різця); не можна складати різці в інструментальній шафі «навалом»;
- слідкувати, щоб кромки різця не торкалися стінок інструментальної шафи і не вдарилися об тверді предмети.

§ 1.5. Режим різання при точінні

Процес різання, в тому числі й точіння (токарна обробка), характеризується певним режимом, до елементів якого належать глибина різання, подача, швидкість різання.

Глибина різання t , мм — це товщина шару металу, що зрізується за один робочий хід (прохід) різця (рис. 1.14). При зовнішньому подовжньому точінні й розточуванні глибина різання визначається як різниця діаметрів оброблюваної (D) й обробленої (d) поверхонь (рис. 1.15):

$$t = \frac{D - d}{2}.$$

При виточуванні канавок і відрізуванні глибина різання дорівнює ширині канавки, що утворюється різцем.

Подача s , мм/об — це переміщення різальної кромки інструмента в напрямі руху подачі за один оберт заготовки (див. рис. 1.14).

Швидкість різання v , м/хв — шлях, пройдений найвіддаленішою від осі обертання



Рис. 1.14. ПОДАЧА s , мм/об, ТА ГЛИБИНА РІЗАННЯ t , мм

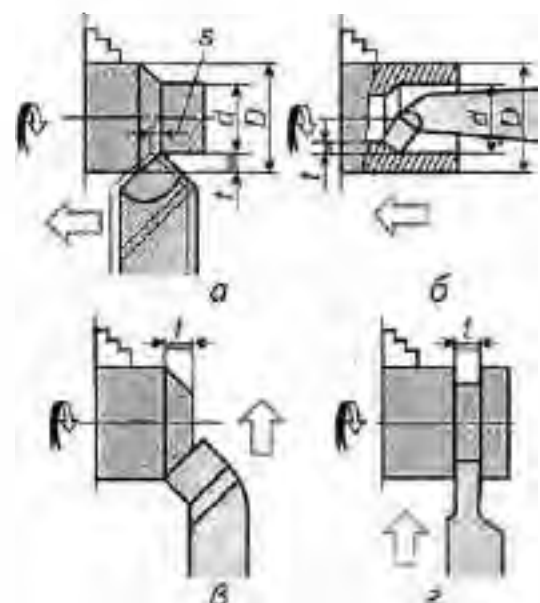


Рис. 1.15. ГЛИБИНА РІЗАННЯ

а — при зовнішньому обточуванні; б — при внутрішньому обточуванні; в — при обробці конуса; г — при обробці ступінки

точкою поверхні різання відносно різальної кромки різця за одиницю часу (рис. 1.16):

$$v = \frac{\pi d n}{1000}$$

де π — шлях пройдений точкою на поверхні різання за один оберт заготовки; d — діаметр заготовки; n — частота обертання шпинделя, об/хв.

Як видно з цієї формули, чим більший діаметр заготовки, тим більша швидкість різання

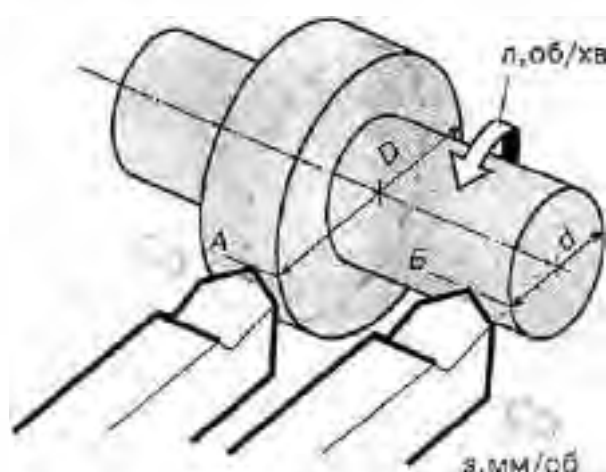


Рис. 1.16. СХЕМА ДЛЯ ПОЯСНЕННЯ ТЕРМІНА «ШВИДКІСТЬ РІЗАННЯ»

при одній і тій самій частоті обертання, оскільки за один оберт заготовки (або за 1 хв) шлях, пройдений будь-якою точкою на поверхні діаметром D , буде більшим від шляху, пройденого точкою на поверхні діаметром d .

Якщо відома швидкість різання v , що відповідає різальним властивостям інструмента (приймається за довідником), і діаметр заготовки, то можна визначити потрібну частоту обертання заготовки n , об/хв (хв^{-1}): $n = \frac{v \cdot 1000}{\pi D}$; настроїти коробку зміни швидкостей верстата на обертання шпинделя з цією частотою.

Примітка. За Міжнародною системою одиниць (СІ) швидкість вимірюється в метрах за секунду (м/с), а частота обертання — в секундах у мінус першому степені (с^{-1}). Проте допускається застосування позасистемних одиниць: швидкість різання виражають в метрах на хвилину (м/хв), частоту обертання — в обертах за секунду чи за хвилину (об/с, об/хв) та у хвилинах у мінус першому степені (хв^{-1}). Тоді, якщо задано v , м/хв, і D , мм, то частота обертання n , об/хв (хв^{-1}).

§ 1.6. Загальні відомості про деталі із зовнішніми циліндричними поверхнями. Контроль зовнішніх діаметрів

Деталі машин, наприклад вали, зубчасті колеса, осі, пальці, штоки, поршні, мають зовнішні циліндричні поверхні, які повинні відповідати таким вимогам:

— *прямолінійність твірної*,
 — *циліндричність* — кола будь-якого перерізу, *перпендикулярного до осі*, мають бути одного діаметра (не повинні бути конусо-, бочко- та сіллоподібності),

— *округленість* — будь-який переріз повинен мати форму правильного кола (без овальності або ограненості);

— *співвісність* — всі осі східців східчастих валів повинні бути розташовані на одній прямій.

Неможливо абсолютно точно дотриматися вимог до *циліндричних поверхонь* навіть при досить старанному виготовленні: виникатимуть якісь похибки (рис. 1.17).

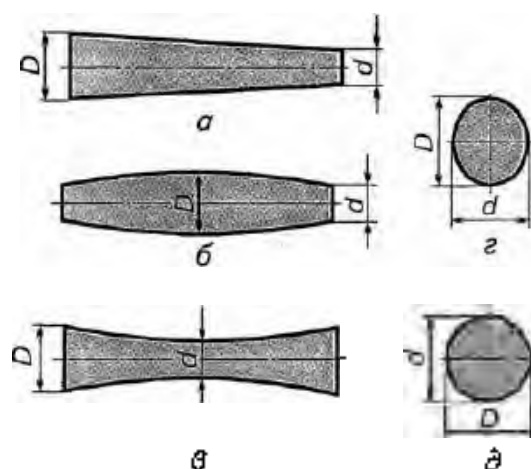


Рис. 1.17. ПОХИБКИ ФОРМИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ:

а — конусоподібність; б — бочкоподібність; в — сіллоподібність; г — овальність; д — ограненість.

До *плоских торцевих поверхонь* ставляться такі вимоги:

— *плоскостність* — відсутність опуклості або угнутості;

— *перпендикулярність до осі*;

— *паралельність усюди між собою*.

Допустимі відхилення форми й розташування поверхонь умовно позначають на кресленнях деталей або вказують текстом.

Для контролю точності діаметрів зовнішніх циліндричних поверхонь застосовують різні вимірні інструменти. Контроль з точністю до 0,1 мм здійснюють штангенциркулем [11] (рис. 1.18, а), а з точністю 0,5 мм — штангенир-

кулем ШЦ-П. Для вимірювань з точністю до 0,01 мм використовують мікрометри (рис. 1.18, б) з границями вимірювання 0...25; 25...50; 50...75; 75...100; 100...150; 150...200; 200...300 мм. Точне вимірювання зовнішніх поверхонь (до 0,01 мм) виконують також індикаторною скобою (рис. 1.18, в), котру заздалегідь настраюють на номінальний розмір за вимірними плитками. Під час вимірювання стрілка на шкалі індикатора показує відхилення від номінального розміру.

При виготовленні великих партій деталей діаметри зовнішніх циліндричних поверхонь контролюють граничними калібрами-скобами (рис. 1.18, г). Розмір вважається вірним, якщо прохідний бік скоби ПР вільно знаходить на вимірювану поверхню, а непрохідний НЕ — не знаходить. Калібри-скоби бувають однібічні й двобічні.

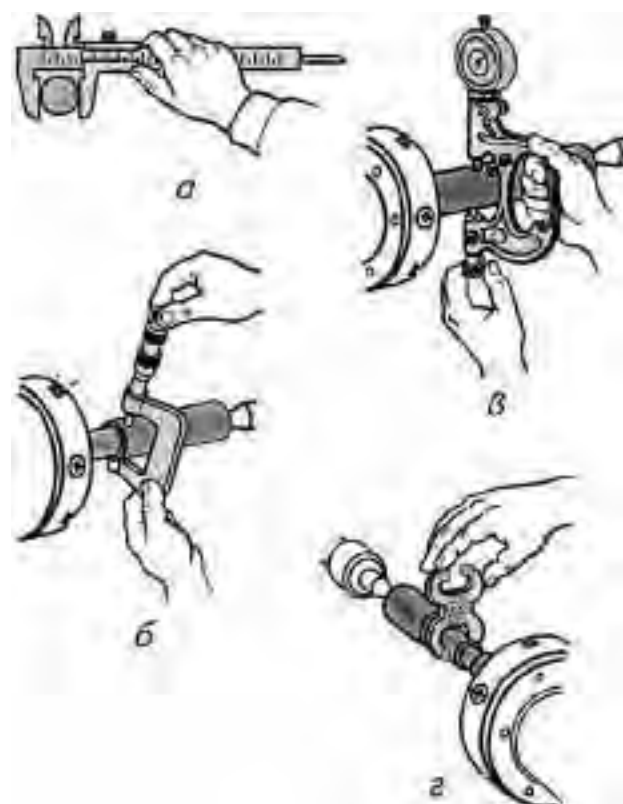


Рис. 1.18. КОНТРОЛЬ ДІАМЕТРА ЗАГОТОВКИ (ДЕТАЛІ)

а — штангенциркуль; б — мікрометр; в — індикаторною скобою; г — калібрами-скобами

§ 1.7. Обточування зовнішніх поверхонь і підрізування торців

Для обробки зовнішніх поверхонь використовують прохідні різці, які бувають прямі й відігнуті (рис. 1.19, а, б). Відігнутим різцем можна не лише обточувати зовнішню циліндричну поверхню, а й підрізувати торцьові деталі. Прхідні різці мають головний кут в плані $\varphi = 30^\circ \dots 60^\circ$. Різці з меншими кутами в плані застосовують для обробки жорстких заготовок, коли відношення довжини до діаметра $l/d \leq 8$. Допоміжний кут у плані φ_1 , як правило, беруть $10^\circ \dots 30^\circ$.

У практиці використовують *прохідні упорні різці* з головним кутом у плані $\varphi = 90^\circ$ (рис. 1.19, в). Ними зручно обробляти зовнішні циліндричні поверхні й підрізувати уступи. Упорні різці застосовують також для обточування нежорстких валів, оскільки вони викликають менше прогинання заготовки. Проте у різців з кутом $\varphi = 90^\circ$ у роботі бере участь менша довжина різальної кромки, ніж у різців з кутом $\varphi = 30^\circ \dots 60^\circ$, тому стійкість упорних різців нижча, ніж прохідних.

Для чорнових проходів застосовують різці з радіусом заокруглення вершин $R = 0,5 \dots 1$ мм, а для напівчистових $R = 1,5 \dots 1$ мм; адже чим більший радіус при вершині, тим чистішою буде оброблена поверхня (меншою буде висота залишкових нерівностей).

Для чистового точіння доцільно використовувати чистові різці з радіусом заокруглення $R = 3 \dots 5$ мм. Твердосплавні різці для обробки чавуну мають гостру кромку, а для обробки сталі на кромці різця виконують вузьку фаску (рис. 1.20).

Перед початком обробки заготовки токар вивчає креслення деталі та обміряє заготовку, щоб продумати, який шар металу треба зрізати й за скільки робочих ходів (проходів). Різці встановлюють на потрібну глибину різання за допомогою лімба — кінця з поділками, закріпленого на кінці гвинта поперечних полозків супорта (рис. 1.21, а, б). На лімбі позначено *ціну поділки*, тобто значення поперечного переміщення різця при обертанні рукоятки гвинта поперечних полозків з лімбом на одну поділку лімба. У сучасних верстатах ціна поділки дорівнює $0,05$ мм на сторону. Це означає, що однієї поділки лімба вистачає зменшення (або збільшення) діаметра заготовки на $0,05 \times 2 = 0,1$ мм.

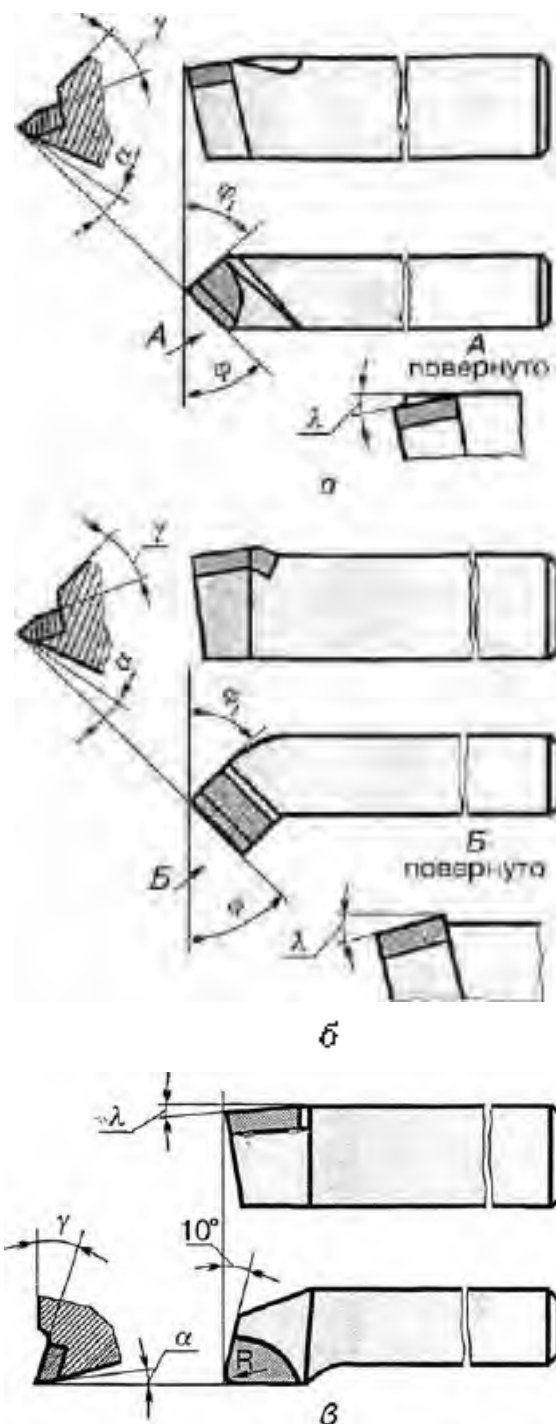


Рис. 1.19. РІЗЦІ ДЛЯ ОБРОБКИ ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХОНЬ.

а — прохідний прямий; б — прохідний відігнутий; в — упорний

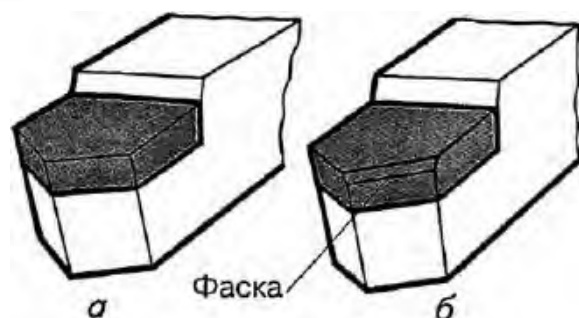


Рис. 1.23. ФОРМИ ПЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХНІ ТВЕРДОСПЛАВНОГО РІЗЦЯ:

а — плоска, б — плоска з фаскою

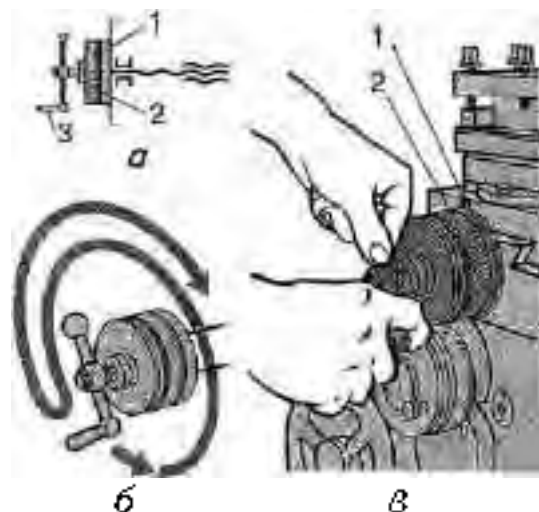


Рис. 1.21. ЛІМБ НА ГВИНТІ ПОПЕРЕЧНОГО СУПОРТА:

а, б — лїмб, в — схема користувачки лїмбом, 1 — штангери на фартусі супорта, 2 — лїмб, 3 — рукоятка тинга поперечного супорта

Щоб дістати потрібний діаметр деталі, застосовують метод пробних проходів. Різець підводять до заготовки, що обертається, до стикання з оброблюваною поверхнею, і момент зіткнення помічають за появою ледь видимої кільцевої риски. Далі різець виводять у право за межі заготовки позовжнім переміщенням супорта. Лїмбове кільце встановлюють спочатку з нульового положення з пилором рукоятки пересувають поперечні полозжк супорта вперед на відстань, дещо меншу, ніж треба для одержання остаточного розміру (контроль за лїмбом поперечних полозжк). Після цього ручною подачею обточують невелику ділянку поверхні на дов-

жину 3...5 мм, відводять різець, і штангенциркулем або мікрометром вимірюють розмір цієї ділянки. За даними вимірювань уточнюють, на яку відстань треба додатково подати різець уперед. Коли різець остаточно встановлено на розмір, решту заготовок партії обробляють з установленим різьом за лїмбом без пробних проходів.

Між гвинтом поперечних полозжк та його гайкою завжди є деякий люфт (зазор). Щоб цей люфт не спричиняв похибок при встановленні різця за лїмбом, рукоятку тинга слід обертати лише за годинниковою стрілкою, тобто праворуч, зробиши попередньо один оберт проти годинникової стрілки (рис. 1.21, в).

Верхні полозжк супорта також мають лїмб з ціною поділки 0,05 мм.

Різець встановлюють у різцетримачі таким чином, щоб його вершина була розташована на рівні осі. Контроль здійснюють за центром задньої бабки (рис. 1.22, а) або за шаблоном (рис. 1.22, б). Під підшву різця підкладають підкладки з м'якої листової сталі, кількість яких має бути якомога меншою, а підшва різця повинна міцно опиратися на підкладки всією поверхнею (рис. 1.23). Виліт різця з різцетримача має не перевищувати п'ятих висоти держалки ($b \leq 1,5H$). Різець затискують у різцетримачеві не

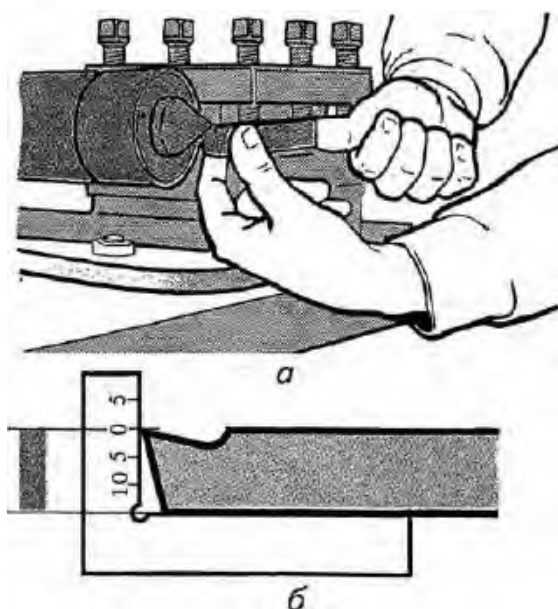


Рис. 1.22. КОНТРОЛЬ ВСТАНОВЛЕННЯ ВЕРШИНИ РІЗЦЯ

а — за центром задньої бабки, б — за шаблоном

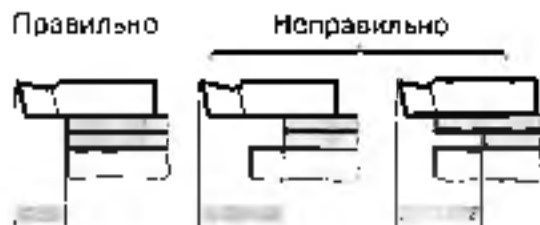


Рис. 1.23. Встановлення підкладок під підлогу різця

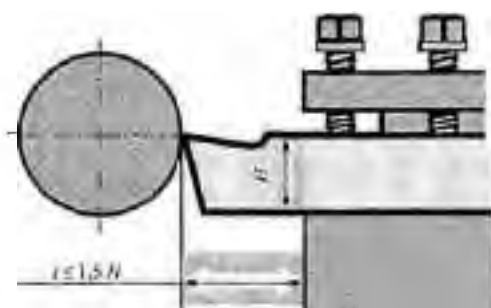


Рис. 1.24. Виліт різця з різцетримача

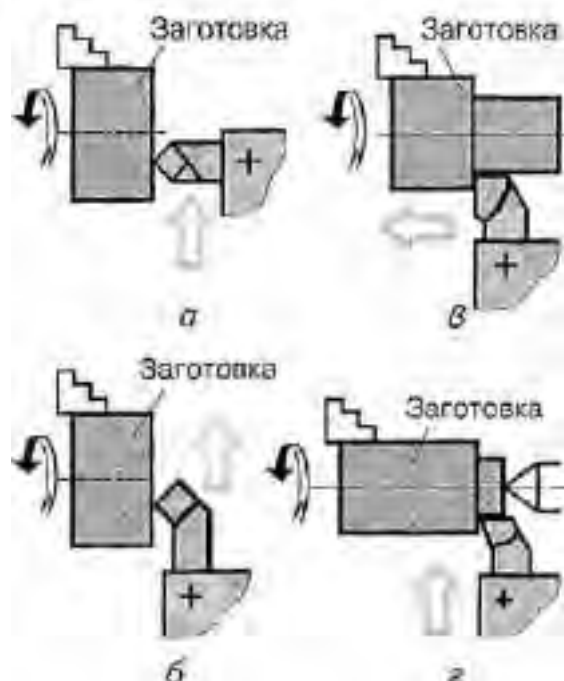


Рис. 1.25. Підрізання торця різцем:
а - прохідним прямим, б - прохідним відгнутим; в - упорним; г - підрізним (торцевим)

менш як двома гвинтами (рис. 1.24). Для підрізування торців та уступів використовують різці, подані на рис. 1.18 (б, в, г) та рис. 1.25.

Невисокі уступи підрізають прохідним упорним різцем при позовжньому подаванні, причому звичайно сукшають підрізування уступа з обточуванням зовнішньої поверхні (див. рис. 1.25, в). Різальна кромка при цьому має бути перпендикулярною до осі заготов-



Рис. 1.26. Встановлення упорного різця за косинцем

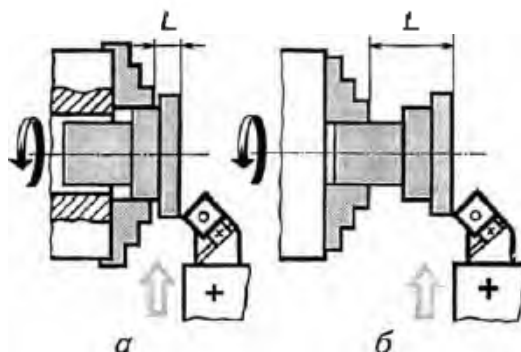


Рис. 1.27. Виліт заготовки з патрона при підрізуванні торця

а - правильно, б - неправильно

ки, що контролюється косинцем (рис. 1.26). При закріпленні заготовки в патроні виліт її має бути мінімальним (рис. 1.27, а).

Торець можна підрізувати упорним різцем поперечною подачею з установленням головної різальної кромки під невеликим кутом ($5...10^\circ$) до торцевої поверхні: роботу різання в цьому разі виконує допоміжна кромка (рис. 1.28, а). При зрізуванні великого припуску подачею внапрям до центру виникає відтискальне зусилля з боку допоміжної кромки. Тому різальна кромка заглиблюється у торець, він стає угнулим. Для запобігання цьому рекомендується чистове проходження виконувати подачею від

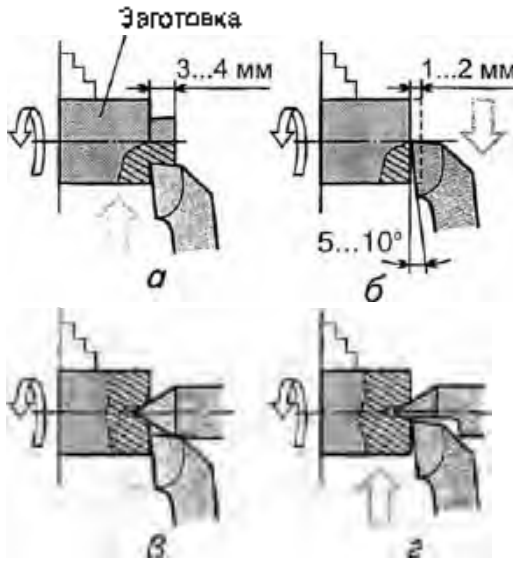


Рис. 1.28. ПІДРІЗУВАННЯ ТОРЦЯ ПОПЕРЕЧНОЮ ПОДАЧЕЮ УПОРНОГО РІЗЦЯ:

а — подача «до центра» при чорновому прокодуванні, б — подача «від центра» при чистовому прокодуванні, в — при зацентруванні за тилком б (з фаскою), г — при «зрізаному» задньому центрі

центра (рис. 1.28, б). Є й інші способи підрізування торця (рис. 1.28, в, г).

Площинність торця перевіряють прикладанням до нього лінійки чи косинця, а перпендикулярність до зовнішньої поверхні косинцем.

§ 1.8. Виточування (прорізування) зовнішніх канавок і відрізування

Канавки на зовнішніх циліндричних поверхнях виточують прорізними (канавковими) різцями, а відрізають — відрізними різцями встановлено на прямому поперечної подачі, довжина відтягнутої головки яких більша, ніж у прорізних (рис. 1.29). Головки прорізного й відрізного різців мають по дві допоміжні кромки, кожна з яких розташована під невеликим допоміжним кутом у плані φ , $\varphi = 1 \dots 3^\circ$. Для зменшення тертя допоміжних задніх поверхонь об стінки канавки, що прорізується, головку різця звужують до підстави ($\alpha = 1 \dots 3^\circ$).

Відрізний різець слугує для вирізування готової деталі від заготовки або для розрізування заготовки на частини.

Операція відрізування в токарній справі пов'язана з певними труднощами, які має врахо-

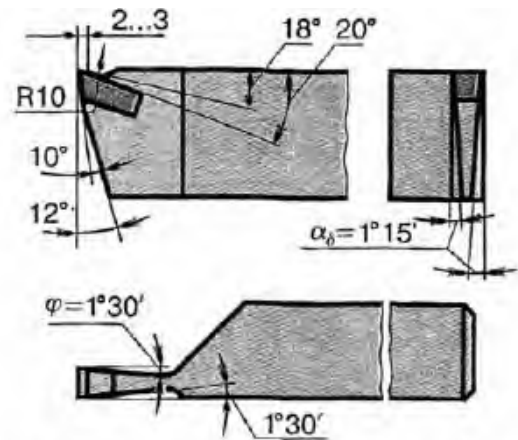


Рис. 1.29. ПРОРІЗНИЙ ТВЕРДОСПЛАВНИЙ РІЗЕЦЬ

увати токар. По-перше, це малий переріз відтягнутої головки різця, внаслідок чого трапляються поломки інструмента. По-друге, це можливість заклинювання різця у прорізі через пружну деформацію заготовки, що також може призвести до поломки різця.

Токарі-новатори запропонували конструкції різців, які менше зазнають поломок: різці «півних» зі збільшеною за висотою відтягнутою го-

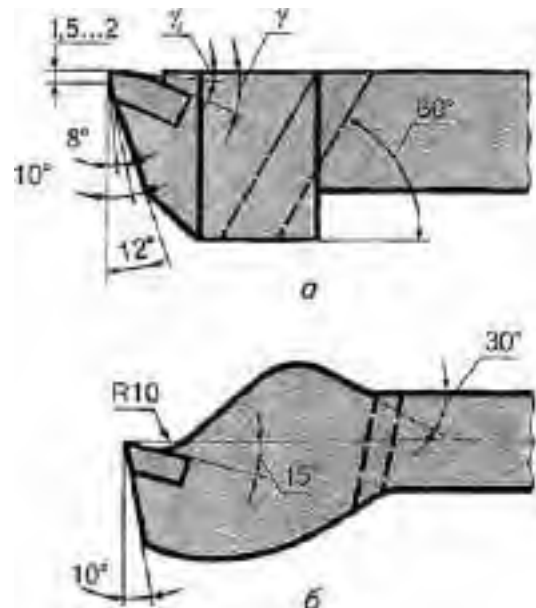


Рис. 1.30. ВІДРІЗНІ РІЗЦІ З «ПІДСИЛЕНОЮ» ГОЛОВКОЮ:

а — з головкою типу «півнік»; б — з розташуванням першій на різні осі держаків

довкою (рис. 1.30, а), різець з різальною кромкою, розташованою на рівні осі державки (рис. 1.30, б).

Ширинна різальної кромки відрізного різця залежить від діаметра заготовки, що обробляється, а становить 3...8 мм. Відрізний різець слід встановлювати якомога точніше по осі центрів верстата: якщо різальна кромка опиниться нижче чи вище від осі, то в цьому разі при наближенні різця до осі на деталі, що відрізується, утворюється «непоріз» (стержень) (рис. 1.31). Державка відрізного різця має бути розташована перпендикулярно до осі заготовки, щоб бічна поверхня головки не терлася об стінку канавки. Відстань між відрізанням від кулачків патрона має не перевищувати 3...5 мм

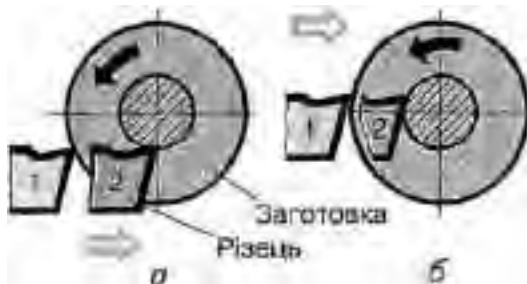


Рис. 1.31. ПОХИБКИ В РОБОТІ ВІДРІЗНОГО РІЗЦЯ ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ ЙОГО ВЕРШИНИ НЕ ПО ЦЕНТРУ
а — нижче; б — вище,
1 — на початку відрізування; 2 — в кінці

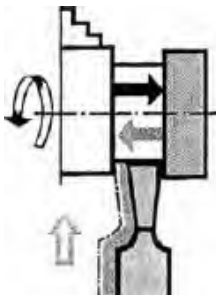


Рис. 1.32. СХЕМА ВІДРІЗУВАННЯ «ВРОЗБИВКУ»

Рекомендується проточування канавок або відрізування виконувати «врозбивку» з поступовими переміщеннями різця на 0,5...1 мм в обидва боки, що полегшує процес різання (рис. 1.32). При відрізуванні деталі великого діаметра слід вивести різець від канавки за 2...3 мм до осі, а

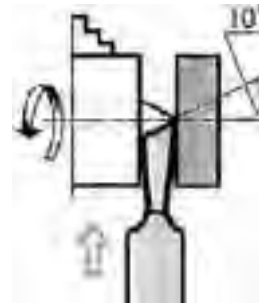


Рис. 1.33. РІЗЕЦЬ ЗІ «СКОШЕНОЮ» РІЗАЛЬНОЮ КРОМКОЮ

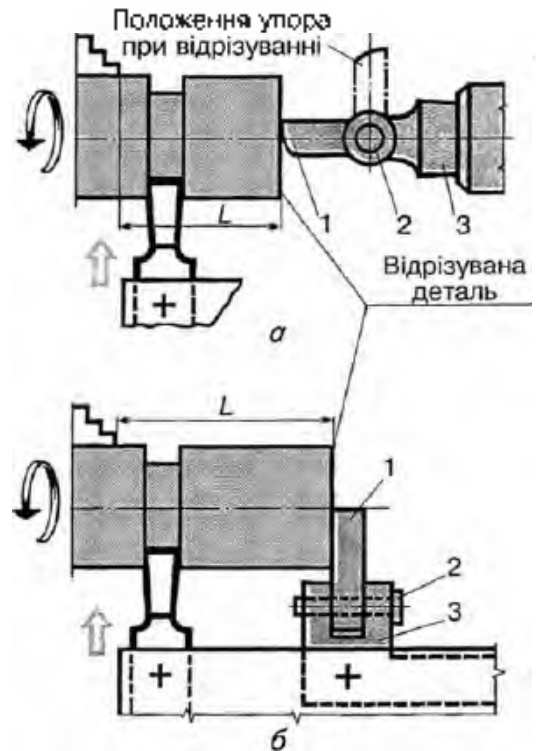


Рис. 1.34. ЗАСТОСУВАННЯ ВІДКИДНИХ УПОРІВ ПРИ ВІДРІЗУВАННІ

а — упор у лійкозатримувачі бабки, б — упор у різьбярнічці.
1 — упор (при встановленні вільного пружка), 2 — шарнір,
3 — корпус пристрою; L — радіус лотка з патрона

потім, зупинивши верстат, відламати частину, що відрізується: у такий спосіб залобігають затисненню різця в прорізаний каналці. Щоб торець відрізаної деталі був підрізаним до центра, відрізний різець заточують зі скосом (рис. 1.33).

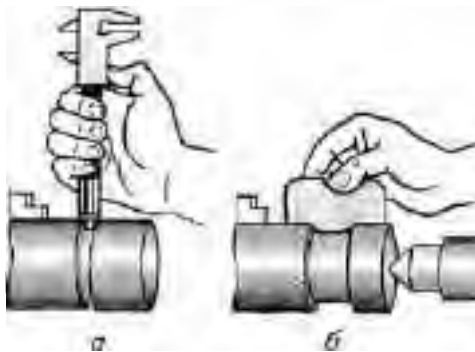


Рис. 1.35. КОНТРОЛЬ ГЛИБИНИ КАНАВКИ ЗА ДОПОМОГОЮ

а — глибокомір штангенциркуля, б — шаблона

Для отримання заданої довжини L частини заготовки, вирізаної від прутка, рекомендується висувати пруток із патрона до зіткнення його з відкидним упором, який закріплено в задній бабці (рис. 1.34, а); після встановлення прутка упор відводять убік.

Глибину проточуваної канавки контролюють за допомогою лінійки, глибокоміра штангенциркуля ШЦ-I, штангенглибиномера або шаблона (рис. 1.35), цирину канавки й відстань від канавки до торця за допомогою штангенциркуля, лінійки або шаблона. При проточуванні й відрізуванні подачу беруть меншою, ніж при зовнішньому обточуванні чи підрізуванні —

0,1...0,3 мм/об. Швидкість різання при підрізуванні на 15...20 % менша, ніж при зовнішньому топінні.

§ 1.9. Організація робочого місця токаря

Робочим місцем називається частина виробничої площі цеху, на якій розміщується один або кілька операторів-верстатників і обслуговувана ними одиниця технологічного устаткування (верстат), а також оснастка і (на обмежений час) предмети виробництва.

Планування робочого місця токаря (рис. 1.36) залежить від габаритних розмірів і призначення верстата, розмірів і маси оброблюваних заготовок, а також типу виробництва. В умовах одногодичного та серійного виробництва, коли обробляються різноманітні заготовки, на робочому місці встановлюють інструментальну шафу і стелаж. Заготовки і деталі укладають на стелажі (причому великі на його нижній полиці). Якщо в обробці короткі деталі, які закріплюють у патроні правою рукою, стелаж встановлюють праворуч від токаря.

Одну з конструкцій інструментальної шафи з секторними ящиками зображено на рис. 1.37. У верхньому ящику зберігають креслення, технологічні карти, робочі наряди, довідники, ви-

Рис. 1.36. РОБОЧЕ МІСЦЕ ТОКАРЯ

1 — ріштка, 2 — інструментальна шафа; 3 — планшет для креслення; 4 — лоток для інструменту; 5 — стелаж, 6 — циліндри для заготовок та готових деталей

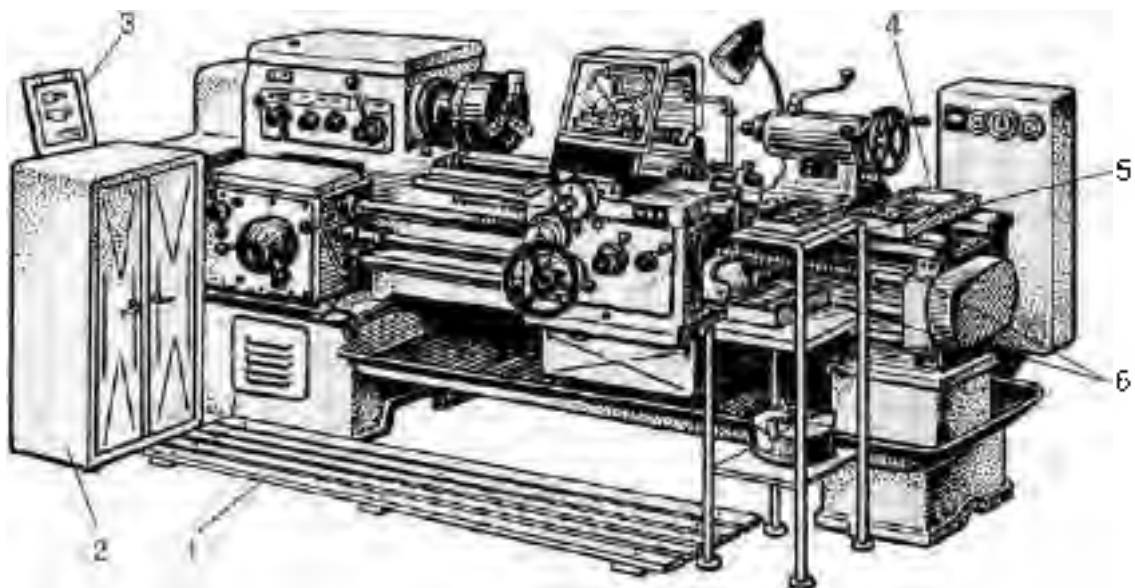




Рис. 1.37. ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ШАФА

мірковальний інструмент. У середній ящик вкладають різці, згруповані за типами й розмірами. Нижче послідовно розміщують різальні інструменти, перехідні втулки, нентри, хомутики, підкладки. У найнижче відділення вкладають патрони і кулачки до них. Не слід закрарашувати шафи зайвим запасом інструмента: все необхідне для роботи ліпше отримати на початку зміни з комори. Перед початком роботи розміщують усі предмети, які беруть правою рукою, праворуч від працюючого, а ті, що беруть лівою рукою, — ліворуч; предмети, якими користуються частіше (наприклад, ключ патрона) кладуть ближче, ніж предмети, якими користуються рідше (наприклад, ключ різцетримача).

Часто використовувані ключі й підкладки укладають на лоток, який розташовують на передній бабці.

На підлогу перед верстатом кладуть дерев'яну решітку. Важливо робоче місце завжди утримувати в чистоті, оскільки бруд і безладдя призводять до втрати робочого часу, браку, нещасних випадків, простоявання й передчасного спрацювання верстата.

Підлога на робочому місці має бути рівною й чистою, без підльоків масла та змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР).

Робоче приміщення обладнується пристроями для видалення забрудненого повітря і притоку чистого. Температура повітря в цеху (майстерні) має становити 15...18 °С.

§ 1.10. Правила безпеки при роботі на токарному верстаті

Токар зобов'язаний дотримуватися правил безпеки, наведених нижче.

Перед початком роботи:

- упорядкувати робочий ояз, зафіксувати кнопки на руках, заправити одяг (комбінезон), прибрати волосся під точковий убір (рис. 1.38). Слід пам'ятати: небезпелість в одязі може призвести до травм;

- пересвідчитися у справності верстата, тобто перевірити записи збичності холіс, приводних механізмів та ітарні верстата; перевірити встановлення світлої пелі місцедого освітлення (світло не повинно сліпити очі), перевірити верстат на хочоскому холу й переконатися в справності кнопок «Пуск» з «Стоп», органів керування гальма, систем нагнітування й охолоджування, підйомних і звантажувальних пристроїв;

- працювати на несправному верстаті небезпечно;

- перевірити надійність засилення електродвигуна, шафи керування й сталінни;

- довести до зиду робоче місце — прибрати все зайве з верстата й площі робочого місця, зручно встановити тару для заготовок і деталей, перевірити справність дерев'яної решітки, порядок на робочому місці — запорука безпеки праці;

- про несправність у верстаті та його електроустаткування негайно повідомити майстра або чергового слюсаря (електрика), і до усунення несправності до роботи не ставати;

- працювати в спецодязі, що не змагає рукам і виключає можливість захоплення його рухомими частинами верстата;

- для встановлення й зняття заготонок масою понад 20 кг користуватися підйомними пристроями, при цьому наліжно стропувати заготовку; звільнити заготовку від навісу лише після її встановлення й надійного закріплення на верстаті;

- встановлення й зняття важких патронів (наприклад, на важкому верстаті) виконувати за допомогою кранбалки чи спеціального підйомника;

- при заточуванні різців не підводити інструмент до торця плоского круга, не допускати великого зазора між підручником і кругом, не притискувати інструмент



Рис. 1.38. СПЕЦОДЯГ РОБІТНИКА-ВЕРСТАТНИКА

до кріпа з великими зусиллями; користуватися захисним шитком або окулярами;

- при отриманні інструменту з кошика перевіряти, чи немає лабів на конусних хвостовиках інструмента, тріщин у твердосплавних пластинках, сколів або зникненнях відрізків на різальних кромках і чи надійне механічне кріплення пластинок;

- не знімати і не відкривати захисної огорожі та запобіжних пристроїв, не знімати футляра з електрообладнання, не відчиняти дверей електрошкафи, не допускати до клем.

Під час роботи:

- захищати очі від стружки захисним екраном (рис. 1.39) або ж окулярами (рис. 1.40, а) чи шитком (рис. 1.40, б), прикривати патрон запобіжним шитком (у деяких верстатах при накинутаому шитку шпиндель не виходить) (рис. 1.41);

- не працювати на верстаті в рукавичках, якщо пальці забинтовано — повернути бинти надіти гумовий чохлик, витирати руки чистим ганчір'ям, не користуватися для цього матеріалом для протирання верстата, слідкувати, щоб охолоджувальна

рідина чи масло не потрапила на резицю або гостроку в зоні робочого місця; при відхиленні витікання масла з камерів верстата негайно вилити його, не спираючись на верстат під час його роботи.

- при роботі з жорсткими заготовками, центрами, свердлами заповнювати частини центрові отвори заготовок; періодично перевіряти, чи не підходить залий центр, не розсовувати кулачки патрона до виходу їх із корпусу, у кулачковому патроні без підтримки центром задньої бабки закріплювати лише короткі заготовки, довгі ж — підтримувати центром задньої бабки.

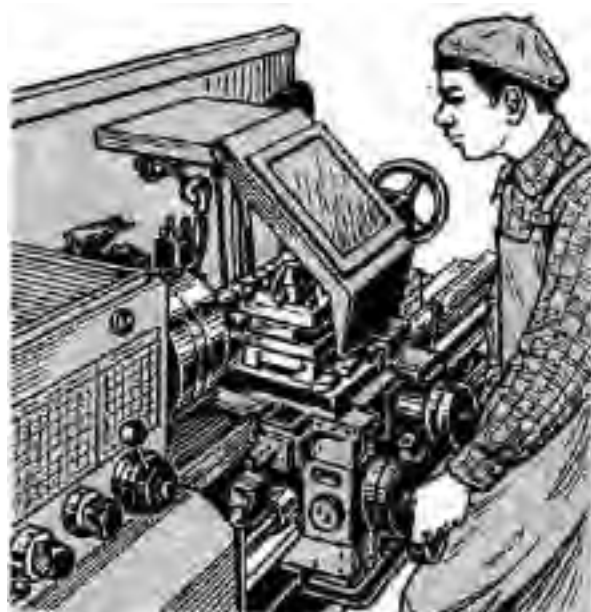


Рис. 1.39. РОБОТА ТОКАРЯ ІЗ ЗАХИСНИМ ЕКРАНОМ



Рис. 1.40. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ОЧЕЙ

а — захисні окуляри; б — захисний шиток («забрало»)

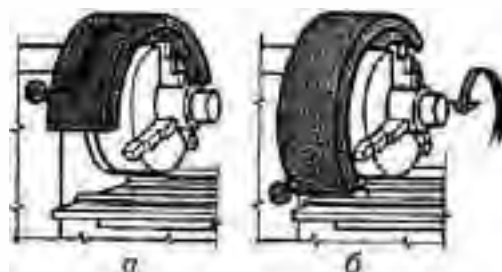


Рис. 1.41. ЗАЛОВІЖНІ ЩІТКИ ДО ПАТРОНА.
а — положення при закріпленні заготовки, б — положення при точінні

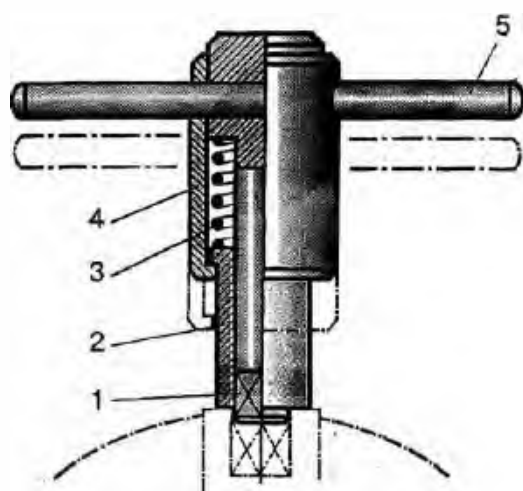


Рис. 1.42. САМОВІДКИДНИЙ БЕЗПЕЧНИЙ КЛЮЧ ДО ПАТРОНА

1 — ключ; 2 — штилка; 3 — пружина; 4 — корпус-стакан; 5 — рукоятка

- міцно закріплювати оброблювані заготовки на верстаті (в патроні, центрах чи на оправці); не нарізувати рукоятки ключа для закріплення заготовок у патроні (для закріплювання заготовки у патроні



Рис. 1.43. ВИДАЛЕННЯ СТРУЖКИ З ВЕРСТАТА ЗА ДОПОМОГОЮ ГАЧКА (а) ТА ЩІТКИ (б)

користуватися «самовідкидним» ключем (рис. 1.42)), не застосовувати підкладок між зівом ключа з гвинтами гайки; працюючи на надійно закріпленому інструменті; при установленні різця застосовувати мінімальну кількість накладок (див. рис. 1.22); не прибирати стружку від працюючого верстата, а лише після його зупинки видаляти гачком і щіткою (рис. 1.43).

- не відрізати прутки при великому вильоті зі шпинделя; кінці прутка, що виступає, огороджувати трубчастим кожухом з неробочого боку шпинделя;

- не виконувати ніяких вимірювань універсальним вимірювальним інструментом чи калібрами на ходу верстата

Після закінчення роботи:

- вимкнути електродвигун верстата
- довести до ладу робоче місце, очистити й змастити верстат; акуратно скласти на робочому місці заготовки та деталі

Контрольні запитання на завдання

1. У чому полягає сутність токарної обробки?
2. Назвіть основні частини, елементи та кути токарного різця.
3. Що таке глибина різання, швидкість різання, продуктивність праці?
4. Що має бути на робочому місці токаря і як воно повинно бути організовано?
5. Із яких основних частин і вузлів складається верстат 16К20 та яке їх призначення?

Глава 2

ОБРОБКА ЗАГОТОВОК ТИПОВИХ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ЗОВНІШНІМИ ТА ТОРЦЕВИМИ ПОВЕРХНЯМИ

§ 2.1. Закріплення заготовок у патроні

Заготовки невеликої довжини (для деталей типу «шала», «диск», «шків» і т. п.) прикріплюють до шпинделя верстата за допомогою спеціального затискного пристрою — *самоцентрувального патрона*. Універсальний трикулачковий самоцентрувальний патрон (рис. 2.1) має три кулачки, копір одночасно сходяться до центра або розходяться від нього, забезпечуючи точне центрування заготовки та її надійне затискання. Кулачки 2 переміщуються в радіальних лазах корпусу 3 патрона. Своїми виступами на підштані кулачки заходять у канавки спіральної нарізки великого конічного зубчастого колеса («планетарки») 4, яке приводять в обертання ключем, що вставляють у гніздо одного з малих зубчастих коліс 1. По спіральній нарізці планетарки кулачки патрона рухаються до центра або від нього, відповідно закріплюючи чи звільняючи заготовку.

На пазах корпусу патрона і кулачках нанесено цифри 1, 2, 3 (або ж накернено відповідну

кількість точок). При складанні патрона кулачки вставляють у пази по черзі за зростанням цифр.

Заготовки великих діаметрів закріплюють у перевернутих кулачках (рис. 2.2). У цьому разі уступи кулачків створюють надійний упор заготовки.

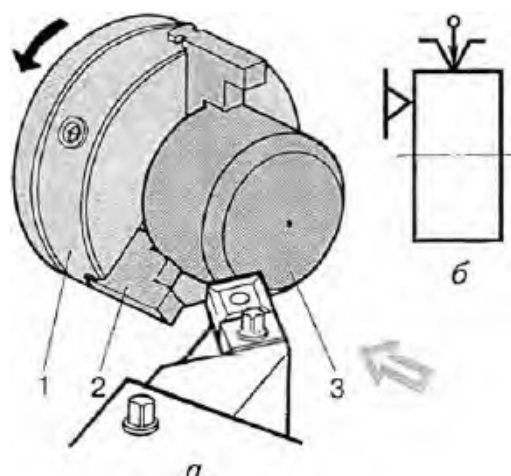


Рис. 2.2. Закріплення заготовки в перевернутих кулачках патрона

а — загальний вигляд, б — умовне позначення 1 — корпус патрона, 2 — кулачок 3 — заготовка

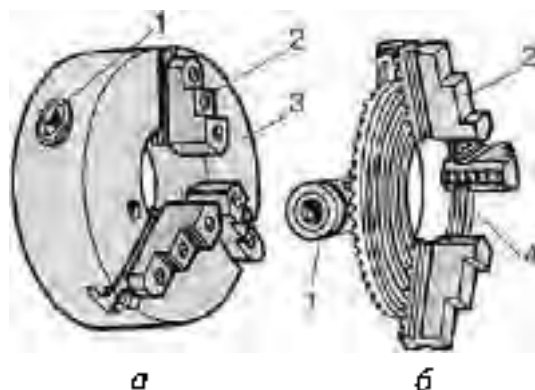


Рис. 2.1. Трикулачковий самоцентрувальний патрон

а — загальний вигляд, б — деталі патрона, 1 — конічне зубчасте колесо, 2 — кулачки, 3 — корпус, 4 — конічне колесо зі спіральною нарізкою

У сучасних верстатах (модель 16К20 та інші) планшайба патрона центрується своєю конічною розточкою по зовнішньому конусу шпинделя чотирма гвинтами з гайками через шайбу з прорізами (рис. 2.3). Фланцеве закріплення патрона забезпечує високу точність центрування й виключає самовідвинчування. Щоб замінити патрон, послаблюють чотири гайки, а шайбу повертають так, аби вікна прорізу опинилися напроці гайок: патрон у такому положенні легко знімається зі шпинделя.

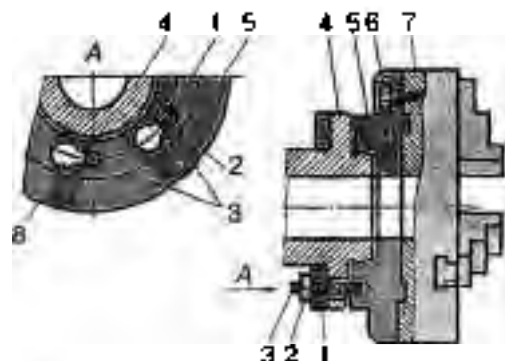


Рис. 2.3. ЗАКРІПЛЕННЯ ТОКАРНОГО ПАТРОНА З ПОСАДКОЮ НА КОНУС:

1 — шайба; 2 — гайка; 3 — різьбона шпилька; 4 — шпиндель; 5 — планшайба; 6 — гвинт; 7 — корпус патрона; 8 — вікно відрізу шайби для проходження гайки при зміні патрона (гайку учовно не показано).

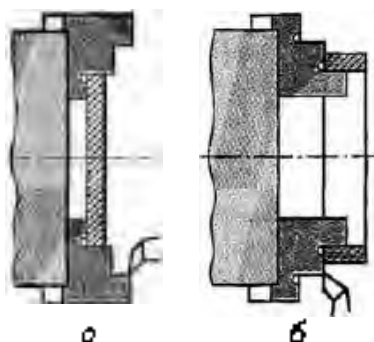


Рис. 2.4. СТАБІЛІЗАЦІЯ СИРИХ КУЛАЧКІВ ПРИ ЇХ РОЗТОЧУВАННІ ТА ОБТОЧУВАННІ

а — утворний віськ, б — утворне кільце

Робочі (затисні) поверхні кулачків спрацьовуються нерівномірно, тому рекомендують їх періодично розточувати, а для закріплення заготовок «уразнік» — обточувати. Перед розточуванням або обточуванням затисні поверхні кулачків фіксують у певному положенні, щоб люфт у місці спряження торцевої різьби планетарки з рейками підшов кулачків не впливав на точність розточування. При розточуванні кулачки можна фіксувати за допомогою диска, діаметр якого близький до потрібного діаметра розточування. Диск вставляють у патрон впритул до торця корпусу й затискають кулачками (рис. 2.4, а). Після цього губки кулачків розточують на діаметр закріплення заготовки. Для обточування кулачків застосовують також кільце (рис. 2.4, б).

На робочому місці токаря доцільно тримати два трикулачкові патрони: один для обдирних робіт, другий (з незагартованими кулачками) — для чистових. При цьому незагартовані кулачки перед обробкою партії заготовок треба розточувати або обточувати на діаметр, який відповідає діаметру поверхні, що затискається.

Токар повинен дотримуватися певних правил при експлуатації патрона:

- не застосовувати подовжувач на ручку ключа;
- не залишати ключ у патроні, оскільки це може спричинити травмування;
- при затисканні чи розтисканні заготовки не захоплювати ключ обома руками;
- періодично чистити і змащувати патрон;
- періодично перевіряти патрон на биття за допомогою індикатора за контрольним пояском, що є на зовнішній поверхні патрона (допустиме биття не перевищує 0,02 мм);
- на патроні, який зберігається в інструментальній тумбочці чи на стелажі, кулачки мають бути зведені, а центральний отвір — заткнутий ганчір'ям або пробкою і пліноплістю.

Якщо після закріплення в патроні заготовка «біє», то її слід повернути й перезакріпити, а в окремих випадках злегка постукає по ній дерев'яним молотком. Після усунення биття заготовку закріплюють остаточно.

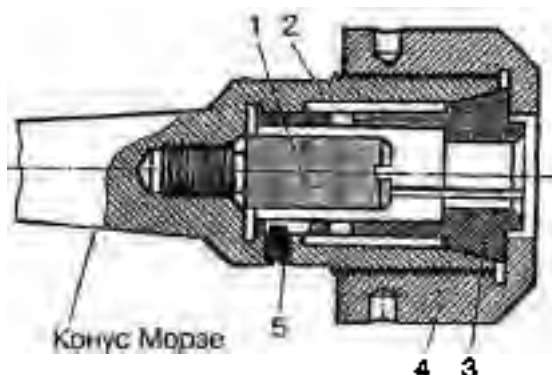


Рис. 2.5. ЦАНГОВИЙ ПАТРОН

1 — регулювальний упор; 2 — корпус; 3 — цанга; 4 — натискна лійка; 5 — гвинт

Для закріплення заготовок за попередньо оброблену поверхню застосовують цангові патрони (рис. 2.5). Цанга 3 (тонкостінна сталеві втулка з прорізами) стискається при накручуванні гайки 4 на різьбу циліндричної ділянки корпусу 2 патрона, оскільки входить у конічну розточку корпусу; внутрішня робоча поверхня цанги при цьому затискає заготовку.

§ 2.2. Закріплення заготовок у центрах

Заготовки сталі, довжина яких перевищує діаметр у п'ять разів і більше, як правило, обробляють, встановлюючи їх торцевими центровими отворами на центрі верстата (рис. 2.6). Передній центр закріплюють у шпинделі, а зад-

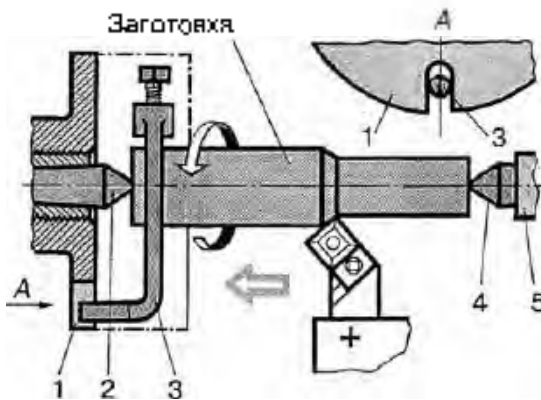


Рис. 2.6. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ У ЦЕНТРАХ
1 — шпиндель; 2 — передній центр; 3 — цанга; 4 — задній центр; 5 — діюча задньої бабки

ній — у шпинелі задньої бабки. Можливе закріплення заготовки одним кінцем у патроні, а другим — на задньому центрі (рис. 2.7).

Центрові отвори стандартизовані (рис. 2.8) типу А призначені для заготовок, після обробки яких погрєба в центрових отворах відпадає, типу В — для заготовок, котрі й при подальшій обробці закріплюються в центрах; типу К — для заготовок точних деталей (забезпечується надійний кільцевий контакт з поверхню головки центра навіть при деяких перекосах).

Звичайний (жорсткий) центр (рис. 2.9) складається з робочого конуса (головки) 1 з кутом 60° (для важких верстатів 70° або 90°) і хвостовика 3, виконаного за стандартним конусом Морзе (№ 2, 3, 4, 5, 6). Кут похилу конуса хвостовика становить $1^\circ 26'$. Для важких верстатів хвостовик центра має метричний конус: М60,

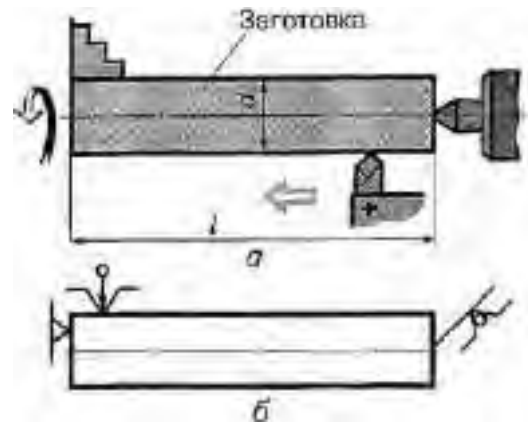


Рис. 2.7. ЗАКРІПЛЕННЯ ДОВОЇ ЗАГОТОВКИ У ПАТРОНІ З ПІДТРИМАННЯМ ЗАДІМ ЦЕНТРОМ (а); УМОВНЕ ПОЗНАЧЕННЯ (б)

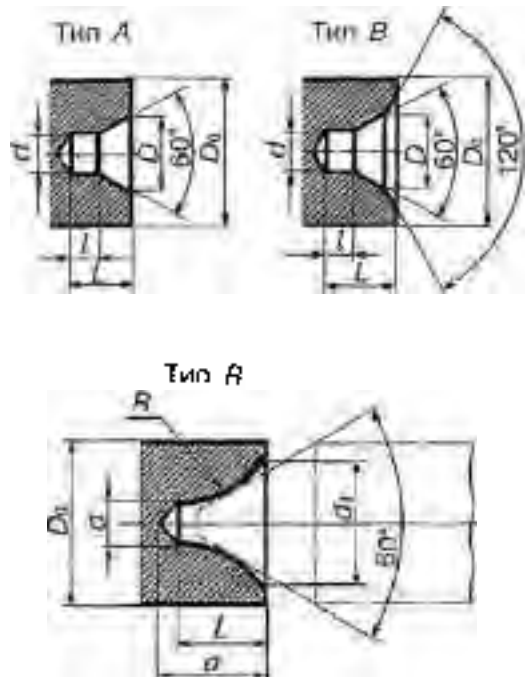


Рис. 2.8. ОСНОВНІ ТИПИ ЦЕНТРОВИХ ОТВОРІВ

М100 або М120 з кутом похилу $1^\circ 30'$. Центр виготовляють із вуглецевої інструментальної сталі й загартовують.

Жорсткий задній центр використовують при порівняно невеликій частоті обертання шпинделя (до 120 об/хв). Для зменшення тертя у циліндричну частину центрального отвору заготовки вводять густе мастило, яке від нагрівання роз-

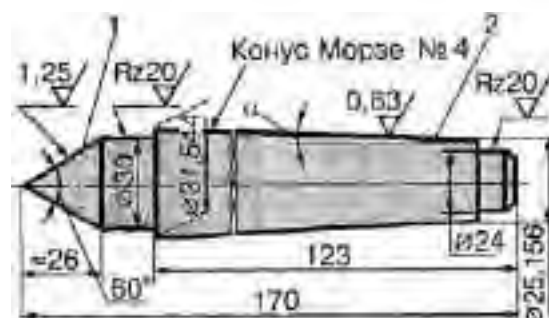


Рис. 2.9. ЖОРСТКИЙ ЦЕНТР

1 — робочий конус, 2 — хвостовик

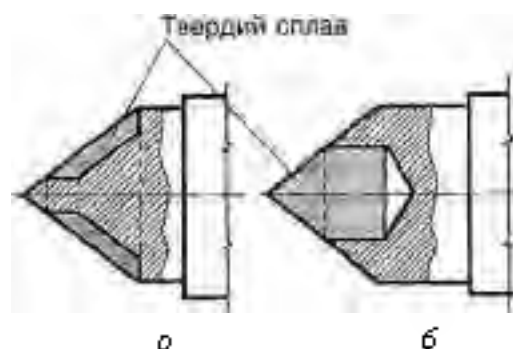


Рис. 2.10. ЦЕНТР. ГОЛОВКА ЯКОГО ОСНАЩЕНА ТВЕРДИМ СПЛАВОМ

а — з напівциліндричними пластинами; б — з планним стержнем

м'якшується й змашує головку центра. Аби зменшити спрацювання, головку центра оснащують твердим сплавом (рис. 2.10).

При високій частоті обертання шпинделя застосовують обертовий задній центр (рис. 2.11). Шпиндель центра встановлюють у підшипники

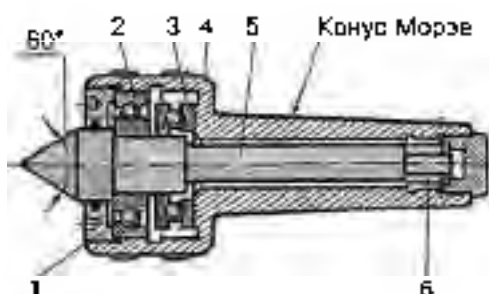


Рис. 2.11. ОБЕРТОВИЙ ЦЕНТР ДЛЯ ЛЕГКИХ РАДІАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

1 — крышка, 2 — радіальний підшипник, 3 — упорник підшипника, 4 — корпус з хвостовиком, 5 — центр, 6 — голчастий підшипник

ки: осьове навантаження сприймають упорний підшипник 3 і задній голчастий підшипник 7, а радіальне — радіальний підшипник 2. Кришка 1 вкручується в корпус 4 і упирається в торць зовнішнього кільця радіального підшипника, що дає змогу регулювати зазор. Фетрові ущільнювачі в кришці захищають підшипники від забруднення й не дають мастилу витікати.

Для передачі обертання від шпинделя до заготовки, встановленої в центрах, слугують повзкові пристрої. Найпростіший із них — токарний хомутик (рис. 2.12). Обертаючись разом зі шпинделем, планшайба 1 повідком (пальцем) затягує за собою

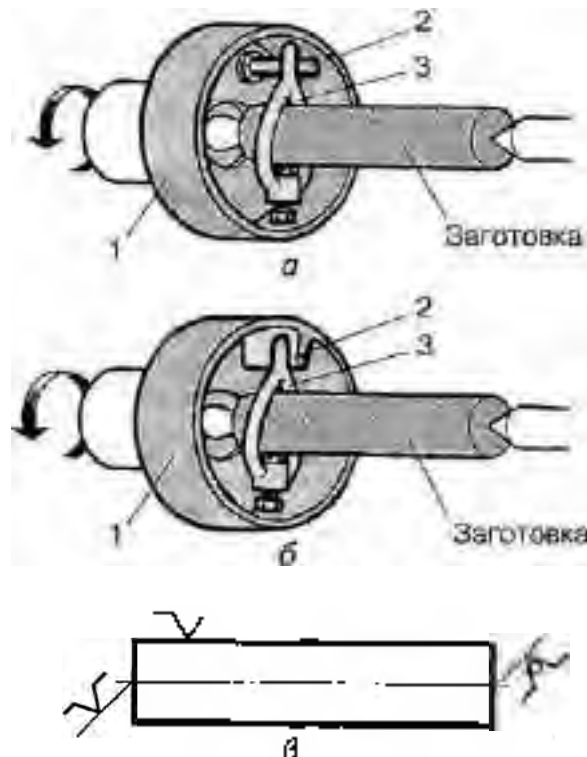


Рис. 2.12. ПЕРЕДАЧА ОБЕРТАННЯ НА ЗАГОТОВКУ ЗА ДОПОМОГОЮ ХОМУТИКА

а — лопаткова планшайба з повідком-пальцем; б — порідкова планшайба з повідком-планкою, в — умовне позначення, 1 — лопаткова планшайба; 2 — повідок; 3 — хомутик

в обертання хомутика 3, а разом із ним — установлену в центрах заготовку. Застосовують також хомутик з відгнутим хвостовиком, котрий входить у радіальний паз планшайби (див. рис. 2.6).

Заради безпеки планшайба має бути захищена кожухом (див. рис. 2.12). Щоб при чистовому обточуванні не пошкодити гвинтом хомутика поверхні заготовки, що затискається, на

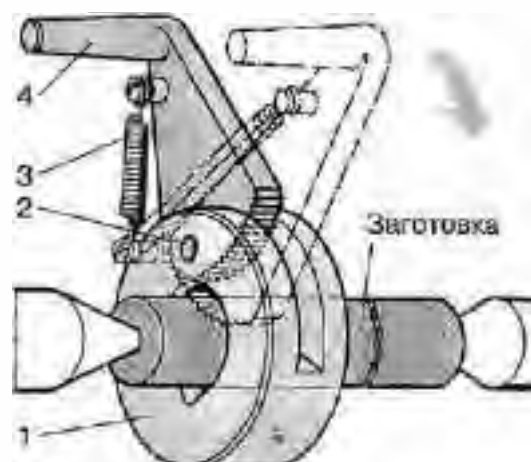


Рис. 2.13. САМОЗАТИСКИЙ ПОВІДКОВИЙ ХОМУТИК:

1 — кільце; 2 — осі; 3 — пружина; 4 — поводок

неї надівають розрізну штулку або ж під гвинт підкладають гумову шайбу

Надівання та зняття хомутка вибирає багато часу, тому раціональніше використати само-затисний повідковий хомутки (рис. 2.13). Основною деталлю такого хомутка є кільце 1 і поводок 4 з робочою рифленою поверхнею, виконаною за спіраллю Архімеда. Кільце надягають на зацентровану заготовку, яку встановлюють у центрі. Пружина 3 підтискує робочу поверхню повідка до заготовки. Повертання заготовки вручну примушує рифлі робочої поверхні повідка ще глибше заглибитися в поверхню заготовки. При виїзжанні обертання шпинделя рі-

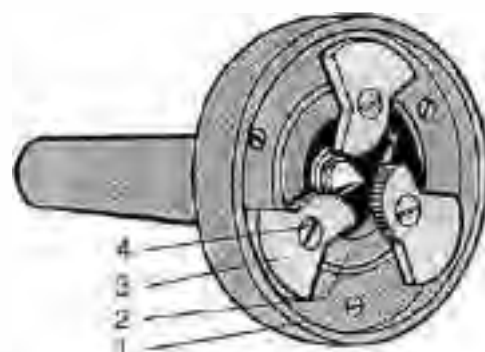


Рис. 2.14. САМОЗАТИСКИЙ ПОВІДКОВИЙ ПАТРОН:

1 — планшайба; 2 — «плаваюче» кільце; 3 — кулачок; 4 — вісь кулачка

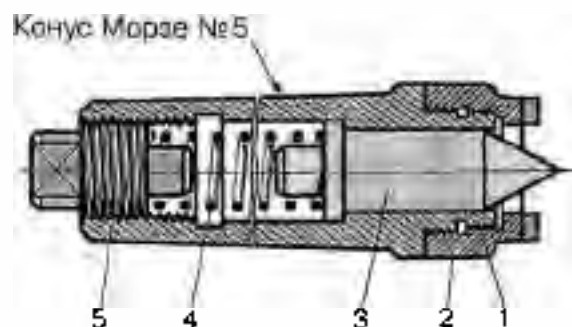


Рис. 2.15. ПОВІДКОВА ОПРАВКА:

1 — корпус оправки з конічним хвостовиком; 2 — торцева шайба з торцевими зубцями; 3 — плаваючий центр; 4 — пружина; 5 — регулювальний гвинт пружини

зень притильмовує заготовку, тому повідковий лалець планшайби затягує поводок із кільцем в обертання, а поводок примушує обертатися й заготовку. Чим більше навантаження на різець, тим більше гальмується заготовка, рифлі глибше вдаються у поверхню заготовки, й затискування заготовки хомутком стає надійнішим. Знімають хомутки поворотом заготовки вручну в зворотний бік.

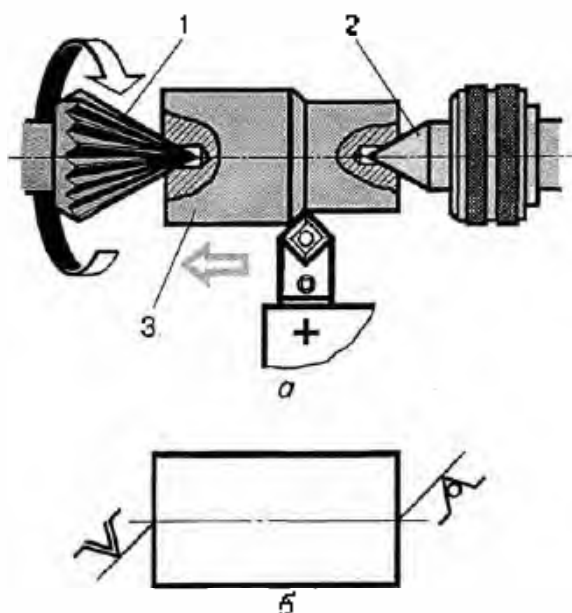


Рис. 2.16. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОВІДКОВОГО ЦЕНТРА «ЙОРЖА» (а), УМОВНЕ ПОЗНАЧЕННЯ (б)

1 — центр «йорж»; 2 — задній обертовий центр; 3 — заготовка

Більш раціональною є передача обертально-го руху від шпинделя на заготовку *повідковим самозатискним патрону* з ексцентриковими кулачками (рис. 2.14). Наявність «плаваючого» кільця 2, на якому розташовані осі 4 кулачків 3, дає змогу закріплювати заготовку з нерівною зовнішньою поверхнею, наприклад поховку (конструкція токаря новатора В. К. Семинського, м. Київ).

Широко застосовується також *повідкова оправка* (рис. 2.15), яка затягує заготовку в обертання зубцями, що розташовані на робочому торці. Заготовка підтискується до зубців центром задньої бабки.

При напівчистовій обробці валиків діаметром до 30 мм за поводок править *рифлений центр «йорж»* (рис. 2.16).

Валики невеликого діаметра закріплюються *повідком терти* — «чаркою» — без вимикання верстата (рис. 2.17, а). Заготовка підтискується до «йоржа» чи до «чарки» обертаним заднім центром і затягується в обертання. Валики ді-

аметром до 15 мм можна закріплювати в зворотних центрах; на заготовках заздалегідь проточують торцеві конуси під кутом 60° (рис. 2.17, б).

Оскільки завжди існує деяка розбіжність довжин центрових отворів партії заготовок, то при встановленні в центрах заготовки зміщуються (з більш глибоким центровим отвором — ближче до передньої бабки, а з менш глибоким — ближче до задньої бабки). Тому обробка при налагодженні верстата з подачею до упору призводить до коливань довжин східців на різних деталях партії. Щоб забезпечити ідентичність довжин східців на всіх деталях партії, застосовують *передній плаваючий (підпружинений) центр* (рис. 2.18). В осьовому отворі оправки 3, яка встановлюється в кінцевій розточці шпин-

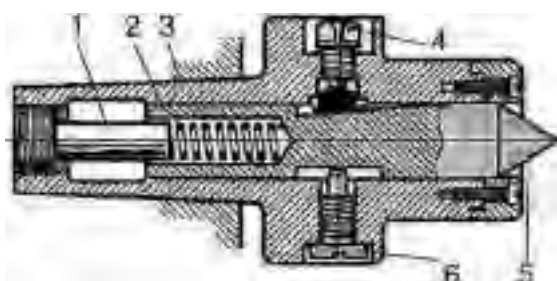


Рис. 2.18. ПЛАВАЮЧИЙ ЦЕНТР

1 — упорний гвинт; 2 — пружина; 3 — корпус; 4 — гвинт-стопор; 5 — центр; 6 — гвинт-шпонка

деля, вільно переміщується центр 5, підтиснутий пружиною 2. Зусилля підтискування регулюють гвинтом 1, а гвинт 6 виконує роль шпонки. Заготовка, підтиснута заднім центром, упирається в торцьову оправку. Пружина вводить центр у центровий отвір заготовки й центрує її. Залежно від глибини центрового отвору заготовка затягується глибше в оправку чи виходить із неї.

§ 2.3. Обробка валів

Серед деталей із зовнішніми циліндричними і торцевими поверхнями найбільше застосовуються деталі класу валів, типовим представником яких є східчастий вал.

Для обробки східчастого вала, що має кілька ділянок різних діаметра й довжини, верстат налагоджують на першій заготовці за допомогою пробних робочих ходів (проходів) окремо для кожного східця. Поділки лімба гвинта попередніх положень супорта, що відповідають ді-

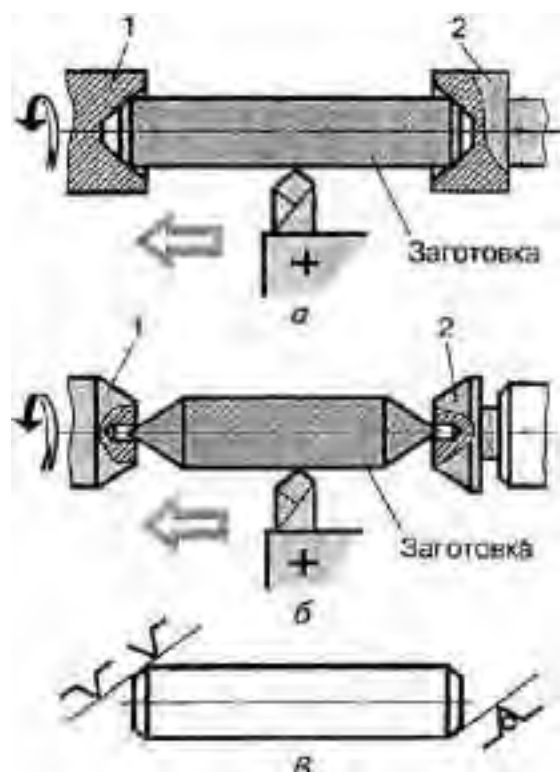


Рис. 2.17. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ В ЗВОРОТНИХ ЦЕНТРАХ (ПОВІДКАХ ТЕРТЯ)

а — встановлення по фасках; б — встановлення по торцевим конусам; в — встановлення по торцевим конусам; 1 — передній центр; 2 — задній обертаний центр

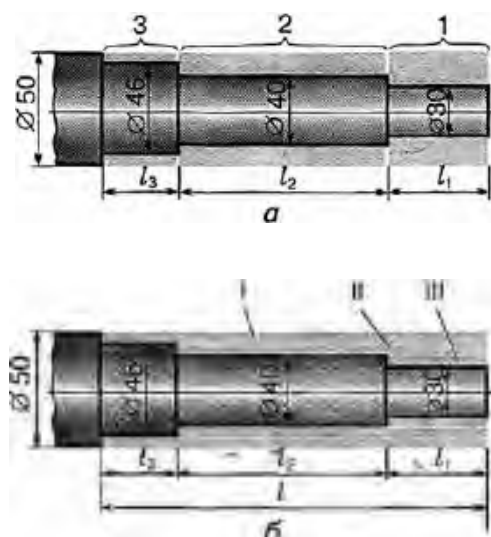


Рис. 2.19. Схеми обточування східчастого вала:

а — з розподілом припуску по довжині (1, 2, 3 — ділянки), б — з розподілом припуску по глибині (I, II, III — робочі ходи)

метру кожного східця, запам'ятовують або записують. За цими даними обробляють усю партію деталей без пробних робочих ходів.

Схему обточування східчастого вала, за якої усього припуск поділяють на відрізки, наведено на рис. 2.19, а. Сумарний шлях переміщення різця $l_{\text{сум}}$, мм, при цьому дорівнює сумі довжин східців:

$$l_{\text{сум}} = l_1 + l_2 + l_3.$$

За іншою схемою, припуск поділяють по глибині різання й зрізують за кілька робочих ходів (рис. 2.19, б). При цьому сумарний шлях переміщення різця становить

$$l_{\text{сум}} = (l_1 + l_2 + l_3) \cdot (l_1 + l_2) + l_1 = 3l_1 + 2l_2 + l_3.$$

Робота за такою схемою характерна для обробки нежорстких заготовок, але вона менш продуктивна.

Довжину східців контролюють за допомогою штангенциркуля з висувним глибиноміром (типу ШЦ-І), штангенглибиноміра, лінійки або шаблона (рис. 2.20). Сучасні токарні верстати мають лімб поздовжньої подачі з ціною поділки 1 мм, за допомогою якого теж можна контролювати шлях поздовжнього переміщення різця й відводити різець у той момент, коли дабуто потрібну довжину східця.

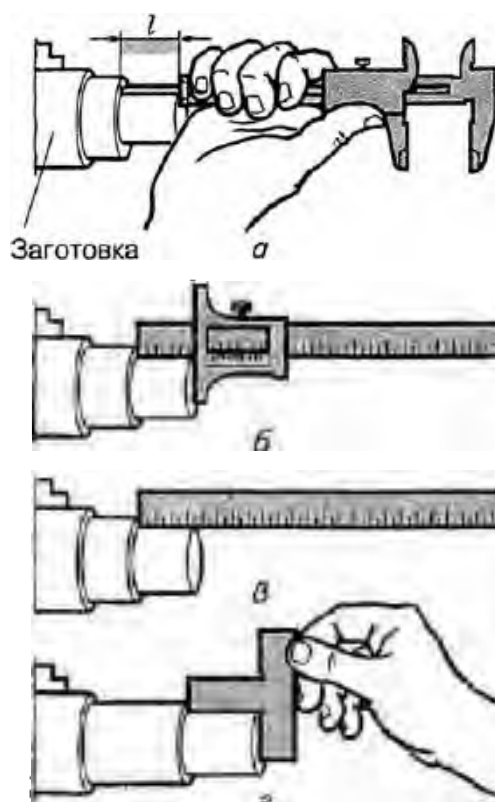


Рис. 2.20. Контроль довжини східців східчастого вала за допомогою:

а — штангенциркуля ШЦ-І, б — штангенглибиноміра, в — лінійки; г — шаблона; д — контрольований розмір

Партію східчастих валів доцільно обробляти по поздовжньому упору, що закріплюється на передній напрямній станині (рис. 2.21). Проточивши першу (пробну) заготовку на потрібну довжину, токар виникає верстат і, не відводячи супорта, закріплює упор на станині таким чином, щоб він торкнувся лівої бічної грані каретки супорта. Після цього всі заготовки, які обробляють із переміщенням супорта до упору, матимуть однакову довжину обточуваних східців. Механічну подачу виключають при підході супорта до упору на відстань 1...2 мм, і далі доводять його до кінця (до потрібного розміру) ручною подачею.

Для запобігання поздовжньому зміщенню заготовок, які кріпляться в патроні, їх слід упирати в уступи кулачків (рис. 2.22) або ж в торець гвинта шпиндельного упора (рис. 2.23). Перпендикулярність робочого торця гвинта шпин-

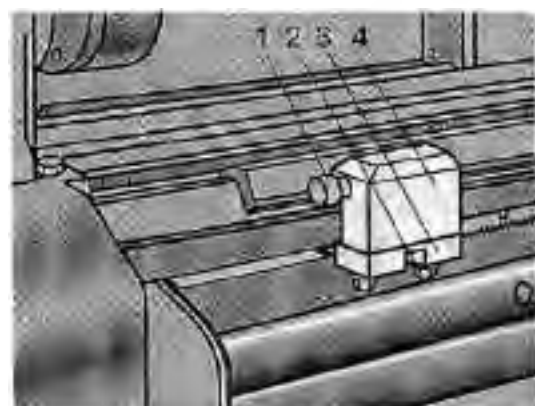


Рис. 2.21. ПОЗДОВЖНІЙ УПОР НА НАПРЯМНІЙ СТАНИНІ:

1 — регулювальний упорний гвинт; 2 — гвинт; 3 — притискна планка; 4 — хвостик

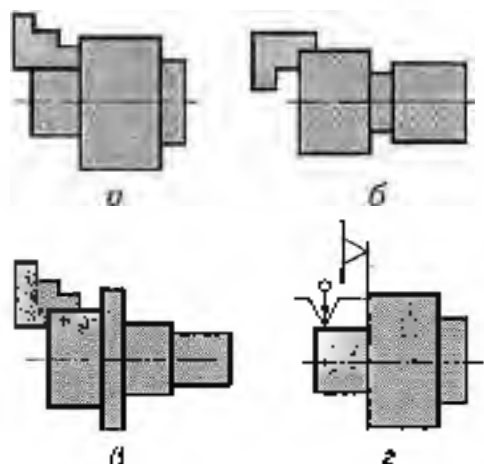


Рис. 2.22. ВИКОРИСТАННЯ КУЛАЧКІВ ЯК УПОРІВ
а — упор в кулачок; б — упор з уступу кулачка; в — упор у шпильку (для «сиріх» кулачків); г — умовне позначення

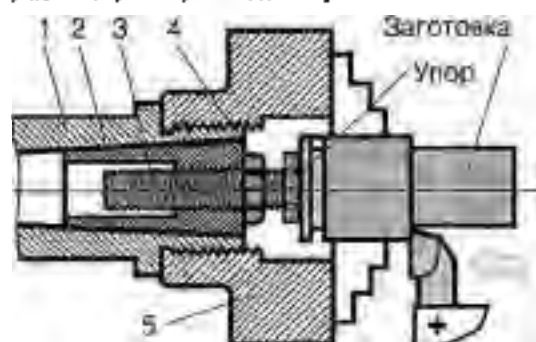


Рис. 2.23. ШПИНДЕЛЬНИЙ УПОР

1 — шпindel, 2 — конусна шпилька, 3 — гвинт упору, 4 — контргайка; 5 — патрон

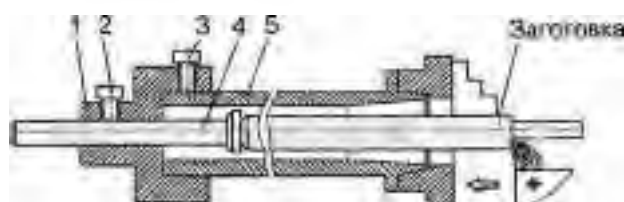


Рис. 2.24. ВИКОРИСТАННЯ УПОРНОЇ ШТАНГИ

1 — шпindel, 2, 3 — гвинти, 4 — штанга, 5 — шпindel

дальнього упору до осі шпинделя забезпечується підрізуванням після установлення в шпинделі.

Довгі заготовки з пруткового прокату можна упирати необроблюваним кінцем в упорну штангу (рис. 2.24).

При обробці заготовок деталей з кількома східцями, крім упору, використовують мірні обмежувачі, за які правлять набори мірних плиток або ж спеціальні мірні планки.

Схему налагодження верстата для обточування східчастого вала по упору з обмежниками довжини наведено на рис. 2.25. Перший східець на довжину l_1 обточують з подачею супорта безпосередньо до упору; другий східець — на дов-



Рис. 2.25. СХЕМА НАЛАГОДЖУВАННЯ ВЕРСТАТА НА ОБТОЧУВАННЯ СХІДЧАСТОГО ВАЛА ПО УПОРУ

1 — плануючий центр; 2 — упор; 3 — регулювальний гвинт; 4 — обмежники довжини

жину l_1 до обмежника довжини, довжина якого дорівнює $l_1 - l_2$; третій східець l_3 — до обмежника довжини, довжина якого дорівнює $l_1 - l_2$; четвертий l_4 — до обмежника довжини завдовжки $l_1 - l_2$.

Сталість діаметрів східців партії валів досягається за допомогою поперечних упорів: неру-

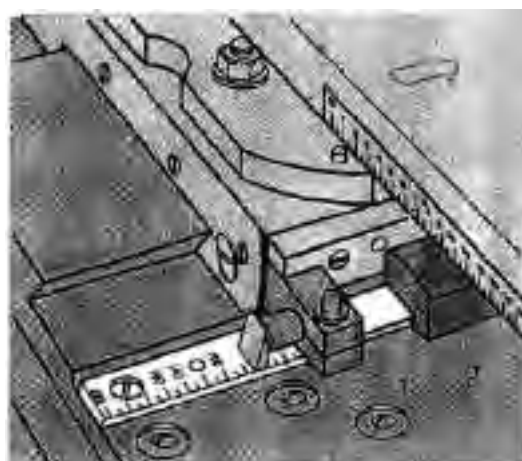


Рис. 2.26. ПОПЕРЕЧНІ УПОРИ ВЕРСТАТА 16Х20

1 — на поперечних полозках супорта; 2 — нерухомий на каретці

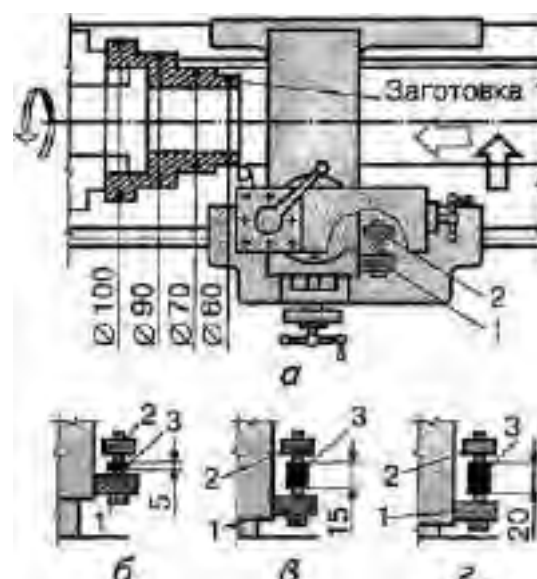


Рис. 2.27. СХЕМА ОБРОБКИ СХІДЧАСТОГО ВАЛА ЗА ПОПЕРЕЧНИМ УПОРОМ З ПОПЕРЕЧНИМИ ОБМЕЖНИКАМИ НАЛАГОДЖЕННЯ ДЛЯ ОБТОЧУВАННЯ СХІДЦІВ

а — $\varnothing 60$; б — $\varnothing 70$; в — $\varnothing 90$; г — $\varnothing 100$; 1 — упор на поперечних полозках супорта; 2 — нерухомий упор на каретці; 3 — мірна плітка — поперечний обмежник

хомого, що закріплюється на каретці супорта, і рухомого, що закріплюється на поперечних полозках супорта (рис. 2.26). Приклад налагодження токарного верстата на роботу з попере-

чним упором і поперечними обмежниками наведено на рис. 2.27.

В отвір рухомого поперечного упора можна вставляти індикатор (див. рис. 2.26), який дає змогу контролювати глибину різання з точністю до 0,01.

§ 2.4. Обробка дисків

Через невелику довжину (товщину) диска виникають труднощі, пов'язані із закріпленням його на верстаті. Найбільш трудомісткою є обробка торцевих поверхонь дисків: за технічними умовами здебільшого торці мають бути перпендикулярними до осі отвору і взаємно паралельними.

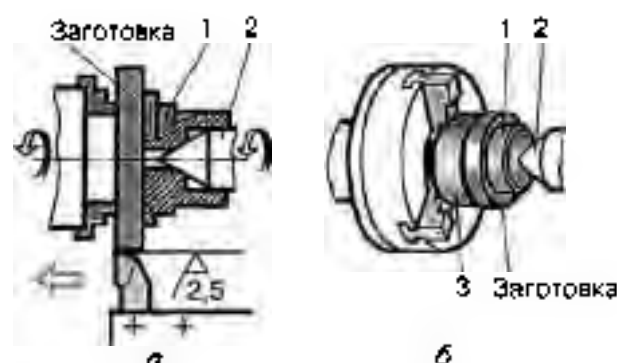


Рис. 2.28. КРІПЛЕННЯ ДИСКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИТИСКАЧА ТЕРТЯ

а — упор у кулачки патрона; б — упор в оправку; 1 — притискач; 2 — центр; 3 — оправка

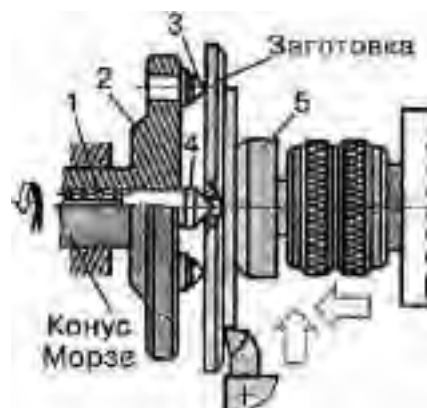


Рис. 2.29. ТЕХНОЛОГІЧНА ОПРАВКА ЗІ ШТИРЯМИ
1 — пружина; 2 — оправка; 3 — штир; 4 — плаваючий центр; 5 — грибок обертювий центр

В одиничному виробництві диски невеликих діаметрів (до 200 мм) відрізають із прокату кругового перерізу. Відрізний диск закріплюють у патроні (в сирих розточних кулачках) і обробляють другий торець.

Диски великого діаметра виготовляють з одиничних заготовок, відрізаних від прокату в заготівельних відділеннях, відкованих (відштампованих) або вирізаних азетилено-кисневим чи плазмовим різакм зі сталевото прокату. В окремих випадках використовують литі заготовки деталей типу дисків (фланці, кришки, шхіїни і т. д.) Одиничні заготовки обробляють за два установи (коли партія велика — за дві самостійні операції). Спочатку заготовку закріплюють у кулачках патрона, підрізають торець і обточують до кулачків. Потім оброблену повер-

хню заготовки затискують в розточених кулачках патрона, підрізають другий торець і обточують необроблену ділянку зовнішньої поверхні.

Для особливо точної обробки зовнішньої поверхні вводять додаткову операцію чистового обточування. При цьому диск закріплюють притискачем тертя, насадженим на задній обертовий центр (рис. 2.28).

Застосовують також технологічну оправку із затискними загостреними штирями, в які упирається заготовка диска, підтримана заднім центром (рис. 2.29). Плаваючий центр центрує заготовку.

Для правильної орієнтації заготовки в її торці заздалегідь просвердлюють центрувальний отвір.

Контрольні запитання та завдання

1. Як працює трикулачковий токарний патрон? Назвіть його основні частини.
2. Для чого призначений і як побудований плаваючий центр?
3. Як контролюють довжину шхіїни стінчастого вала?
4. Яким правилом повинні керуватися токар (верстатник) при посадці патрона?
5. Як закріплюють заготовку в центрах?

Глава 3

ОБРОБКА ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ З ВНУТРІШНІМИ ЦИЛІНДРИЧНИМИ ПОВЕРХНЯМИ

§ 3.1. Загальні відомості про деталі з отворами. Контроль отворів

У багатьох деталях машин важливими елементами конструкції є отвори. Через отвори деталі з'єднуються гвинтами чи болтами.

Циліндричні отвори слугують робочими порожнинами деталей, насосів, компресорів. Застосовують їх і для підведення мастила або охолоджувальної рідини. До отворів ставляться різні вимоги щодо точності, прямолінійності осей, правильності геометричної форми, шорсткості поверхні та ін. За формою розрізняють циліндричні отвори, *гладенькі, східчасті й канавкові*, а також *наскрізні й глухі* (рис. 3.1).

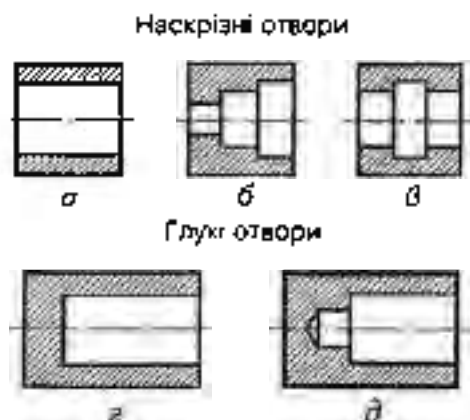


Рис. 3.1. ВИДИ ОТВОРІВ:

а — сквозной; б — глухой (а — гладенький; б — с канавкой; в — с пазом); в — с канавкой; г — с пазом

Діаметри отворів контролюють за допомогою штангенциркулів ШЦ-I з точністю вимірювання до 0,1 мм, ШЦ-II з точністю 0,005 мм. При вимірюванні штангенциркулем ШЦ-II слід враховувати товщину губок $D = A + 2b$ (рис. 3.2, а). Отвори діаметром 120 мм та більше

вимірюють за допомогою мікрометричного нутриміра з точністю до 0,01 мм (рис. 3.2, б).

Глибокі отвори великого діаметра (наприклад, порожнини циліндрів, двигунів) контролюють за допомогою індикаторного мікроміра з точністю 0,01 мм (рис. 3.2, в). Нутримір попередньо настроюють за мікрометром або еталонним кільцем.

У серійному та масовому виробництві отвори контролюють за допомогою граничних калибрів-пробок (рис. 3.3, а).



Рис. 3.2. СПОСОБИ КОНТРОЛЮ ДІАМЕТРА ОТВОРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ

а — штангенциркуля; б — мікрометричного нутриміра (мікрометричного нутриміра); в — індикаторного мікроміра

Для контролю отворів діаметром 80 мм і більше застосовують зрізані однобічні пробки (рис. 3.3, б) або пластинчасті (рис. 3.3, в). Такі пробки легкі, за їх допомогою можна виявити овальність отвору, якщо контроль виконувати у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

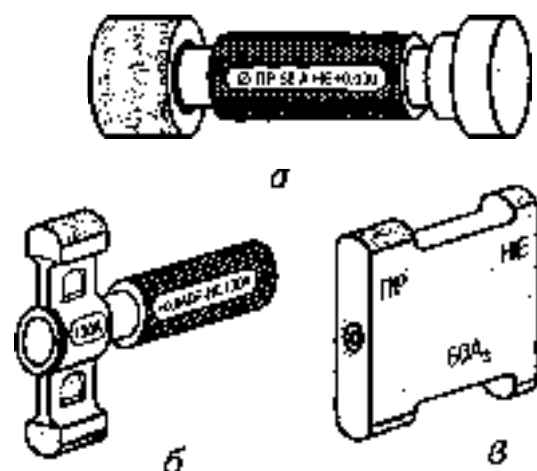


Рис. 3.3. ГРАНИЧНІ КАЛИБРИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ОТВОРІВ.

а — однобічний; б — двобічний; в — пластинчастий

Перед контролем отвір очищають від стружки й протирають (обов'язково при повільній зупинці обертання шпинделя).

Калибри-пробки зберігають у вертикальному стані або укладають на панелях із пінопласту. Калибри слід оберегати від дотикання до металевих предметів та паціння.

§ 3.2. Свердла

Отвори в суцільному металі утворюють свердлінням. Саме свердління забезпечує точність розмірів отвору до 12-го класу та шорсткість до 3—4-го класів.

Основним інструментом для свердління є спіральне (гвинтове) свердло (рис. 3.4). Свердло складається з робочої частини, шийки й хвостовика. Торець свердла, на якому розташовані дві різальні кромки, називається *різальною частиною*.

Робочу частину свердла виготовляють з інструментальної сталі, а шийку й хвостовик — із конструкційної; обидві частини з'єднуються

зварюванням. Дрібні ж свердла, як правило, суцільні.

Свердло, кут між різальними кромками якого $2\varphi = 118 \dots 120^\circ$, призначено для обробки сталі та чавуну. Для обробки інших матеріалів значення кута 2φ вказано на рис. 3.5.



Рис. 3.4. ЧАСТИНИ Й ЕЛЕМЕНТИ СПІРАЛЬНОГО СВЕРДЛА:

φ — кут нахилу поперечної кромки; ω — кут нахилу гвинтової канавки; 2φ — кут при вершині

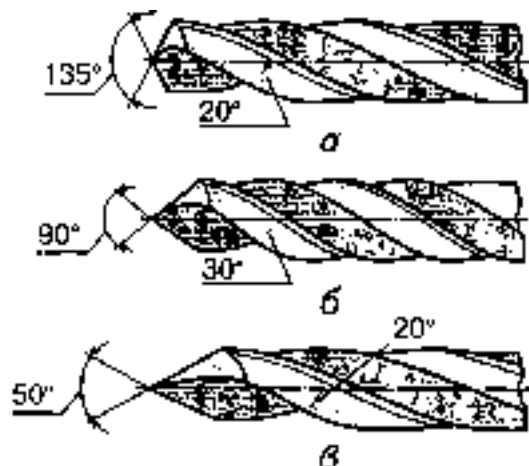


Рис. 3.5. СВЕРДЛА ЗІ СПЕЦІАЛЬНОЮ ЗАТОЧКОЮ ДЛЯ ОБРОБКИ.

а — твердого чавуну й нержавіючої сталі, б — легких сплавів, в — пластмас

На робочій частині свердла є два спіральних пера, з'єднаних перемичкою. По зовнішній поверхні шліфуються вузькі напівпрямі *спірічки*. Між перами розташовані спіральні *канавки*. Одна зі стінок канавки утворює передню поверхню різального клина свердла. Канавки слугують для підведення змащувально-охолоджувальної рідини до різальних кромки і відведення стружки з отвору. Кут нахилу гвинтових канавок до осі свердла $\psi = 20..30^\circ$. Торці пер, що виступають за різальну частину, називаються *затилками*. На перетині затилків з перемичкою є поперечна кромка, яка утворює кут $\varphi = 55^\circ$ з різальними кромками.

Затилкам перед заточуванням надають криволінійної форми, що забезпечує сталий нахил різального клина по всій довжині різальної кромки свердла. При заточуванні свердло притискають до шліфувального круга й одночасно обертають. Високопродуктивне й точне заточування свердел здійснюють на спеціальних свердлозаточувальних верстатах (рис. 3.6). Під час заточування спеціальними шаблонами контролюють кут 2φ , кут 60° на різальному клині й кут нахилу поперечної кромки $\varphi = 55^\circ$, а також довжину різальних кромки (рис. 3.7).

Для зменшення опору різанню під час свердління свердла діаметром понад 12 мм підточують по перемичці вузьким шліфувальним кругом (форма НП на рис. 3.8, а). Ділянки різальних кромки на периферії свердла працюють в



Рис. 3.6. СХЕМА ЗАТОЧУВАННЯ СВЕРДЛА НА СВЕРДЛОЗАТОЧУВАЛЬНОМУ ВЕРСТАТІ

1 — заточувальний круг; 2 — заточувальний зістрий; 3 — свердло

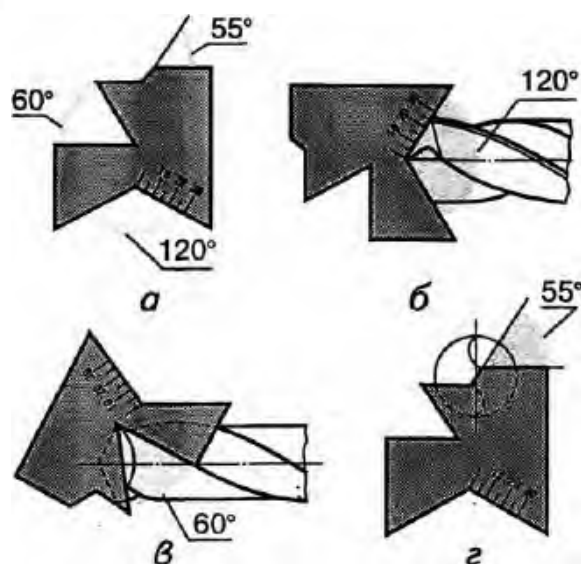


Рис. 3.7. СХЕМА КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРІЇ СВЕРДЛА ШАБЛОНАМИ

умовах найвищої швидкості різання, де через невелику масу логано відводять тепло, що може спричинити перегрівання свердла (і навіть заклинювання його в отворі). Поліпшення умов роботи свердла великого діаметра досягають подвійним заточуванням затилків (форма ШІ на рис. 3.8, б). Поєднання подвійного заточування з підточуванням перемички підвищує стійкість свердла вдвоє. Щоб забезпечити надійне ламання стружки при свердлінні в'язких сталей, на затилках свердел заточують вузькі стружкодавні канавки.

Робочу частину свердла виготовляють з інструментальної сталі, а шийку й хвостовик — із конструкційної, обидві частини з'єднуються зварюванням. Дрібні ж свердла, як правило, суцільні.



Рис. 3.8. ФОРМИ РАЦІОНАЛЬНОГО ПІДТОЧУВАННЯ СВЕРДЛА

а — однізна з підточеною перемичкою (НП); б — подвійна з підточеною перемичкою (ДП)

Свердління твердого матеріалу виконують свердлами, оснащеними пластинкою або ж коронкою з твердого сплаву (рис. 3.9, а). Твердосплавні свердла діаметром до 8 мм виготовляють суцільними й упаковують їх у сталевий хвостовик (рис. 3.9, а).

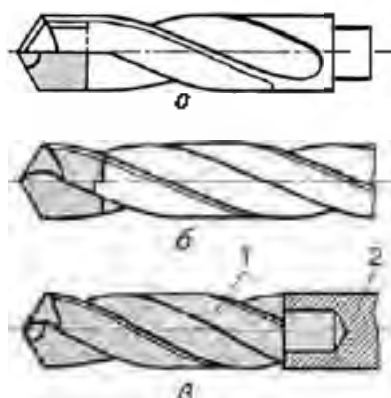


Рис. 3.9. ТИВЕРДОСПЛАВНІ СВЕРДЛА.

а — зі впадкою пластинкою; б — з припаяною коронкою; в — суцільне твердосплавне, 1 — робоча частина, 2 — хвостовик

Для закріплення свердла в пінолі задньої бабки або ж у спеціальній державці слугує хвостовик, який може мати циліндричну або конічну форму. Конічні хвостовики виконують за стандартом (конус Морзе № 1, 2, 3, 4, 5) з кутом похилу конуса $1^{\circ}26'$, що запобігає його прокручуванню. Якщо конус хвостовика свердла відрізняється за розміром (номером) від конусного отвору пінолі задньої бабки, то застосовують перехідні втулки (рис. 3.10).

Свердла з циліндричними хвостовиками закріплюють за допомогою свердлильного патрона

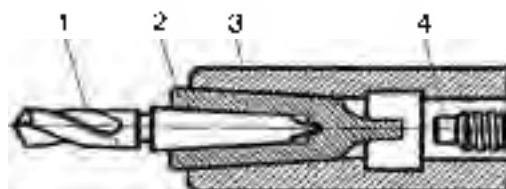


Рис. 3.10. ЗАКРІПЛЕННЯ СВЕРДЛА ЗА ДОПОМОГОЮ ПЕРЕХІДНОЇ ВТУЛКИ

1 — свердло, 2 — перехідна втулка; 3 — піноль, 4 — шпилька пінолі

на (рис. 3.11): у похилих пазах корпусу 4 патрона розміщені три кулачки 1 із зовнішньою різьбою. На різьбу навірчується гайка 2, що зв'язана з обоймою 3, котра обертається зубчастим ключем, який вставляють в отвір корпусу. Гайка, діючи на різьбу кулачків, примушує їх переміщуватися по похилих пазах корпусу і при цьому сходяться, закріплюючи свердло, або ж розходяться, звільняючи його.

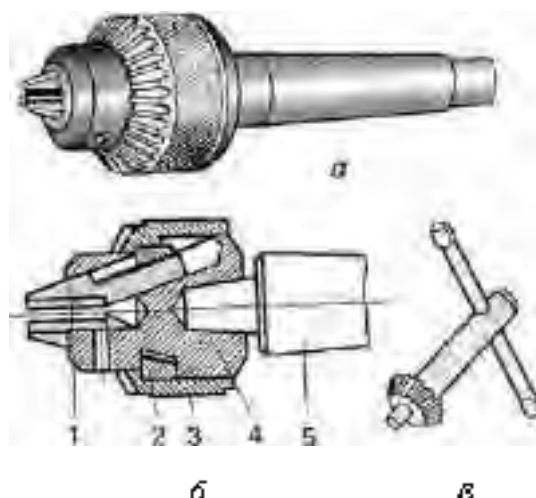


Рис. 3.11. ПАТРОН ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ СВЕРДЛА. а — загальний вигляд; б — розріз (1 — кулачок; 2 — кільце (гайка) з різьбою, 3 — обойма; 4 — корпус, 5 — хвостовик); в — ключ

§ 3.3. Свердління отворів на токарному верстаті

Під час свердління на токарному верстаті свердло, закріплене в пінолі задньої бабки, подають до деталі, що кріпиться в патроні, вручну — обертанням маховичка (без будь-яких додаткових важелів). Для верстата 16К20 максимальний діаметр свердління по сталі становить 25 мм, по чавуну — 28 мм (рис. 3.12). Проте свердління отворів таким свершлом малопродуктивне й утомливе для робітника. Тому до комплектів деяких сучасних верстатів (наприклад, 16К20, КАЗ80) додають спеціальну державку для свердел, яка встановлюється в позиції різьбистримача (рис. 3.13). Оси свердла та шпинделя суміщуються переміщенням поперечних полоз-

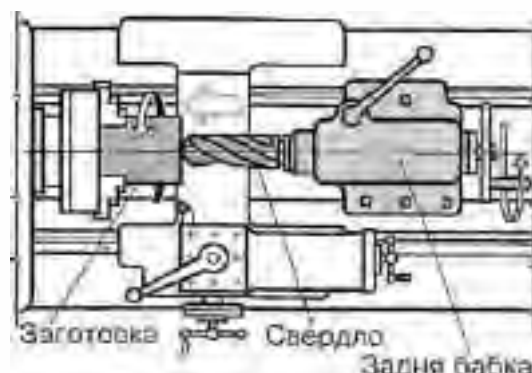


Рис. 3.12. СВЕРДЛІННЯ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ ПОДАЧЕЮ ВРУЧНУ

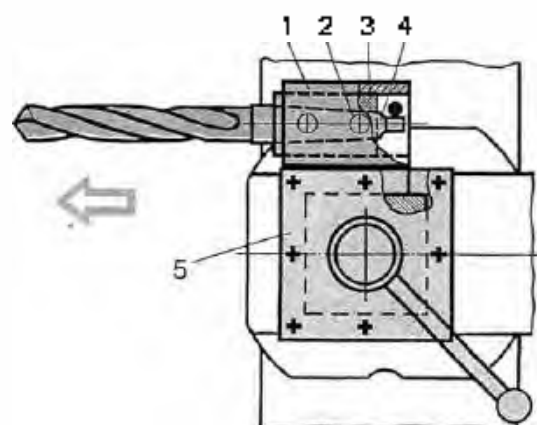


Рис. 3.13. ДЕРЖАВКА ДЛЯ СТЕРЖНЕВИХ ІНСТРУМЕНТІВ (ВЕРСТАТ 16К20)

1 — державка, 2 — стопорний штифт втулки, 3 — штифт з інструментальним конусним отвором; 4 — хвостовик інструмента; 5 — розштримач

ків супорта до візира з рискою на каретці (рис. 3.13). За допомогою цієї державки здійснюють автоматичну подачу свердла.

Така державка може бути виготовлена і для будь-якого верстата, на якому обробляється посадочний отвір. Під пазом розштримача, в якому закріплюють заготовку державки, ставлять мітку для того, щоб надати державку завжди встановлювалася в цій позиції, що забезпечує необхідну співвісність.

Деякі верстати мають пристрій для прив'язування супорта до задньої бабки. Задня бабка зі свердлом рухається разом із супортом, тобто рух подачі відбувається автоматично (рис. 3.14).

Для загобівання зміщення свердла на початку свердління торець заготовки засвердлю-

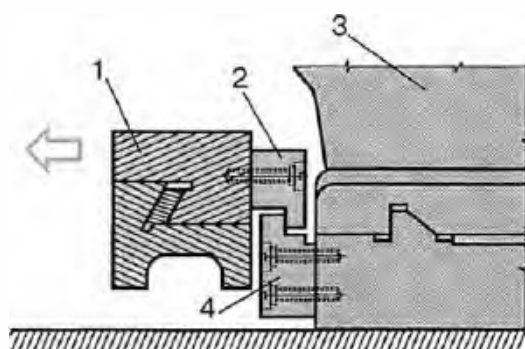


Рис. 3.14. ПРИВ'ЯЗКА СУПОРТА ДО ЗАДНЬОЇ БАБКИ:

1 — поперечні балки супорта; 2 — замок каретки супорта, 3 — задня бабка, 4 — замок задньої бабки

ють коротким свердлом (рис. 3.15), діаметр якого перевищує розміри отворів, що мають присверлюватися. Важливо, щоб перед свердлінням торець заготовки був підрізаний, тобто перпендикулярний до осі.

Охолоджувальна рідина під час свердління на токарному верстаті має подаватися безпосередньо в отвір, що обробляється.

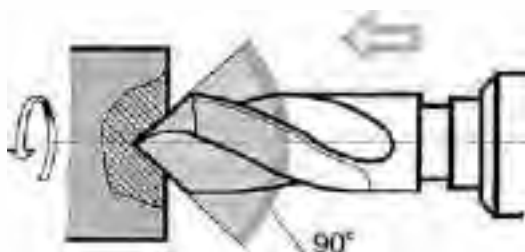


Рис. 3.15. ЗАСВЕРДЛЮВАННЯ ТОРЦЯ ЗАГОТОВКИ

Задану довжину свердління (глибину отвору) контролюють під час роботи за поділками на лінолі або за крайньою міткою на свердлі, за допомогою обмежувальної втулки (рис. 3.16, а), чи індикаторного пристрою, що закріплюється на лінолі (рис. 3.16, б). Індикатор настраюють за еталонною легаллю, він забезпечує точність контролю глибини отвору до 0,01 мм.

На практиці часто доводиться свердлити глибокі отвори, довжина яких перевищує діаметр у п'ять разів й більше (наприклад, наскрізний осевий отвір у шпінделі токарного верстата, осеві отвори в прокатних валках та ін.). Це так зване глибоке свердління. Для свердлін-

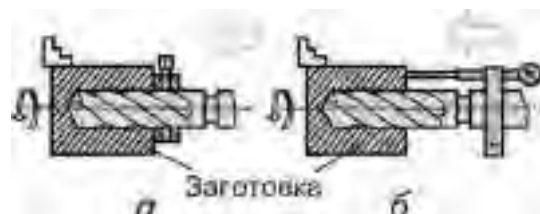


Рис. 3.16. КОНТРОЛЬ ГЛИБИНИ ОТВОРУ ПІД ЧАС СВЕРДЛІННЯ.

а — за допомогою обмежувачної шпильки, б — за індикатором

ня глибоких отворів застосовують особливі свердла: однокромкові, «гарматні», шнекові та чотиристрічкові.

Гарматне свердло (рис. 3.17, а) зручно спрямовується в отвір завдяки делікій поверхні стикання його спинки з оброблюваною поверхнею отвору. Змащувально-охолоджувальна рідина від насоса надходить у спеціальний патрон, а звідти — до різальної кромки через наскрізний канал у свердлі, охолоджує різальну кромку і примусово видаляє стружку.

Шнекове свердло (рис. 3.17, б) має положисті спіральні канавки, завдяки чому збільшується загальна поверхня стикання з отвором напрямних стрічок на спинках пер. Серцевину свердла збільшено, оскільки діаметр його робочої частини рівномірно зменшується до хвостовика на 0,04–0,1 мм на кожних 100 мм довжини інструмента.

Чотири однакових стрічки **чотиристрічкового свердла** (рис. 3.17, в) забезпечують збільшене й рівномірне підвищення теплоти свердла, а також задовільне напруження свердла в отвір.

Для запобігання зміщенню свердла під час глибокого свердління, а також для очищення його від стружки та охолодження інструмент необхідно час від часу виводити з отвору. Довжина (глибина) отвору поділяється на відрізки, довжина яких не перевищує чотирьох діаметрів свердла. Так, наприклад, при діаметрі свердла 10 мм і глибині отвору 120 мм слід передбачити два проміжних виведення свердла, а саме через 40 і 80 мм робочого ходу.

Рекомендується свердлити глибокі отвори спочатку коротким (а отже, й більш жорстким) свердлом, а потім — довгим. Прискорює виведення свердла з глибокого отвору спеціальна «байонетна» оправка (рис. 3.18).



Рис. 3.17. СВЕРДЛА ДЛЯ ГЛИБОКОГО СВЕРДЛІННЯ

а — однокромкове («гарматне»), б — шнекове, в — чотиристрічкове

Через різке зменшення зусилля опору свердління в момент виходу поперечної кромки свердла миттєво подається вперед, знімання металу зростає, що може призвести до поломки інструмента, тому перед закінченням свердління слід зменшити подачу, а при механічній подачі — вимкнути її й перейти на ручну. Отвори великого діаметра (30 мм і більше) обробляють послідовно двома свердлами: спочатку працюють свердлом меншого діаметра, а потім розсвердлюють отвір на більший діаметр.

Отвори великого діаметра в суцільному металі виконують кльовим свердлом — метод «трепанування» (замість свердління й багаторазового розточування). Таке свердло становить трубку з різальними зубами на торш (рис. 3.19). Утворений стержень (хвосток) потрапляє всередину свердла.

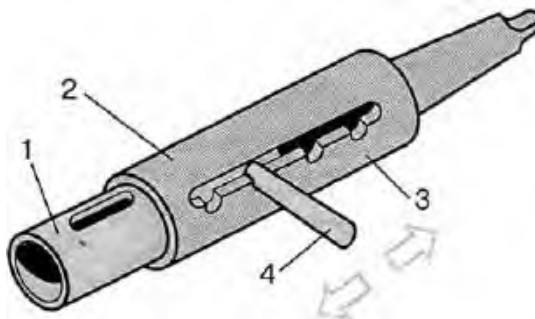


Рис. 3.18. БАЙОНЕТНА ОПРАВКА ДЛЯ ГЛИБОКОГО СВЕРДЛІННЯ.

1 — циниль, 2 — корпус, 3 — проріз, 4 — зухватка

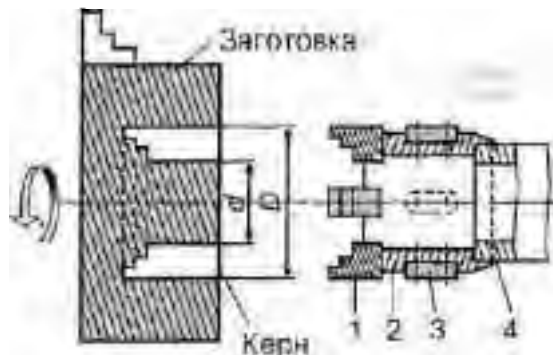


Рис. 3.19. СВЕРДЛО ДЛЯ КІЛЬЦЕВОГО СВЕРДЛІННЯ

1 — ніж, 2 — корінки, 3 — нарізні холодки, 4 — штанга

При свердлінні отворів малих діаметрів (до 8 мм) на токарному верстаті (особливо твердосплавними свердлами) частота обертання шпинделя має дорівнювати максимальній зі стандартних коробок швидкостей верстата. Потрібно: відносно частоти обертання можна досягти протилежним самою свердла, закріпленого в цинилі задньої бабки, за допомогою спеціального пристрою з окремим електродвигуном.

Подачу й швидкість різання при свердлінні добирають за довідником залежно від конкретних умов.

§ 3.4. Розточування отворів на токарному верстаті

Поширена токарна операція — розточування виконується для збільшення діаметра й забезпечення високої точності розміру зашлі-

сід просвердлених отворів або отворів, утворених під час лиття чи кування заготовок. Розточування — це найбільш універсальний спосіб обробки отворів, оскільки не вимагає спеціальних інструментів. Розточуванням досягається точність до 8—10-го квалітетів і шорсткості 6 го класу, причому положення осі отвору можна поправити.

Розточувальні різці бувають *прохідні* (для наскрізних отворів) (рис. 3.20, а) та *упорні* (для глухих отворів) (рис. 3.20, б). Розточувальні різці закріплюють у різьблених паралельно осі заготовок. Щоб головка різця «вписувалася» в оброблюваний отвір, задній кут розточувального різця беруть більшим, ніж у різці для зовнішнього точіння ($\alpha = 12 \dots 16^\circ$).

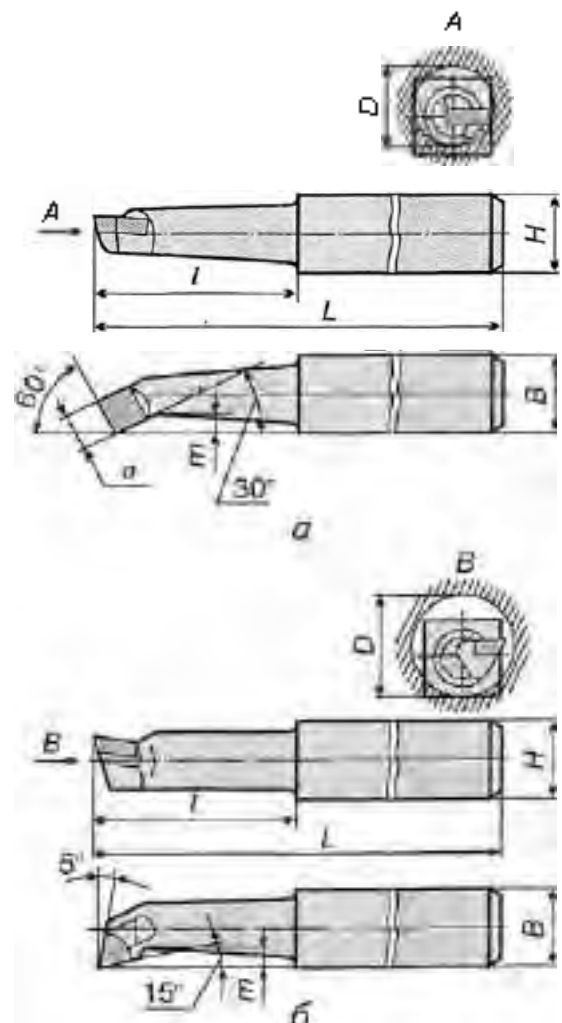


Рис. 3.20. РОЗТОЧУВАЛЬНІ РІЗЦІ

а — для наскрізних отворів; б — для глухих отворів

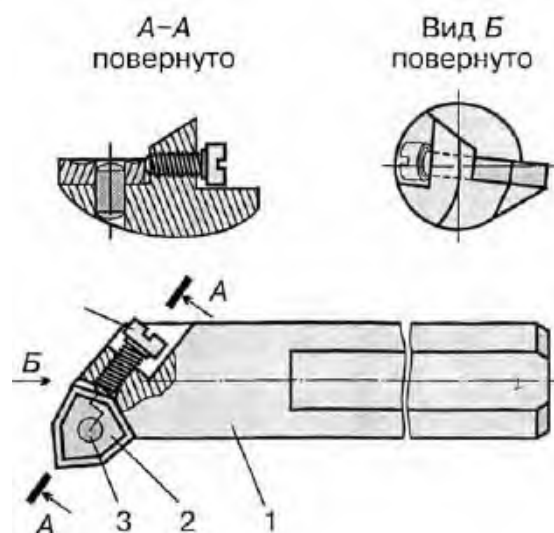


Рис. 3.21. Розточувальний різець з механічним кріпленням трикромкової непереточної пластинки з твердого сплаву

1 — державка, 2 — пластинка з твердого сплаву; 3 — штифт, 4 — гвинт

Розточувальний упорний різець із механічним кріпленням трикромкової непереточної пластинки з твердого сплаву зображено на рис. 3.21.

Отвори діаметром понад 40 мм, як правило, розточують розточувальними різцями, які закріплюють у державці. Рациональну конструкцію універсальної розточувальної державки з регулюванням вильотом подано на рис. 3.22. Державку 4 закріплюють у допоміжному тримачі 1, встановленому в різетримачі супорта. Різець кріпиться у державці за допомогою штирвела (стержня), що проходить по осьовому отвору державки. На державці профрезеровано канавку (похил 1:300), по якій змащувально-охолоджувальна рідинна потрапляє безпосередньо на різець. Цю державку використовують також при виточуванні внутрішніх канавок, нарізуванні внутрішньої різьби, застосовуючи відповідні різці.

Для розточування використовують також двокромковий інструмент — розточувальну пластину, розмір якої дорівнює діаметру оброблюваного отвору (див. рис. 3.22). За допомогою пластини дістають отвір правильної циліндричної форми за один робочий хід, оскільки зусилля, що діють із двох боків, взаємно зрівноважуються. Мірні розточувальні

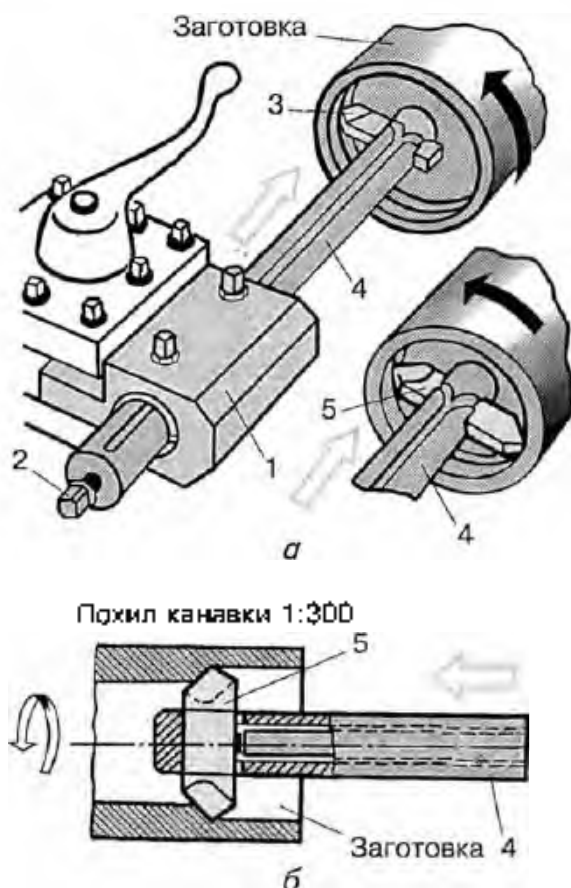


Рис. 3.22. Універсальна розточувальна державка до токарного верстата:

а — розточування проходним різцем; б — розточування мірною пластинкою; 1 — допоміжний тримач; 2 — гвинт; 3 — проходний різець, 4 — державка; 5 — мірна розточувальна пластинка

пластини бувають суцільними (зі швидкорізальної сталі) й катодними, оснащеними пластинками з твердого сплаву. Високу ефективність розточування забезпечують розточувальні пластини з двома чотирьохкромковими пластинками з твердого сплаву (рис. 3.23). Розточувальну пластину закріплюють у гнізді розточувальної державки (див. рис. 3.22).

Розточування отворів за умов надважких режимів успішно виконують за допомогою розточувальних різців конструкції В. К. Семинського з жорсткою державкою квадратного перерізу (рис. 3.24). Різець кріпиться в призмах, виліт регулюється висуванням державки з призм.

Задану глибину розточуваного отвору контролюють за допомогою штангенглибиноміра,

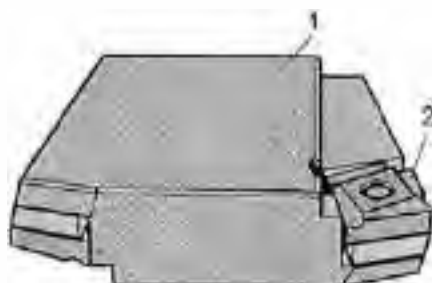


Рис. 3.23. МІРНА РОЗТОЧУВАЛЬНА ПЛАСТИНА З МЕХАНІЧНИМ КРІПЛЕННЯМ ЧОТИРИКРОМКОВИХ ПЛАСТИНОК З ТВЕРДОГО СПЛАВУ

1 — корпус; 2 — пластина з твердого сплаву

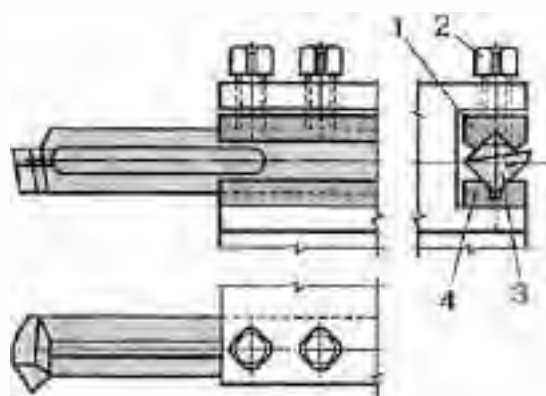


Рис. 3.24. ЖОРСТКИЙ РОЗТОЧУВАЛЬНИЙ РІЗЕЦЬ В. К. СЕМІНСЬКОГО

1 — притискальна планка; 2 — болт різьблений; 3 — різець; 4 — підкладка-призма

лінійки чи шаблона або ж лімба позовжньої подачі. Для покращення контролю глибини отвору на різці наносять риску; допомагає також металева планка (плоский упор) чи планка з роликом, закріплена в різьбимачі (рис. 3.25, а).

Точність діаметра розточенного отвору забезпечується пробними проходками з вимірюванням штангенциркулем або налагодженням за лімбом поперечної подачі, за лінійкою поперечних полозків супорта, за поперечним упором. Рекомендовані режими розточення подано в довіднику [2].

Внутрішні торці та уступи підрізають розточувальним упорним різцем при поперечній подачі (до центра). Для цього різець повинен мати головний кут у плані понад 90° (наприклад, 95°), тоді при підрізуванні торця (дна) отвору чи уступу фактичний головний кут у плані становить 5° (рис. 3.26)

Внутрішні канавки бувають прямокутні, трапецієдні й фасонні (як правило, радіусні). Для проточування їх застосовують різці суцільні й вставні (державкові). Геометрія робочої частини внутрішнього канавкового різця така ж сама, як і в прорізних зовнішніх різцях (рис. 3.27). При виточуванні канавки зону обробки токар бачити не може, тому має користуватися лімбами та упорами.

Широку внутрішню канавку (виточку) обробляють за кілька візів різця на глибину

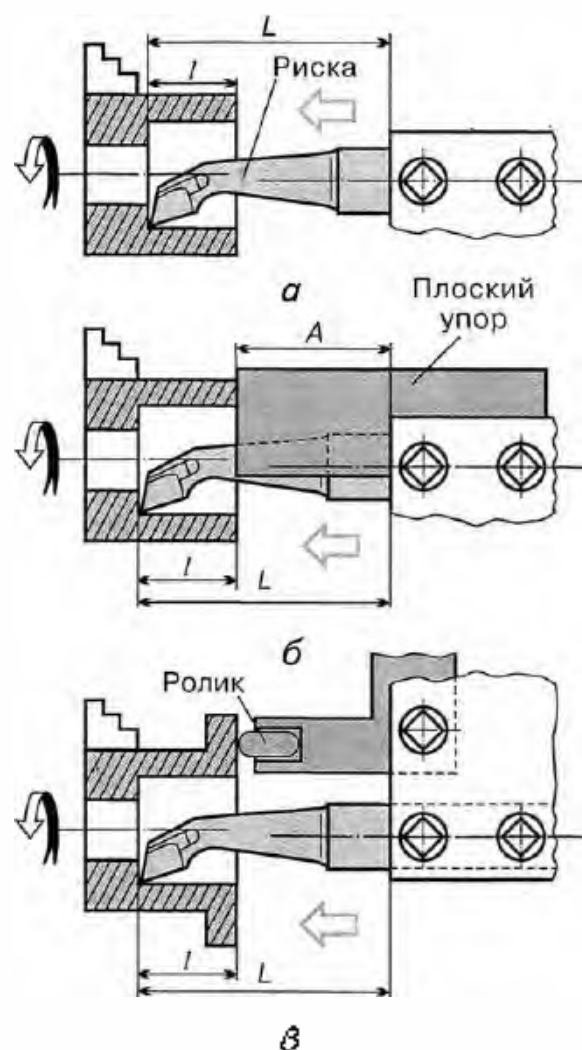


Рис. 3.25. КОНТРОЛЬ ГЛИБИНИ ОТВОРУ В ПРОЦЕСІ РОЗТОЧУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ:

а — риски на різці; б — плоского упору; в — роликового упору. L — шліфт різця; l — глибина розточування

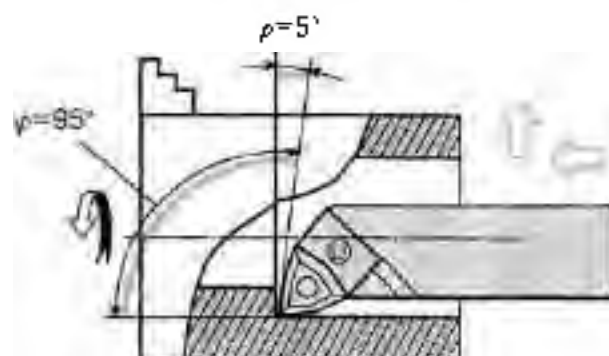


Рис. 3.26. КУТИ В ПЛАНІ ПРИ РОБОТІ РОЗТОЧУВАЛЬНИМ УПІРНИМ РІЗЦЕМ.

$\varphi = 95^\circ$ — при поздовжній подачі, $\rho = 5^\circ$ — при поперечній подачі

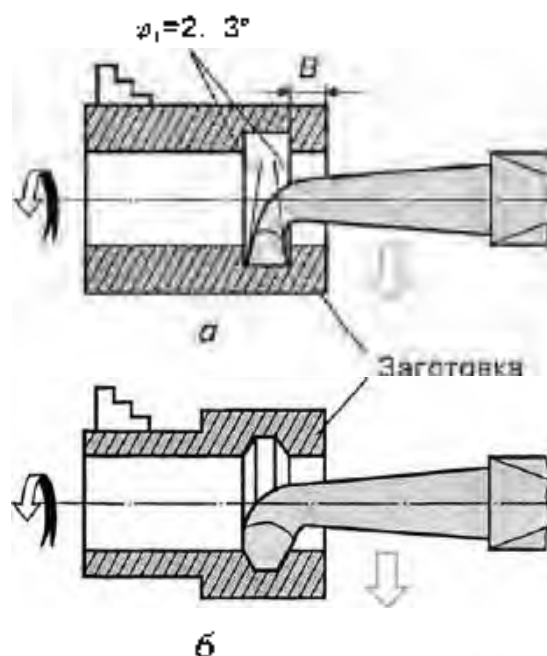


Рис. 3.27. ВИТОЧУВАННЯ ВНУТРІШНІХ КАНАВОК: а — припокутию; б — трапецієвидної (підсальних)

канавки поперечною подачею та зачищенням утвореного дна поздовжньою подачею. Ширину канавки в отворі та відстань від торця заготовки до канавки або ж від торця до уступу (довжину виточки) контролюють за допомогою лінійки, штангенциркуля, шаблонів (рис. 3.28). Діаметр виточок вимірюють за допомогою штангенцир-

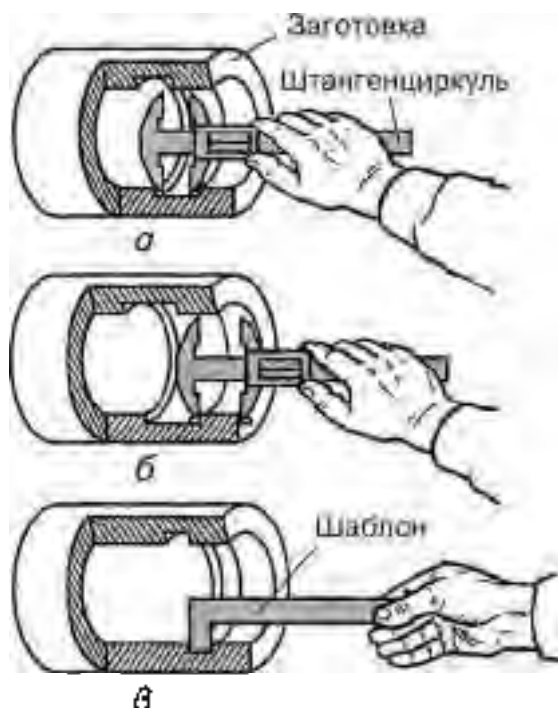


Рис. 3.28. КОНТРОЛЬ ВНУТРІШНІХ КАНАВОК І ВИТОЧОК:

а, б — відповідно ширини виточки в шдтані до виточки штангенциркулем, в — ширину виточки шаблоном

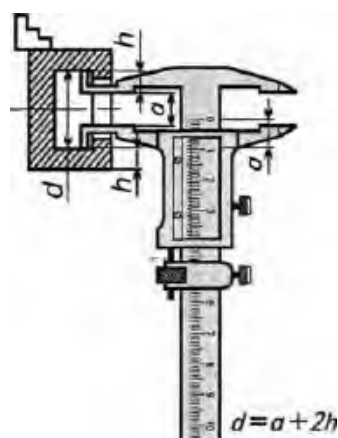


Рис. 3.29. КОНТРОЛЬ ДІАМЕТРА ВИТОЧКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТАНГЕНЦИРКУЛЯ ЗІ СПЕЦІАЛЬНИМИ ГУБКАМИ

куля зі спеціальними губками (рис. 3.29). до прочитаного на ноніусі розміру A додають подвоєну ширину ніжок b .

§ 3.5. Зенкерування та розгортання отворів

Просвердлені отвори або отвори у відливках чи поковках зенкують, досягаючи при цьому точності обробки до 9-го класу та ступеня шорсткості поверхні 6-го класу. Інструмент для зенкерування — **зенкер** — не виправляє осі отвору: якщо до зенкерування отвір має биття відносно осі, то й після зенкерування воно залишається. Розрізняють зенкери *хвостові й насадні, суцільні й складні* (зі вставними ножами). *швидкохідальні й твердосплавні* (рис. 3.30), а за кількістю працюючих пер — *три- та чотирьохперові* (рідше використовують п'ятиперові зенкери, їх ще називають «ножами»).

У практиці часто застосовують комбінований інструмент — **свердло-зенкер** (рис. 3.31).

Зенкери закріплюють за допомогою конічного хвостовика в пінолі задньої бабки або в державці, що подається до різцетримача. Припуск на зенкерування беруть 0,5...2 мм на бік залежно від діаметра отвору.

Подача для зенкерів зі швидкохідальної сталі становить 0,3...1,2 мм/об, для твердосплавних — 0,4...1,5 мм/об; швидкість різання при цьому становить відповідно 25...35 та 60...200 м/хв.

Для обробки фасок і внутрішніх конічних заглиблень («потаснів») застосовують **зенківку**, яка, на відміну від зенкера, є багатолезовою, тому забезпечує шорсткість поверхні 7-го класу (рис. 3.32). Стандартні зенківки виготовляють з кутом робочої частини, що становить 45°, 60°, 75°, 120°.

Для тонкої чистової обробки отворів застосовують багатолезові розмірні інструменти — **розвертки**, що забезпечують точність 6...10-го класу та шорсткість 8–9-го класу. Як і при зенкеруванні, розвертанням не можна усунути «биття» отвору, що залишилося від попередньої обробки.

Розрізняють розвертки: *слюсарні* (ручні) й *верстатні* (машинні) (рис. 3.33), *хвостові та насадні, суцільні й складні* (зі вставними ножами). Застосовують також *регульовані* (установочні) розвертки, розмір яких можна незначно змінювати. Високу стійкість мають розвертки з твердого сплаву.

Суцільна розвертка має робочу частину, шийку й хвостовик. У машинної розвертки хвостовик конічний (конус Морзе), у ручної — циліндричний з квадратом під воріток. Насадка

розвертки (рис. 3.33, в) має конусний отвір для закріплення на оправі.

На робочій частині розвертки розрізняють такі елементи: **напрямний конус**, який полегшує введення розвертки в отвір, **різальну части-**

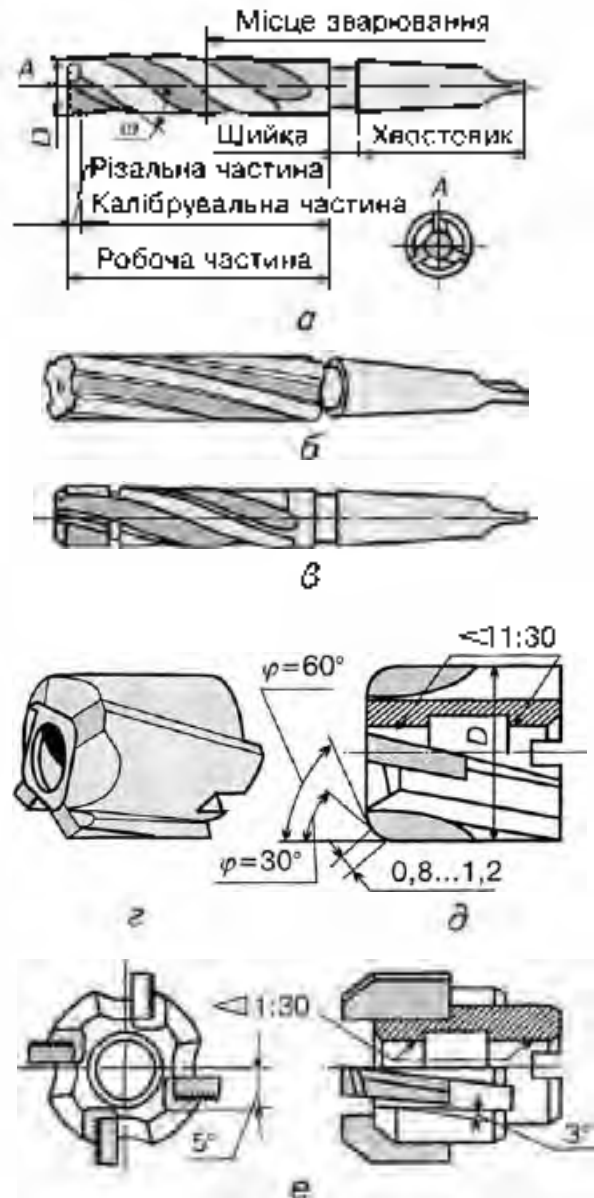


Рис. 3.30. ЗЕНКЕРИ.

а — конструкцій, б — чотирьохперовий суцільний швидкохідальний, в — твердосплавний, г — насадний швидкохідальний, д — насадний твердосплавний, е — насадний зі вставними ножами

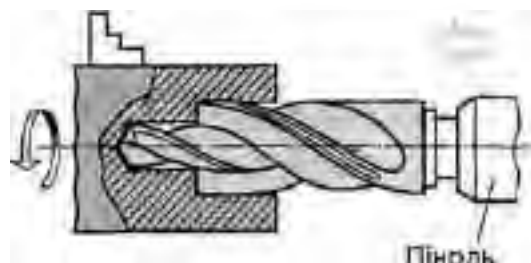


Рис. 3.31. СВЕРДЛО-ЗЕНКЕР

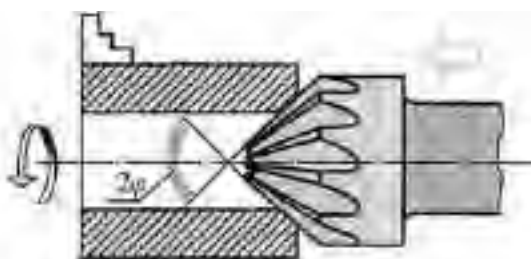


Рис. 3.32. ЗЕНКУВАННЯ ФАСКИ ОТВОРУ

ну («забірний конус») та калібрувальну (рис. 3.34).

Геометрія розвертки. Головний кут у штані ϕ на різальній частині становить $4...6^\circ$ для обробки чавуну і $12...15^\circ$ — для обробки сталі (при розвертванні наскрізних отворів). Зубці на різальній частині гостро заточені; калібрувальна частина має вузькі шліфовані стрічки завширшки $0,05...0,3$ мм. Діаметр розвертки, який вимірюють за допомогою стрічок протилежних зубців, відповідає діаметру оброблюваного отвору. Для полегшення введення розвертки з отвору на стрічках калібрувальної частини шліфують зворотний конус; при цьому діаметр у напрямі до хвостовика зменшується на $0,04...0,1$ мм.

Геометрію зубців на різальній та калібрувальній частинах зображено на рис. 3.34. Кутівий крок між зубцями розвертки роблять нерівномірним (рис. 3.35). Якщо розвертка має, наприклад, 12 зубців, то центральний кут становить не 30° , а 33° , $33^\circ 30'$, 36° ; $37^\circ 30'$; 39° . До того ж кожна пара протилежних зубців повинна розташовуватися на одному діаметрі, що важливо для контролю розвертання. Нерівномірність кутів кроку сприяє гасінню вібрацій та отриманню отвору без огранування

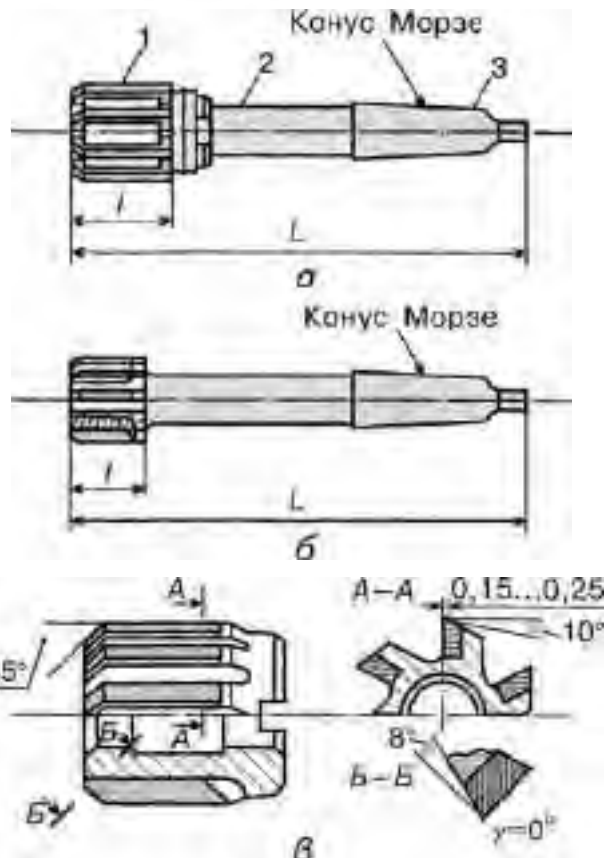


Рис. 3.33. МАШИННІ РОЗВЕРТКИ

а — хвостова регульована зі загінними ножами, б — хвостова твердосплавна, в — насадна твердосплавна; l — робоча частина; 2 — шийка; 3 — хвосторик; l — довжина робочої частини, L — загальна довжина розвертки

Високу якість обробки забезпечують розвертки зі спіральними (гвинтовими) канавками (рис. 3.36). Тільки гвинтові канавки при правому обертанні розвертки (за годинниковою стрілкою) проштовхують стружку вперед; це сприяє поліпшенню якості наскрізного отвору (усувається небезпека ушкодження обробленої поверхні стружкою). Праві гвинтові канавки добре виводять стружку з отвору, тому їх варто використовувати для розвертання глухих отворів.

Перед початком розвертання і отвір, і розвертку слід очистити від бруду та стружки й ретельно протерти. При жорсткому закріпленні розвертки у лінолі, у разі розбіжності осей отвору та розвертки, виникає «розбивка» отвору (рис. 3.37).

Для забезпечення рівномірного зрізування припуску розвертку рекомендують закріплювати не безпосередньо в лінолі задньої бочки, а за

допомогою хитної оправки (рис. 3.38): корпус оправки встановлюють конусним хвостовиком у пінолі, а саму оправку, що несе розвертку, зв'язують із корпусом за допомогою шарніра.

Припуск на розгортання залежить від діаметра отвору та оброблюваного матеріалу й становить 0,04...0,2 мм на бік.



Рис. 3.34. ГЕОМЕТРИЯ РОЗВЕРТКИ:

α — кут різальної частини; α — задній кут на різальній частині; γ — передній кут на різальній частині; α і β — задній кут на калібрувальній частині



Рис. 3.35. НЕРІВНОМІРНИЙ ЦЕНТРАЛЬНИЙ КУТ РОЗВЕРТКИ

Режим різання при розгортанні. Подача при розгортанні має в два-три рази перевищувати подачу при свердлінні отвору такого самого діаметра, а швидкість різання має бути в два-три рази меншою. Величина подачі не впливає на шорсткість оброблюваного отвору, оскільки шорсткість залежить лише від стану кромки на калібрувальній частині.

Завелтка швидкість різання при розгортанні спричинює утворення наросту (налипання металу) на різальній кромці розвертки. Зниження ж швидкості усуває явище наростотворення й забезпечує високу якість обробки. Розгортання здійснюють із застосуванням змащувально-охолоджувальної рідини (мінеральне



Рис. 3.36. РОЗВЕРТКА З ГВИНТОВИМИ КАНАВКАМИ:

ω — кут нахилу гвинтової канавки

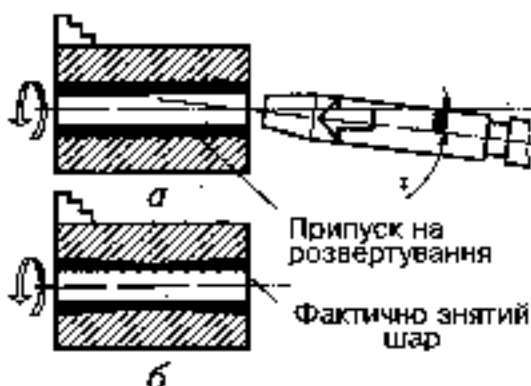


Рис. 3.37. ПЕРЕКИС РОЗВЕРТКИ ПРИ РОЗВЕРТУВАННІ.

ϵ — кут перекосу осі розвертки відносно осі отвору

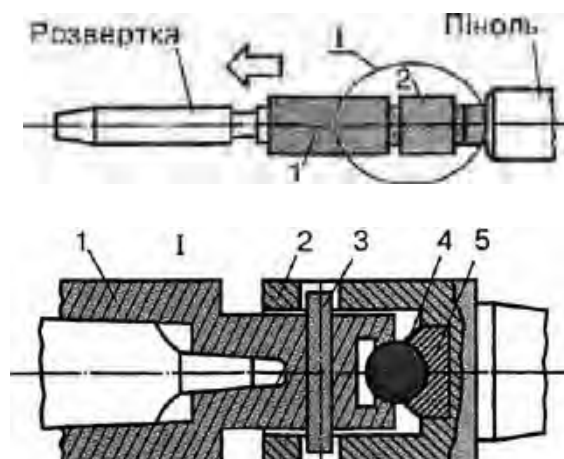


Рис. 3.38. ХИТНА ОПРАВКА ДЛЯ РОЗВЕРТКИ
1 — оправка, 2 — корпус; 3 — штифт, 4 — шарик, 5 — підпінник

мастило при обробці сталей, гас при обробці чавуну). Припуски, режим різання й змащувально-охолоджувальну рішину слід добирати за довідником [2].

§ 3.6. Центрування на токарному верстаті

Вали, як правило, обробляють на токарних верстатах, установлюючи їх центрові отвори на центри (див. рис. 2.6). Процес сверління центрових отворів на заготовках називається **центруванням**. У серійному та масово-

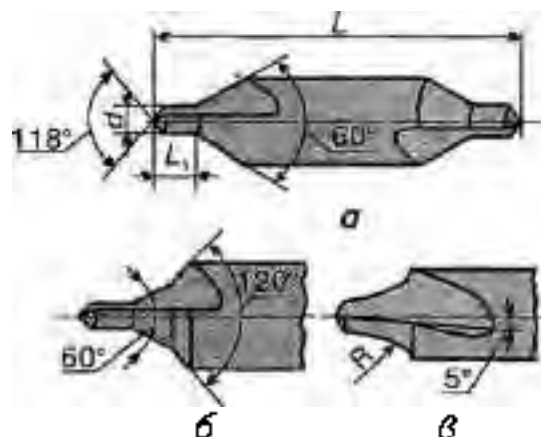


Рис. 3.39. ЦЕНТРУВАЛЬНІ СВЕРДЛА
а — тип А, б — тип Б, в — тип В



Рис. 3.40. ЦЕНТРУВАННЯ ЗАГОТОВКИ ВАЛА НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ

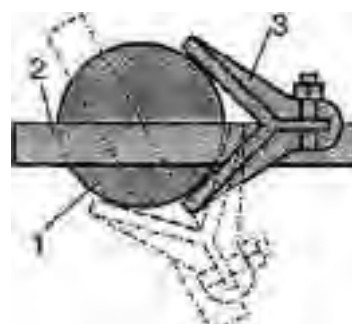


Рис. 3.41. ЗНАХОДЖЕННЯ ЦЕНТРА ТОРЦЯ ЗАГОТОВКИ КОСИНЦЕМ-ЦЕНТРОШУКАЧЕМ
1 — заготовка; 2 — лінійка; 3 — косинець

му виробництві заготовки валів центрують на спеціальних центрувальних або фрезерно-центрувальних верстатах. За умов малосерійного та одиничного виробництва центрування виконують на токарному верстаті.

Для центрування коротких заготовок попереднє розмічання їх центрових отворів не потрібне. Центрування здійснюють за допомогою **центрувального свердла**, яке дає змогу дістати водночас циліндричний і конічний (тип А і В) або радіусний (тип В) відрізки центрального отвору (рис. 3.39). В окремих випадках центрування здійснюють укороченим спіральним свердлом з наступною обробкою конічною

Під час центрування заготовку закріплюють у патроні, а центрувальне свердло — у пінолі задньої бабки (рис. 3.40).

Великогабаритну заготовку або ж складну за формою неможливо встановити на верстаті для центрування, тому її центрують поза верстатом (на розмічувальній плиті чи на підлозі цеху) електродрилем після попереднього розмічання

положення центрових отворів за допомогою косинця-центрошукача (рис. 3.41). Для цього призму центрошукача прикладають до поверхні заготовки й прохреслюють діаметри по лінійці за двома положеннями призми відносно заготовки. Центр керують на перетині двох діаметральних рисок.

Режим різання при центруванні знижують порівняно зі свердлінням, що пояснюється малим діаметром центрувального свердла й необхідністю дістати точний отвір і забезпечити малу шорсткість конусної фаски. Подача при центруванні становить 0,02...0,1 мм/об, швидкість різання — 10...12 м/хв.

Контрольні запитання та завдання

1. Назвіть основні частини та елементи справного свердла.
2. Як контролюють довжину й діаметр розточувального отвору?
3. Перелічіть особливості конструкції й геометрії зенкерів і разверток.
4. Як відбувається центрування валів на токарному верстаті?
5. Назвіть основні причини поломки свердла.
6. Як рекомендується свердлити глибокі отвори?

Глава 4

НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ ПЛІШКАМИ Й МІТЧИКАМИ ТА НАКАТУВАННЯ РІЗЬБОНАКАТУВАЛЬНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ

§ 4.1. Загальні відомості про різьбу

У багатьох машинах, установах та приладах застосовуються деталі з різьбовими поверхнями: кріпильні гвинти та гайки, ходові гвинти для перетворення обертального руху на поступальний, вантажні гвинти (домкрати) та ін. У вимірювальних інструментах і приладах використовують особливо точні мікрометричні гвинти.

Різьба (різьбова поверхня) утворюється поєднанням обертального та поступального рухів якого-небудь профілю відносно осі. За формою профілю розрізняють *трикутні, прямокутні, трапецієвидні, упорні, напівкільцеві* різьби (рис. 4.1).

За напрямом витків різьби бувають *праві* (гвинт угвинчується в гайку при обертанні за годинниковою стрілкою) і *ліві* (рис. 4.1, *а, е, г*). Розрізняють також *одно- та багатозакідні* різьби (рис. 4.2). Багатозакідні мають кілька витків: на торці деталі з такою різьбою помітні кілька рівномірно розташованих гвинтових канавок і виступів.

Елементи різьби. Якщо гвинтову лінію, що є основою різьби, розгорнути на площині, то вона перетвориться на гіпотенузу прямокутного трикутника, довжина одного з катетів якого дорівнює довжині кола $\pi d_{\text{ср}}$, а довжина іншого — кроку різьби P (рис. 4.3). Тут $d_{\text{ср}}$ — середній діаметр різьби, тобто діаметр основи уявного циліндра, твірної якого лінійте профіль різьби таким чином, що товщина витка її порівнює ширині канавки.

Кроком різьби називається відстань між однопідрізаними точками двох сусідніх витків, яку вимірюють паралельно осі різьби.

Кут між напрямом витка й площиною, перпендикулярною до осі циліндра, називається

кутом підйому різьби (рис. 4.4). Як видно з рисунка, $\text{tg } \mu = P / \pi d_{\text{ср}}$. Чим менший кут μ , тим менша небезпека самовітгвинчування різьбового з'єднання. Крім середнього діаметра $d_{\text{ср}}$, кроку P і кута підйому μ , різьба характеризується також зовнішнім d , та внутрішнім d_1 діаметрами, кутом профілю ϵ та глибиною профілю r (рис. 4.4).

Кут профілю ϵ — це кут між бічними сторонами профілю, який вимірюють в осьовому перерізі.

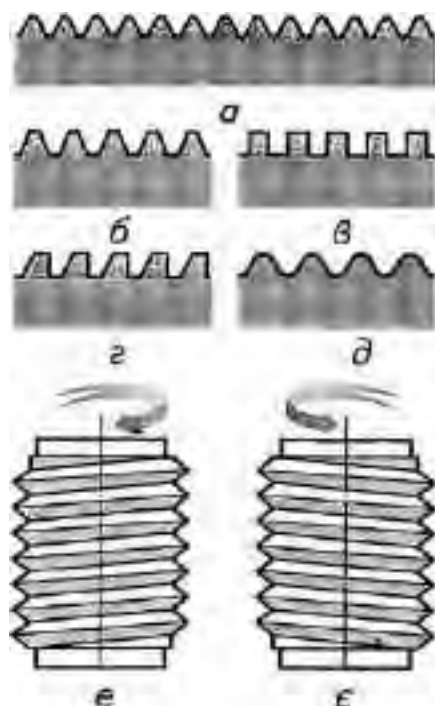


Рис. 4.1. КЛАСИФІКАЦІЯ РІЗЬБ ЗА ФОРМОЮ ПРОФІЛЮ (а—д) ТА НАПРЯМОМ ВИТКІВ (а, е):

а — трикутна; б — трапецієвидна, в — прямокутна (стрічкова), г — упорна, д — кругла, е — права, е — ліва

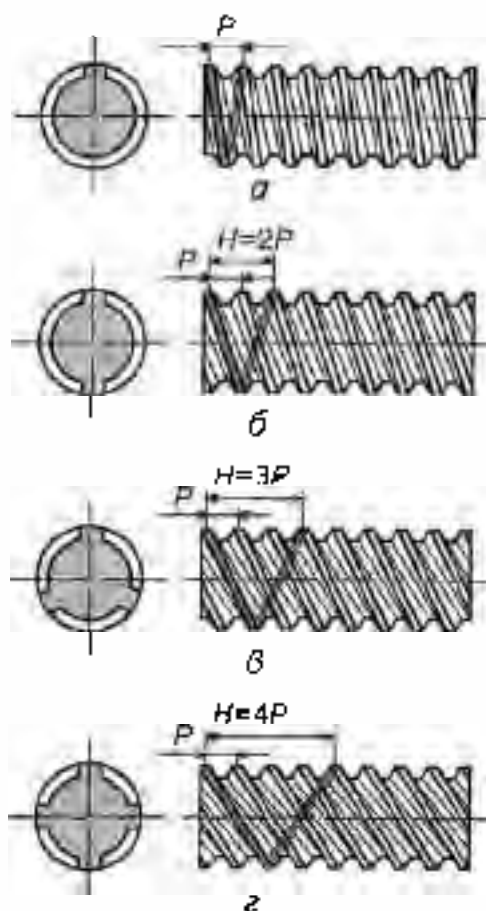


Рис. 4.2. БАГАТОЗАХІДНІ РІЗЬБИ

a — однозахідна; b — двозахідна, c — тризахідна, d — чотиризахідна

Глибиною профілю t називають різницю зовнішнього та внутрішнього діаметрів: $t = \frac{d_2 - d_1}{2}$

Трикутний профіль характерний для кріпильних різьб — метричної та дюймової.

Метрична різьба має профіль з кутом $\alpha = 60^\circ$. Вершини виступів зрізані, а дно западин заокруглене. Крок і діаметр вимірюють у міліметрах. Залежно від точності середнього діаметра метрична різьба має чотири ступеня точності для гвинтів (4, 6, 7, 8) і чотири ступеня точності для гайок (4, 5, 6, 7). Залежно від призначення різьби на її елементи передбачено різні поля допусків. h, e, g, d — для болтів, H, G — для гайок.

Розрізняють метричну різьбу з крупним кроком і дрібним. У крупних різьб зі зростанням діаметра збільшується також її крок (найбільший крок такої різьби 6 мм). Дрібні різьби мають

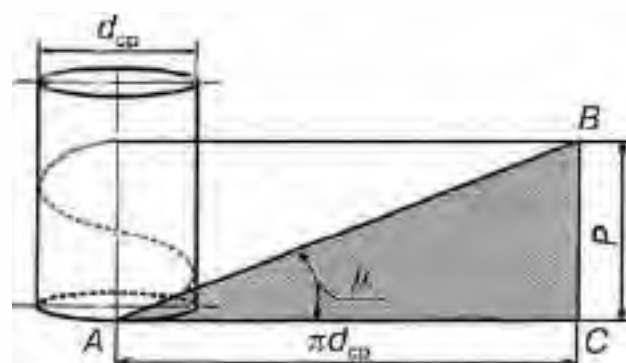


Рис. 4.3. СХЕМА УТВОРЕННЯ ГВИНТОВОЇ ЛІНИ

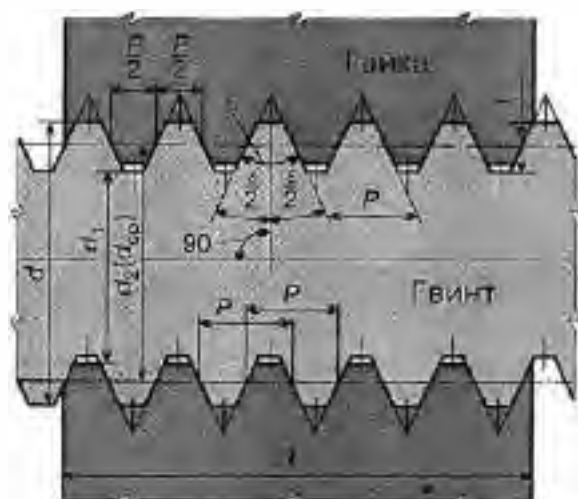


Рис. 4.4. ЕЛЕМЕНТИ РІЗЬБИ

крок, що не залежить від діаметра: на деталях великого діаметра може бути нарізана різьба з дрібним кроком.

Різьба з крупним кроком позначається літерою M (метрична) і цифрами (номінальний діаметр). Поруч із діаметром вказують ступінь точності різьби (наприклад, 4g, 6H). Різьби з дрібним кроком позначаються літерою M і цифрами (номінальний діаметр) і вказується величина (наприклад, $M12 \times 1$). Якщо різьба ліва, то після умовного позначення ставлять літеру L . Приклади позначень метричних різьб: $M12-6H$ — метрична на гвинті, зовнішній діаметр 12 мм, ступінь точності 6H; $M12 \times 1-6H/L$ — метрична різьба на гайці, зовнішній діаметр 12 мм, крок дрібний 1 мм, ступінь точності 6H, ліва.

Багатозахідні різьби позначають літерою M , цифрами (номінальний діаметр), числовим

значенням кроку і в дужках проставляють букву Р з числовим значенням кроку. Наприклад: $M24 \times 6$ (Р2).

Дюймову різьбу нарізають на деталях, що призначаються для ремонту деяких старих машин, її мають також деталі машин, що надходять із країн, де прийнято дюймову систему мір (Великобританія, США та ін.). Профіль цієї різьби трикутний з кутом $\epsilon = 55^\circ$, діаметр вимірюється у дюймах ($1'' = 25,4$ мм), а крок характеризується кількістю витків, що припадають на один дюйм. На кресленнях різьба позначається лише зовнішнім діаметром (наприклад, $1''$; $\frac{1}{4}''$). Кожен різьбі відповідає певне число ниток на одному дюймі (за довідником). Наприклад, для різьби $1 \frac{1}{2}''$ — шість ниток на $1''$, тобто $P = \frac{1}{6}''$. Стандартом передбачено дюймову різьбу від $\frac{3}{16}''$ до $4''$ з числом ниток від 24 до 3 на $1''$. Для дюймової різьби прийнято два класи точності: другий (кл. 2) та третій (кл. 3).

Відомості про трапеződну та прямокутну різьбу наведено в гл. II.

§ 4.2. Контроль різьби

Орієнтовний контроль кроку й водночас кута профілю трикутної різьби здійснюють за допомогою *різьбоміра* — набору шаблонів-гребінок (рис. 4.5, а): прикладаючи шаблон до різьби, визначають «на просвіт» збіжність кроків та кутів профілю гребінки й різьби (рис. 4.5).

Діаметр різьби вимірюють за допомогою спеціального *різьбового мікрометра* (рис. 4.6). У шпинделі 5 та на п'ятці 2 є отвори, куди вставляють різьбові вставки: у шпиндель — конічну 4 з кутом, що дорівнює куту профілю; у п'ятку — призматичну 3. Для встановлення мікрометра на нуль використовують установочний шаблон.

Точно виміряти середній діаметр різьби (до 0,01 мм) можна звичайним мікрометром за допомогою трьох загартованих точних циліндричних дротиків, котрі вводять у западини різьби (рис. 4.7). Мікрометром вимірюють розмір M за дротиками, а середній діаметр різьби обчислюють за формулами: для метричної різьби

$$d_{\text{ср}} = M - 3d + 0,866;$$

для дюймової

$$d_{\text{ср}} = M - 3,166d + 0,961,$$

де d — діаметр дротика, мм.

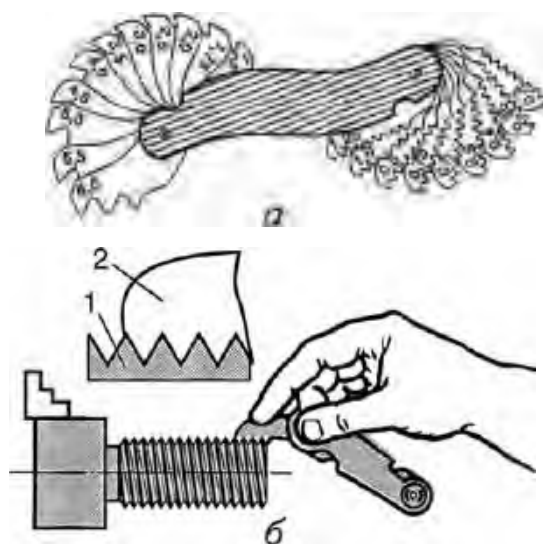


Рис. 4.5. КОНТРОЛЬ КРОКУ РІЗЬБИ РІЗЬБОМІРОМ
а — комплект різьбомірів; б — контроль; 1 — деталь; 2 — різьбомір

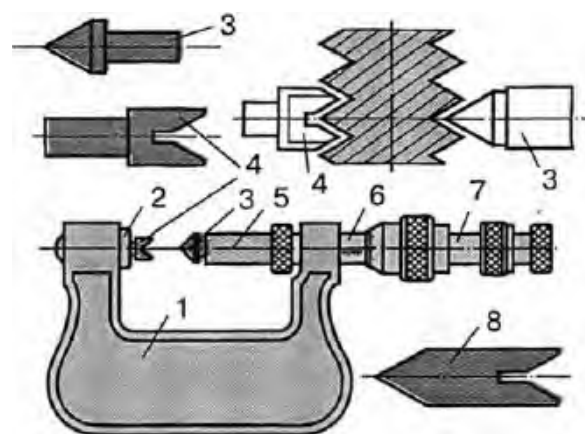


Рис. 4.6. РІЗЬБОВИЙ МІКРОМЕТР:

1 — скоба; 2 — п'ятка; 3 — призматична вставка; 4 — конічна вставка; 5 — шпиндель; 6 — стійло; 7 — барабан; 8 — шаблон

У масовому виробництві точність різьбових деталей контролюють за допомогою *граничних калибрів*: зовнішню різьбу — різьбовими кільцями (рис. 4.8, а), а внутрішню — пробками (рис. 4.8, б). Прохідний калибр ПР має повний профіль різьби і повинен згинуватися разом із контрольованим різьбовим виробом на повну довжину різьби; непрохідний калибр НЕ має

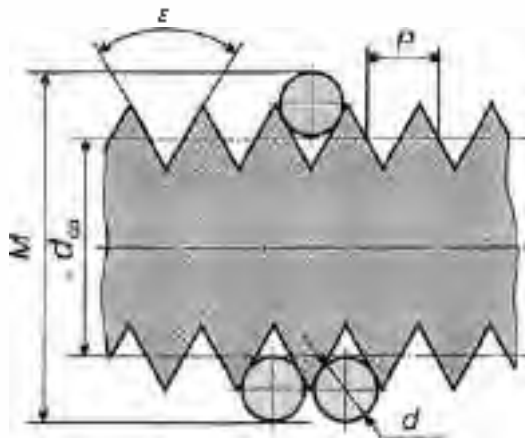


Рис. 4.7. КОНТРОЛЬ РІЗЬБИ ДРЮМА ДРОТИКАМИ

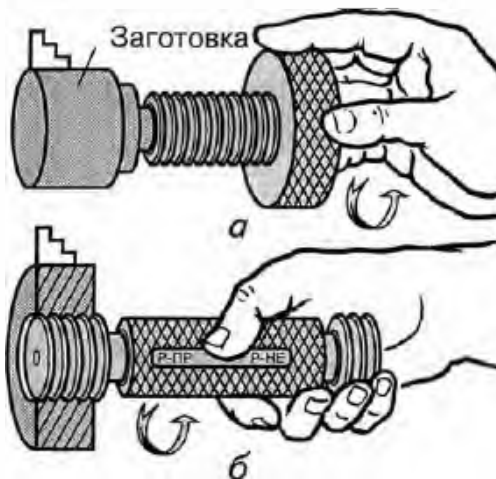


Рис. 4.8. РІЗЬБОВІ КАЛІБРИ

а — контроль зовнішньої різьби калібром-кільцем; б — контроль внутрішньої різьби калібром-пробкою



Рис. 4.9. РОЛИКОВА РІЗЬБОВА КАЛІБР СКОБА:

1 — прохідні ролики; 2 — непрохідні

два-три витки з укороченим профілем і може вгвинчуватися різьбою не більше, як на 1—2 витки. Застосовують також калібри-скоби з профільними роликами (рис. 4.9).

§ 4.3. Нарізування зовнішньої різьби плашками

Плашки слугують для нарізування зовнішньої кріпильної різьби трикутного профілю з кроком до 2 мм. Інколи їх застосовують для калібрування різьби більшого кроку, заздалегідь нарізаної різцем.

Плашка становить гайку, виготовлену з інструментальної сталі, з такою самою різьбою, для нарізування якої вона призначена (рис. 4.10). У плашці, залежно від її розмірів, просвердлюють 3—8 отворів, які перетинають різьбу. На перетині поверхонь цих отворів з поверхнею різьби утворюються різальні гребінки; завдяки фаскам гребінки мають різальні частини (забірні конуси), що виконують роботу різання. На циліндричному відрізку різьби утворюється калібрувальна частина плашки (5—6 витків), яка калібрує різьбу за розміром і забезпечує необхідну чистоту поверхні різьби (рис. 4.11).

Плашки використовуються з обох сторін: після того як одна сторона різальної частини спрацюється, плашку перевертають у плашкотримачі й працюють другою стороною. На торці плашки маркують розмір нарізуваної різьби. Різьбонарізна плашка кріпиться в ручному плашкотримачі — воротку (див. рис. 4.10, а).

Для компенсації спрацювання застосовують регульовані плашки з прорізом (див. рис. 4.10, а). Середній діаметр нарізуваної різьби регулюють гвинтами 1, 2 плашкотримача (див. рис. 4.10, г).

Плашку, закріплену в ручному плашкотримачі, підводять до заготовки, підтискаючи плашкотримач торцем пінолі до задньої бабки; рукоятка плашкотримача при цьому вплирається в супорт. Після нарізування двох-трьох витків з підтисканням подальша подача плашки відбувається самозатягуванням.

Плашкотримач можна підтискувати упором, закріпленим у різдетримачі, а рукоятку плашкотримача упирати в планку, котра також закріплена в різдетримачі (рис. 4.11, б).

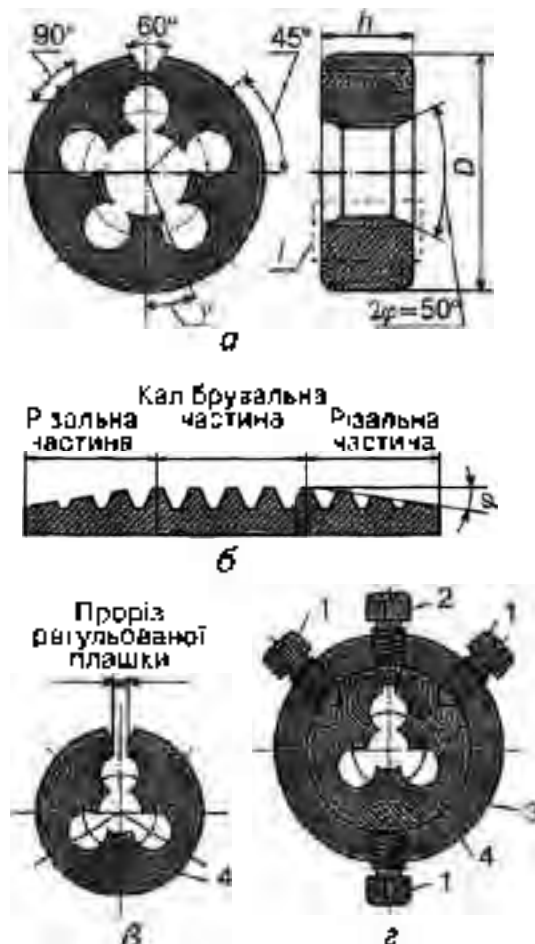


Рис. 4.10. Плашка для нарізування різьби:

а — вигляд у плані, б — елементи різьби плашки; в — розріз регульована плашка; г — закріплення плашки у плашкодержимачі (? — затискні гвинти, 2 — регулювальний гвинт, 3 — плашкодержимач; 4 — плашка).

Під час роботи ручним плашкодержимачем треба бути обережним, слідкувати, щоб рука не потрапила між рукояткою плашкодержимача і опорою.

Досконалішим і водночас безпечнішим є метод закріплення плашки у самовисувному силному плашкодержимачі, котрий встановлюють у піноль задньої бабки (рис. 4.12).

Стержень для нарізування різьби плашкою обточують з деяким зменшенням діаметра, щоб компенсувати видавлювання металу, причому таке зменшення буде більшим по сталі, ніж по чавуну. Діаметр стержня під нарізування різьби добирають за довідником [2].

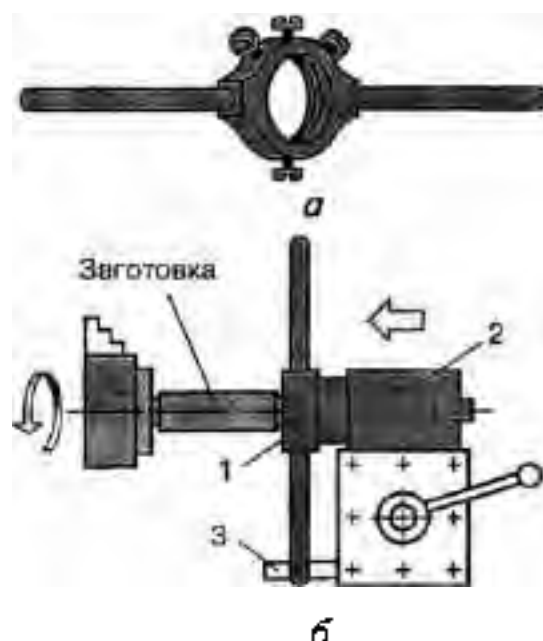


Рис. 4.11. Нарізування різьби плашкою:

а — плашкодержимач-вороток; б — застосування упорної планки, 1 — плашкодержимач, 2 — упор, 3 — планка.

Для полегшення заходу плашки перед початком нарізування різьби на торці заготовки проточують фаску.

Нарізування різьби планками виконують зі швидкістю 2...4 м/хв по сталі та чавуну й до 10 м/хв — по кольорових металах. При цьому змащувально-охолоджувальною рідиною для сталі є емульсія, мінеральне мастило чи сульфідфрезол, а для чавуну — гас.

У серійному й масовому виробництві для високоефективного нарізування довільної різьби використовуються самонапрямна різьбонарізна головки (рис. 4.13). У корпусі 3 головки є радіальні пази, в яких ковзають кулячки із закріпленими на них дисковими гребінками 1. Корпус головки встановлюють хвостовиком у задній бабці, а подачу для візування гребінки здійснюють маховичком задньої бабки. Подальша подача головки відбувається самостійним, з припиненням подачі головка автоматично розкривається. Закривання головки, тобто зближення гребінок, виконують рукояткою 2. Швидкість різання при нарізуванні різьби різьбонарізним головками становить 15...20 м/хв. Після нарізування різьби по всій довжині головку розкривають поворотом рукоятки 2 (гребінки радіально розходяться) й відводять від карізаного стержня, не відкриваючи. Гребінки переточують по першій поверхні на заточувальному верстаті.

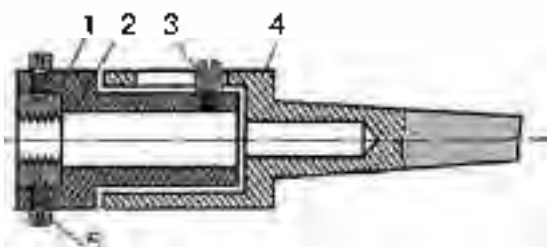


Рис. 4.12. ХИТНИЙ САМОВИСУВНИЙ ПЛАНКО-ТРИМАЧ

1 — ізолюшка, 2 — ізолюшка тримача, 3 — штифт; 4 — корпус;
5 — гвинт

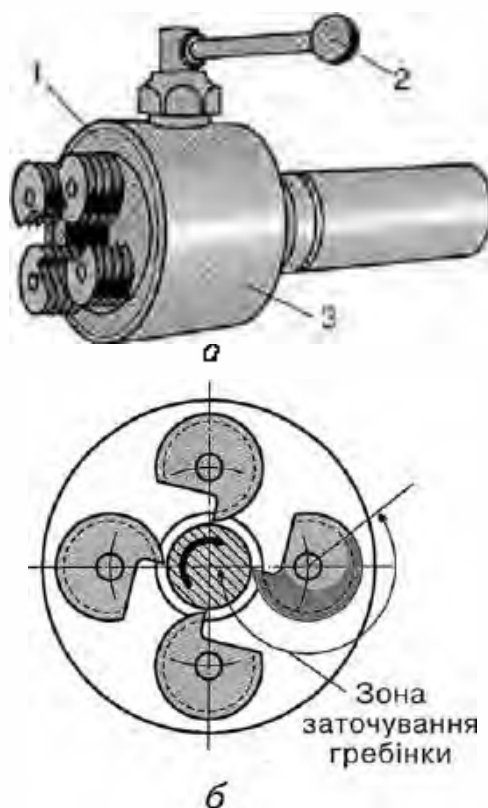


Рис. 4.13. САМОРОЗКРИВНА ГОЛОВКА ДЛЯ НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ

а — загальний вигляд; б — схема роботи гребінки (1 — диск гребінки, 2 — ручка для розкриття головки; 3 — корпус)

§ 4.4. Нарізування внутрішньої різьби мітчиками

Внутрішню різьбу діаметром до 20 мм нарізують на токарному верстаті мітчиками. Мітчик (рис. 4.14) становить гвинт із тим са-

мим діаметром, кроком та кутом профілю різьби, що й нарізувана ним різьба. Виготовляють мітчики з інструментальної сталі. На них є подовжні стружкові канавки. На перетині канавок з витками різьби утворюються різьбові гребінки.

Різання виконується різальною (забірною) частиною мітчика, в якого висота різальних зубців поступово зростає. В міру того як мітчик влиняється в отвір, різальна частина прорізує канавки різьби: кожен зуб зрізує невелику частину припуску. Після проходження різальної частини різьба набуває повного профілю. Зуб'я на різальній частині мітчика затілювані, тобто мають задню (затіловану) поверхню, виконану за архімедовою спіраллю, завдяки чому утворюється задній кут, котрий полегшує процес різання. За різальною частиною мітчика розташована калібрувальна частина, що не має затілювання; вона слугує для напрямлення мітчика по різьбі й зачищення (калібрування) профілю різьби.

Після затуплення мітчик заточують по передніх поверхнях різальних гребінків, тобто по дну стружкової канавки. Оскільки на калібрувальній частині немає заднього кута, то після кількох переточувань діаметр різьби мітчика не змінюється.

Кількість канавок мітчика Z вибирають залежно від його діаметра: при $d < 20$ мм $Z = 3$, при $d = 22 \dots 36$ мм $Z = 4$, при $d = 39 \dots 52$ мм $Z = 5 \dots 6$.

Мітчики бувають ручні (слюсарні), машинні й рейкові з подовженим хвостовиком (рис. 4.15). Ручні мітчики застосовують у комплекті з двох чи трьох штук; між ними й розподіляється припуск на обробку. На кожному з мітчиків позначено марку інструментальної сталі та розмір різьби. На кінцях кожного, другого й третього мітчиків, що входять до комплекту, нанесено відповідну кількість рисок (для рис. 4.15).

Підвищення продуктивності праці при нарізуванні внутрішньої різьби досягається мітчиками зі спіральними канавками (рис. 4.16, а). При правому нахилі канавок (для правого мітчика) полегшується виведення стружки з отвору. У *шліфмашинних* мітчиках (рис. 4.16, б) зуб'я зрізані через один, і утворена між зуб'ями западина сприяє доцільному розташуванню стружки, усуває небезпеку заклинювання мітчика внаслідок мікростування.

При нарізуванні різьби мітчиком користуються воротком, який насаджують на квадратний хвостовик мітчика. Мітчик підтискують центром, встановленим у лінійці задньої бабки, а ру-



Рис. 4.14. ЧАСТИНИ Й ЕЛЕМЕНТИ МІТЧИКА.

1 — канавка; 2 — серцевина; 3 — різальне перо; 4 — центричний отвір; 5 — передня поверхня; 6 — різальна кромка; 7 — задня поверхня; В — В — переріз по різальній частині; Д — Д — переріз по калібрувальній частині; α — задній кут на різальній частині; γ — передній кут

коятка воротка упирається при цьому в супорт. Надійніший і безпечніший спосіб подачі мітчика, при якому усувається небезпека перенесення і зламування мітчика, показано на рис. 4.17 у різетримачі встановлюють додатковий тримач з центром і упорну планку; мітчик підтискують центром, а вороток упирається в планку.

Найдоцільніше закріплювати мітчик у хитному самовисуючому тримачі (рис. 4.18). Корпус 4 устатковують хвостовиком у віколі задньої бабки, а мітчик 1 — у квадратне гніздо рухомої частини оправки мітчикотримача 2. При обертанні заготовки мітчик вводять в отвір і легко подають прокручуванням маховичка задньої бабки. Як тільки в заготовці буде нарізано два-три витки різьби, даліше підтискування мітчика не потрібне, оскільки він сам буде ввинчуватися в різьбу, а мітчикотримач, прямуючи за мітчиком, висувається з корпусу 4.

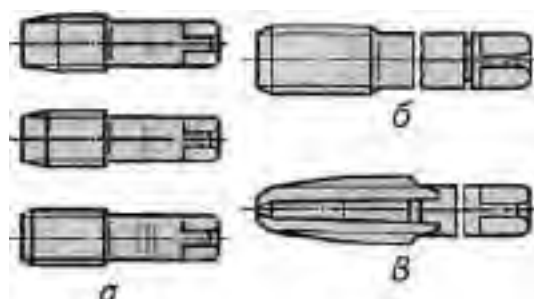


Рис. 4.15. МІТЧИКИ:

а — комплект з трьох слюсарних інструментів; б — машинний; в — гвинторіз

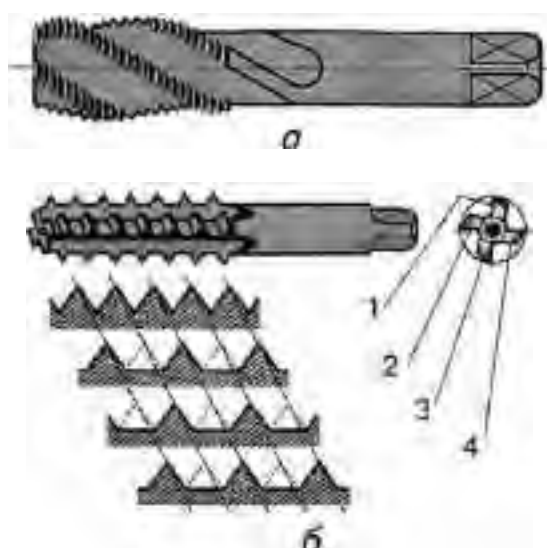


Рис. 4.16. ВИСОКОПРОДУКТИВНІ МІТЧИКИ

а — спіральний; б — шпалматий (перо 1 — перше; 2 — друге; 3 — гребіт; 4 — четверте)

Якщо різьба глуха, виникає небезпека упирання мітчика в дно отвору, його поломки, а також зриву різьби. Для нарізування різьби такого типу використовують запобіжний патрон (рис. 4.19), що складається з корпусу 6 із конічним хвостовиком, кулачкової рухомої муфти 3, підтиснутої пружиною 4, й оправки 2 з патроном 1 для мітчика. При упиранні в дно отвору мітчик разом із патроном на мить зупиняється, кулачки муфти зсуваються по сколах кулачків оправки 2 й, вистискуючи пружину 4, від'єднують муфту від оправки: передача обертання на мітчик припиняється.

Для нарізування різьби великого діаметра (понад 32 мм) доцільно скористатися різьбонарізною голов-

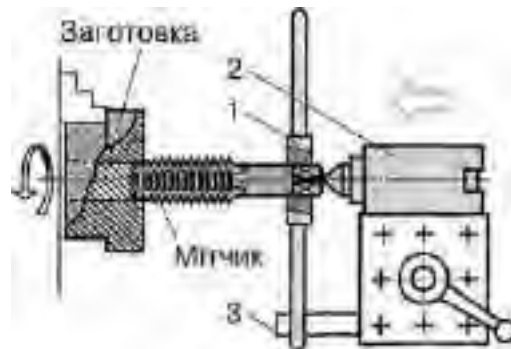


Рис. 4.17. НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ МІТЧИКОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ВОРОТКА ТА УПОРНОЇ ПЛАТКИ.

1 — вороток, 2 — додатковий тримач і центром, 3 — підкладка

хоку КБ з різьбовими гребінками, які засовуються всередину корпусу (рис. 4.20). Рухомою 4 гребінки виводяться в робоче положення. Коли різьбу нарізано по всій довжині, упор діє на фланець 3 і засовує гребінки толовку можна витягти з отвору. Це скорочує непродуктивний час, що витрачається на вигвинчування різьбонарізного інструмента після нарізування різьби.

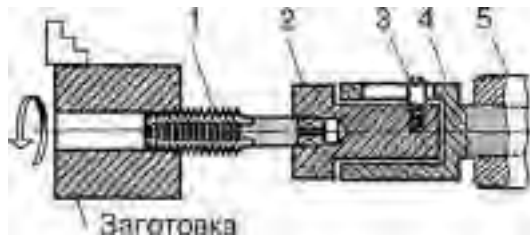


Рис. 4.18. НАРІЗУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ РІЗЬБИ ЗА ДОПОМОГОЮ ХИТНОГО САМОВИСУВНОГО МІТЧИКОТРИМАЧА

1 — мітчик, 2 — мітчикотримач, 3 — штифт, 4 — корпус, 5 — підошва задньої бабки

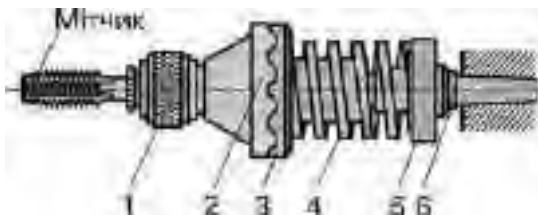


Рис. 4.19. ЗАПОВСЯНИЙ ПАТРОН ДЛЯ НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ МІТЧИКАМИ.

1 — швидкозмінний патрон, 2 — оправа, 3 — кулачковий муфта, 4 — пружина, 5 — упорна гайка, 6 — корпус з хвостиком

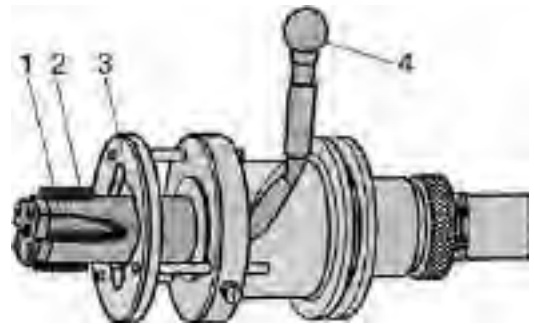


Рис. 4.20. РІЗЬБОНАРІЗНА ГОЛОВКА КБ.

1 — корпус, 2 — засова гребінки, 3 — фланець упору, 4 — рукоятка механізму засовування гребінки

Діаметр отвору для нарізування має дещо перевищувати внутрішній діаметр різьби, оскільки шар металу, який видавлюється мітчиком, зменшує діаметр отвору, що ускладнює нарізування. Діаметр отвору під різьбу добирають за довідником.

Швидкість різання при нарізуванні різьби мітчиками та різьбонарізними головками становить 5...15 м/хв. Обов'язкове застосування змащувально-охолоджувальної рідини (по сталі — мінеральні мастила та сульфорефзол, по чавуну — гас).

§ 4.5. Накатування різьби

Накатування різьби полягає в пластичному деформуванні металу заготовки для утворення різьбової поверхні. Переваги накатування перед нарізуванням полягають у тому, що волокна металу не перерізуються, а згинаються й ущільнюються, тому різьба стає міцнішою та стійкішою проти спрацювання; економиться метал, оскільки діаметр заготовки відповідає не зовнішньому діаметру різьби, а середньому.

Для накатування зовнішньої різьби на токарних верстатах застосовують регульовані накатні головки НП 1 (рис. 4.21). У лазах корпусу 1 головки розміщено сухарі, до яких на осях кріпляться накатні ролики 2. Ролики мають кільцеву різьбу, що за кроком і профілем відповідає різьбі, яку накатують. Діаметр різьби регулюють поворотом ексцентрикових шийок усіх осей роликів за допомогою спеціального при-

строю. Різьбонакатну головку можна утримувати вручну (як звичайну плашку) або ж закріплювати у спеціальному тримачі, котрий встановлюють у задній бабці. Накатування забезпечує високу продуктивність праці й точність утворення різьби (до 6-го ступеня), а також малу шорсткість поверхні витків (до 8-го класу).

Внутрішню різьбу в деталях із легких сплавів можна дістати внутрішнім накатуванням (видавлюванням). Інструмент-накатник нагадує мітчик: він має забірну й калібрувальну частини, але без стружкових канавок. Діаметр отвору для накатування різьби визначають за формулою

$$d_{отв} = d_1 - 0,4 ,$$

але на практиці його уточнюють на перших оброблених деталях. Видавлюванням можна діс-

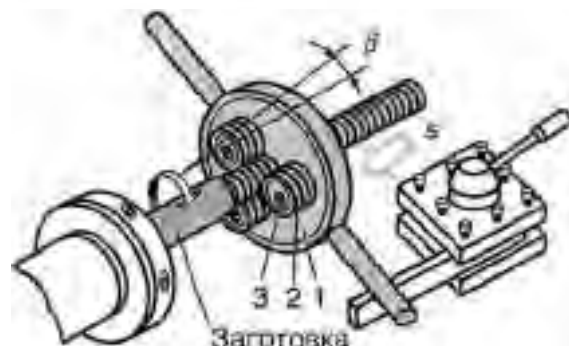


Рис. 4.21. НАКАТУВАННЯ ЗОВНІШНЬОЇ РІЗЬБИ:

1 — корпус; 2 — ролик; 3 — вісь ролика

тати різьбу з великою точністю й шорсткістю поверхні до 8-го класу. При накатуванні різьби використовують мінеральне мастило.

Контрольні запитання та завдання

1. Які елементи має різьба?
2. Як і чим контролюють зовнішню та внутрішню різьбу?
3. Які переваги має накатування різьби?
4. Назвіть частини й елементи мітчика.
5. Як відрізнити метричну різьбу від дюймової?
6. Розшифруйте позначення метричної різьби M12-6h.

Глава 5

ТОКАРНІ РІЗЦІ

§ 5.1. Інструментальні матеріали

До інструментальних матеріалів ставляться особливі вимоги, адже твердість різальної частини інструмента має перевершувати твердість оброблюваного матеріалу, щоб долати опір, який чинить матеріал заготовки при сколюванні його елементів (стружки). Інструментальному матеріалу має бути властива висока міцність, щоб інструмент не зламався під тиском зрізуваного шару металу. Надзвичайно важливою характеристикою інструментального матеріалу є ступінь його в'язкості, щоб інструмент не викришувався під дією ударного навантаження. Крім того, інструмент повинен мати високу зносостійкість (здатність чинити опір стиранню) й високу теплостійкість (здатність зберігати різальні властивості при високих температурах).

До поширених інструментальних матеріалів належить швидкорізальна сталь, яка після термічної обробки (загартування та відпускання) набуває високих твердості (до HRC 65), міцності, в'язкості, зносо- та теплостійкості (до 650 °C), а також здатності в разі перегрівання відновлювати різальні властивості після охолодження на повітрі. Цих якостей сталь набирає внаслідок легування вольфрамом, молібденом, хромом, ванадієм, кобальтом.

До швидкорізальних сталей нормальної теплостійкості належать сталі марок P9 (9 % вольфраму), P18, P6M5 (5 % молібдену). Сталь основної марки P6M5 має вищу порівняно зі сталлю P18 ударну в'язкість, хоча в ній менша частка дефіцитного вольфраму.

До сталей підвищеної теплостійкості належать: P9K5 (5 % кобальту), P18K5Ф2 (2 % ванадію), P10K5Ф5, P9Ф5, P6M5K5, які забезпечують роботу різця при температурах до 630 °C. Різці, виготовлені з цих сталей, застосовують при обробці металів підвищеної твердості.

Окрему групу утворюють сталі стандартних марок P9K10, P9M4K3, P18K5Ф2 та інші, теплостійкість яких сягає 650 °C. Їх використовують для виготовлення інструмента, за допомогою якого здійснюють обробку твердих та в'язких конструкційних матеріалів (нержавіючої та жаротривкої сталі, титанових сплавів).

Загартування швидкорізальної сталі P6M5 полягає в нагріванні до 1230 °C з витримуванням до 2 хв і наступним швидким охолодженням у маслі. Режим відпускання: нагрівання до 550 °C, витримування до 90 хв і повільне охолодження на повітрі. Відпускання здійснюють трічі. Завдяки йому мартенситна структура металу, добутого внаслідок загартування, стабілізується, знімаються внутрішні напруження, інструмент набуває високих різальних властивостей.

Набагато вищі твердість (до HRA 90), теплостійкість (до 1000 °C) та зносостійкість, властиві металокерамічним твердим сплавам. Сировиною для їх виготовлення слугують порошки карбідів (сполуки з вуглецем) вольфраму й титану разом із порошком кобальту.

Пресуючи порошки у прес-формах, дістають пластини різних стандартних форм і розмірів, які потім спікають при температурі до 1600 °C (у водневій атмосфері). Металокерамічні тверді сплави мають підвищену крихкість порівняно зі швидкорізальною сталлю.

За хімічним складом тверді сплави поділяють на *однокарбідні*, які містять лише карбід вольфраму (група ВК), *двокарбідні*, що містять карбід вольфраму й титану (група ТК), та *трикарбідні*, що мають у своєму складі карбід вольфраму, титану й танталу (група ТТК).

Залежно від галузі застосування тверді сплави поділяють на групи Р, М, К. *Сплави групи Р* рекомендують використовувати при виготовленні інструмента, призначеного для обробки сталі, міді; *сплави групи К* — для сірки та відбілених чавунів. *Сплави групи М* універсальні,

оскільки інструменти, виготовлені з них, придатні для обробки як сталі, так і чавуну. Головне ж їх призначення — обробка нержавіючих сталей, титанових сплавів і легованих чавунів.

Сплави основних груп за призначенням поділяються на підгрупи, які позначають дво-значним індексом (Р01, Р10, М10, М20 і т.д.) Збільшення числа в індексі означає, що при обробці різанням до міцності сплаву ставляться підвищені вимоги. Зменшення числового індексу вказує на зростання вимог до твердості, опірності зносу, а отже, на можливість підвищити допустиму швидкість різання.

Крупнозернисті тверді сплави групи ВК з індексом В (ВК8В, ВК1В) та **дрібнозернисті** з індексом М (ВК6М, ВК3М) використовуються для виготовлення інструмента, за допомогою якого обробляють заготовки з нержавіючої та жаростійкої сталей, титанових сплавів, загартованих сталей.

Тверді сплави щільної, дрібнозернистої структури з індексом ОМ (ВК0М і ВК100М) застосовують там, де треба виконати чистову та напівчистову обробку високоміцних матеріалів з ударним навантаженням.

Стійкість сплавів, легованих карбідом хрому, типу ВК10К-0М та ВК15К-0М, які використовуються в обробці жароміцних матеріалів, має бути не нижчою, ніж у сплавів групи ОМ, а в окремих випадках навіть перевишувати її.

Останнім часом набули поширення **безвольфрамові й безкобальтові тверді сплави**. Це, зокрема, сплави на основі карбіду титану й карбонітриду титану з нікель-молібденовою зв'язкою ТН-20, КНТ-16. Вони мають цінні властивості: високу окислостійкість (у 10–15 разів вища, ніж для стандартних сплавів), причому оксидна плівка, що утворюється на поверхні виробу, в процесі експлуатації інструмента при високих температурах виконує роль твердого мастила. Завдяки цьому сплав забезпечують інструментові низький коефіцієнт тертя й добру опірність спрацюванню. До того ж здатність безвольфрамових сплавів знижувати адгезійну взаємодію з оброблюваним матеріалом (прилипання) підвищує стійкість проти спрацювання передньої поверхні інструмента, забезпечуючи тим самим меншу шорсткість обробленої поверхні. Проте безвольфрамові сплави мають і недоліки: знижена міцність та втрата її при високих температурах, можливість утворення тріщин під час паяння та заточування внаслідок недостатньої теплопровідності. Як різальний інструментальний матеріал безвольфрамові сплави рекомен-

дують застосовувати для чистової та напівчистової обробки конструкційних та малолегованих сталей, а особливо кольорових металів.

Марки твердих сплавів із зазначенням оброблюваного матеріалу наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Марки твердих сплавів

Марка за державним стандартом	Марка за міжнародним стандартом		Матеріал, що обробляється
	Основна група	Підгрупа	
Т30К4	Р	Р01	Сталь, сталеве литво, ковкий чавун
Т15К6		Р10	
Т14К8		Р20	
ТТ20К9		Р25	
Т5К13		Р30	
ТТ10К9-Б			
Т5К12		Р40	
ТТ7К12		Р50	
ТТ7К12			
ВК6-0М	М	М05	Сталь, сталеве литво, легований чавун, аустенітні сталі, ковкий чавун, автоматна сталь
ВК6-М			
ТТ8К6			
ТТ10К8-Б		М10	
ТТ10		М20	
ВК10-0М		М30	
ВК10-0М			
ВК8		М40	
ТТ7К12			
ВК10-0М			
ВК3, ВК3-М	К	К01	Чавун виключно з ковільного лиття, ковкий чавун з ламкою стружкою, загартована сталь, кольорові метали, пластмаси, деревина
ВК6-0М		К05	
ВК6-М			
ТТ3К6		К10	
ВК6, ВК4		К20	
ВК3, ВК4В		К30	
ВК4В, ВК15		К40	

З нових марок твердих сплавів слід виділити такі:

K31202 — безвольфрамовий сплав на нікель-молібденовій основі з покриттям карбідом хрому, йому властива висока зносостійкість;

B210X0M — вміщує карбід хрому; використовується при ударному навантаженні.

ВРК15 — з домішкою карбіду титану; застосовується для обробки загартованих сталей;

селеніт Р — безвольфрамовий сплав на основі нітриду кремнію; характеризується підвищеними стійкістю та міцністю.

Останнім часом широко застосовуються багатогранні пластини зі зносостійким покриттям з карбідів, нітридів або карбонітридів титану. Покриття наносять на поверхню пластини з твердих сплавів марок Р40, Р30, К20. Пластини з покриттям мають стійкість, що в середньому перевищує стійкість звичайних пластин. Це дає змогу підвищити швидкість різання на 25...30 %.

Для різального інструмента використовують також металокерамічний матеріал *кермет* (марки ВЗ, ВОК-60, ВОК-63), який виготовляють із дешевої сировини (глинозему, кремнезему), додаючи карбіди тугоплавких металів. Кермет застосовують в обробці загартованої сталі та матеріалів, які важко піддаються обробці, при невеликій глибині різання й рівномірному припуску. Пластини з кермету мають твердість до HRA 94, теплостійкість до 1200°C та зносостійкість, що перевищує зносостійкість твердих сплавів.

Найтвердішими серед інструментальних матеріалів є алмази. Алмази бувають природні й штучні. Застосування алмазних інструментів дає змогу продуктивно й високоякісно обробляти чавун, бронзу, кераміку, скло.

Для високопродуктивної обробки сталей, у тому числі легованих і загартованих, застосовують новий синтетичний матеріал — *кубічний нітрид бору* (торгові марки — «Ельбор-Р», «Композит», «Кубоніт», «Ісмит», «Гексаніт»).

§ 5.2. Геометрія різця

У § 1.3 наведено основні відомості про токарний різець. Нижче дається більш розгорнутий характеристика геометрії робочої частини різця.

Різальна частина різця ставовить клин. Клин лежить в основі дії ножа, сокири, зубила та інших різальних інструментів. Сила P , прикладена для клина зубила (рис. 5.1, а), розкладається на дві сили Q , кожна з яких більша від сили P , Н:

$$Q = \frac{P}{\cos \beta},$$

Ці дві сили й розклинують метал. При рубанні металу в лещатах шар, який знімають, відділяється у вигляді стружки (рис. 5.1, б). Якщо уявити, що різальний клин належить не зубилу, а різцю, то схема роботи буде такою самою (рис. 5.1, в).

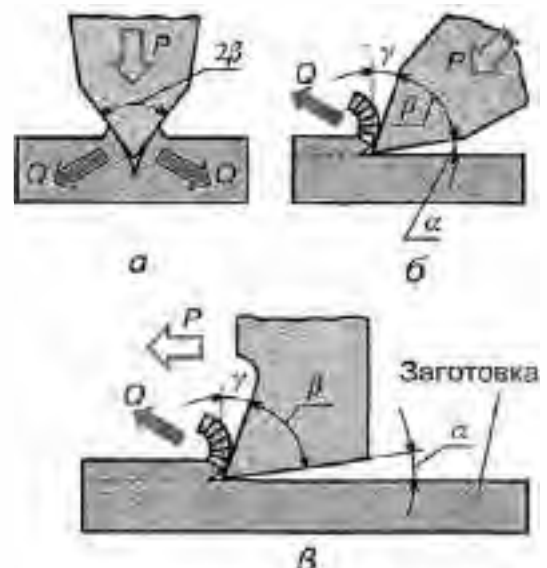


Рис. 5.1. дія КЛИНА

а, б — при рубанні зубилом, в — при струганні різцем

Для вивчення геометрії різця беруть умовні площини (рис. 5.2).

Основна площина (ОП), в якій виконується рух подачі різця. Як правило, вона збігається з опірною площиною («підпорукою») різця.

Площина різання (ПР) — це площина дотична до поверхні різання й водночас проходить через різальну хромку. Коли вершина різця розташована на одному рівні з центром заготовки, то площина різання перпендикулярна до основної площини. У цей момент проекцією площини різання на основну площину є пряма

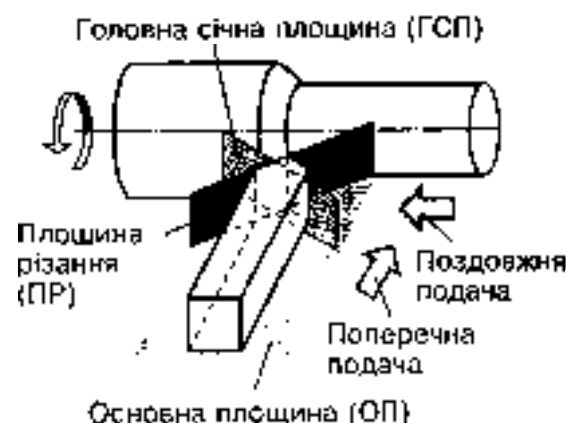


Рис. 5.2. умовні площини для вивчення геометрії різця

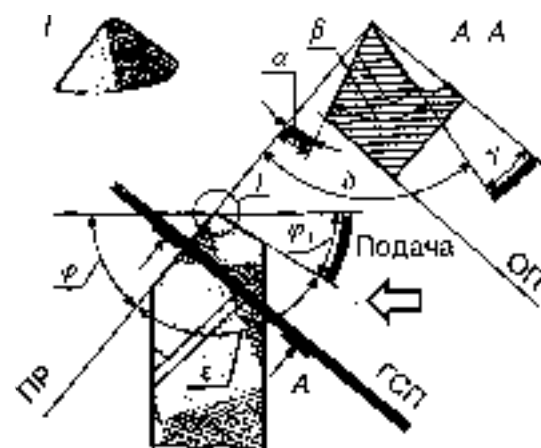


Рис. 5.3. кути різця в плані та в головній січній площині

лінії (рис. 5.3), яка проходить через різальну кромку.

Головна січна площина (ГСП) — площина, яка перпендикулярна до площини різання й водночас проходить через різальну кромку. Проекція цієї площини на основну площину на рис. 5.4 зображена прямою лінією, перпендикулярною до проекції головної різальної кромки різця.

Кути, що розглядаються в основній площині, називають кутами різця в плані.

Головний кут у плані φ (рис. 5.4) — це кут між проекцією на основну площину різальної кромки та напрямом подачі. Коли кут φ малий, у роботі бере участь більша частина різальної

кромки, поліпшується відведення тепла від вершини різця, підвищується стійкість різця (див. рис. 5.4). Для того щоб довга й тонка, тобто нежорстка, заготовка при обробці не протиналася, слід використовувати різці з більшим кутом φ , що зменшує відтискне зусилля. Як правило, при обробці жорстких заготовок $\varphi = 30 \dots 45^\circ$, для нежорстких заготовок $\varphi = 60 \dots 90^\circ$.

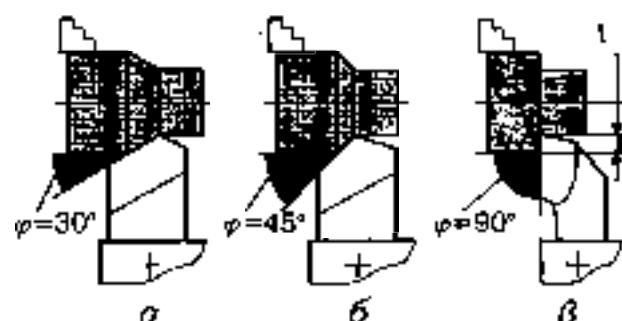


Рис. 5.4. головний кут різця в плані

Допоміжний кут у плані φ_1 — це кут між проекцією допоміжної кромки на основну площину та напрямом подачі (див. рис. 5.4). Якщо кут φ_1 малий, то відбувається таке зване *небажане різання* до роботи, крім різальної кромки, включається ще й допоміжна, що, звичайно, створить додатковий опір оброблюваного металу різанню. Небажаний також і великий кут φ_1 , оскільки це послаблює вершину різця. Як правило, $\varphi_1 = 10 \dots 30^\circ$.

Якщо різальна кромка криволінійна (радіус кривизни R), то головний кут у плані є змінною величиною й розглядається для певної точки різальної кромки.

Кут при вершині ϵ (див. рис. 5.3) — це кут між проекціями на основну площину різальної та допоміжної кромки. Якщо значення кутів φ і φ_1 залежить від заточування й установлення різця, то значення кута ϵ — лише від заточування, оскільки дис умова $\varphi + \varphi_1 + \epsilon = 180^\circ$. Коли різець установлюють не перпендикулярно до осі заготовки, то кути φ і φ_1 змінюються, а кут ϵ залишається незмінним (рис. 5.5). Якщо різець установлено перпендикулярно до осі центрів, а рух подачі відбувається під кутом до осі (обточування конусів), то значення фактичних кутів φ та φ_1 змінюються (рис. 5.6).

Заокруглення r вершини різця (див. рис. 5.3) запобігає її поломці й забезпечує змен-

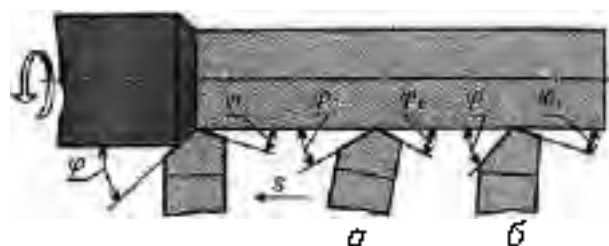


Рис. 5.5. ЗМІНА КУТІВ У ПЛАНІ ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ РІЗЦЯ НЕПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ДО ОСІ ЦЕНТРИВ:

α — φ зменшується; φ , збільшується, β — φ збільшується; φ , зменшується

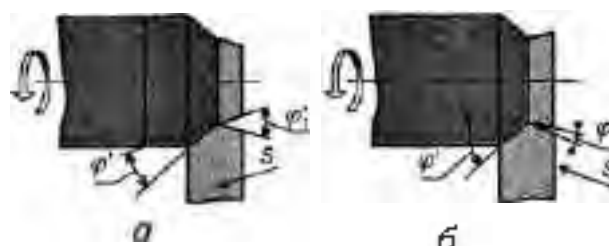


Рис. 5.6. ЗМІНА КУТІВ У ПЛАНІ «Т.А.», ПРИ ТОЧІННІ ПІД КУТОМ ДО ОСІ

α — φ зменшується, φ , збільшується, β — φ збільшується, φ , зменшується

шення шорсткості обробленої поверхні. Для чистової обробки беруть $r = 1...2$ мм.

Розглянемо кути різця в головній січній площині (головні кути). Якщо розсікти різець по головній січній площині, то в перерізі буде видно різальну частину різця (див. рис. 5.3), яка характеризується кутами, розглянутими нижче. У різця головною січною площиною бачимо лезо різця (див. рис. 5.3), для характеристики якого розглянемо наведені нижче кути

Головний задній кут α — кут між головною задньою поверхнею різця та площиною різання. При малому куті α виникає тертя головної задньої поверхні різця по поверхні різання, а при великому — послаблюється лезо. Головний задній кут $\alpha = 7...12^\circ$ (як правило, 8°).

Передній кут γ — кут між передньою поверхнею (або дотичною до неї) і площиною, перпендикулярною до площини різання. При малих значеннях переднього кута γ стружка круто загинається, що призводить до підвищення опору різанню, а також може спричинити віб

рації та погіршення якості обробки. Збільшення переднього кута полегшує сходження стружки, але послаблює лезо. Тому великий передній кут допускається лише при обробці м'яких матеріалів, щоб не сталося поломки леза. Числові значення переднього кута визначають за довідником [2], де їх подано залежно від механічних властивостей оброблюваного матеріалу.

Якщо передня поверхня різця нахилена вниз від різальної кромки, то передній кут вважається додатним ($+\gamma$); якщо ж угору — то від'ємним ($-\gamma$). Різці з від'ємним переднім кутом оснащують пластинами з твердого сплаву й використовують для обдирних робіт по сталі на потужних токарних верстатах: удари сприймаються не різальною кромкою, а всією передньою поверхнею, що захищає лезо від руйнування. Для напівчистової обробки по сталі різальну кромку твердосплавного різця затуплюють до невеликого від'ємного кута, створюючи так звану від'ємну фаску (рис. 5.7).

Кут загострення β — кут між передньою та задньою поверхнями леза (або кут між дотичними до цих поверхонь)

Кут різання δ — кут між передньою поверхнею леза та площиною різання (див. рис. 5.4).

Кути α і γ утворюються при заточуванні різця, з кутів α і β є похідники від них: $\beta = 90^\circ - \alpha - \gamma$; $\delta = \alpha + \gamma$. Значення кутів α і γ залежать не лише від заточування, а й від установлених різця відносно центра заготовки (рис. 5.8). В разі установлення різця вище від центра площина різання, дотична до поверхні різання, змінює положення, тобто повертається на кут φ . При цьому фактичний задній кут α зменшується на кут μ , а фактичний передній кут γ , навпаки, збільшується на той самий кут порівняно з кутами заточування: $\alpha_{\text{ф}}$ і $\gamma_{\text{ф}}$ (рис. 5.8, а). Якщо вершину різця встановлено нижче від центра, то відповідно збільшується задній кут, а передній — зменшується (рис. 5.8, б):

$$\alpha_{\text{ф}} = \alpha_{\text{н}} + \mu; \quad \gamma_{\text{ф}} = \gamma_{\text{н}} - \mu.$$

На практиці при зовнішній токарній обробці допускається установлення різця вище від центра на $h = 0,02 D$, оскільки сила, яка діє з боку заготовки, депо відтискує різець вниз.

При внутрішній обробці (розточуванні) кути α і γ змінюються залежно від установлення вершини різця відносно центра заготовки в зворотному напрямі (рис. 5.8, а, б)

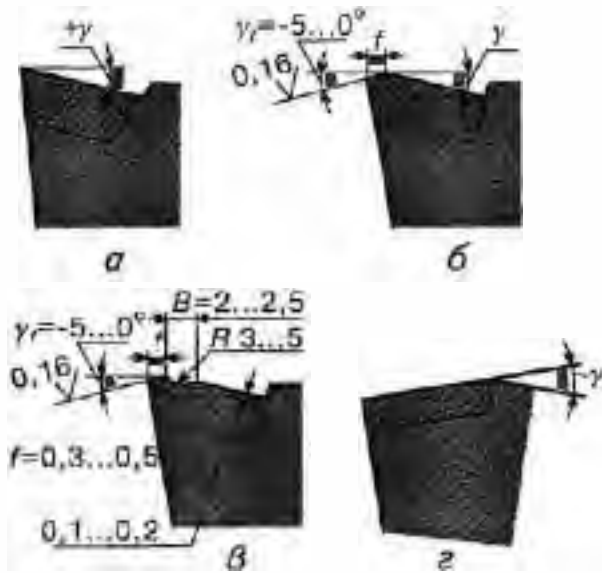


Рис. 5.7. ФОРМИ ПЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХНІ ГОЛОВКИ РІЗЦЯ

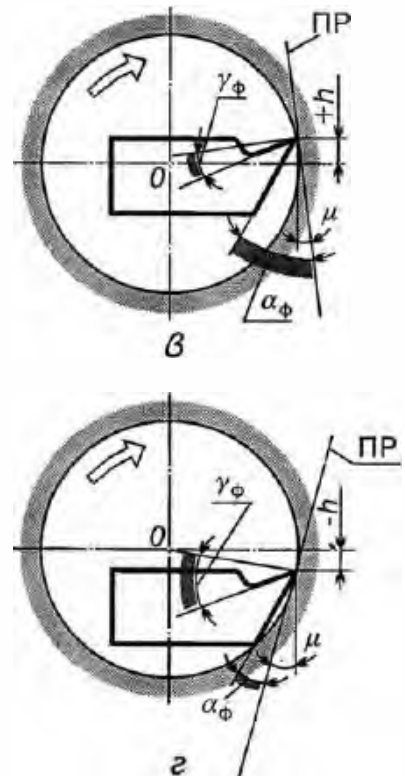
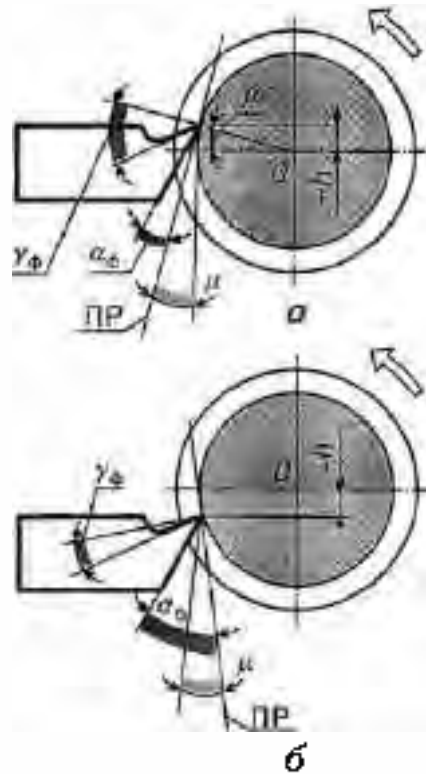
a — плоска без фаски з додатним переднім кутом (для обробки чавуну та в'язких сталей); *б* — плоска з фаскою (для напізнювальної та чистової обробки сталі); *в* — радіусна (для обробки сталі зі стружкопамятливим); *г* — плоска без фаски з від'ємним переднім кутом (для обробки сталі при ударному навантаженні)

Кут нахилу різальної кромки λ — це кут між різальною кромкою та її проекцією на основну площину (рис. 5.9). Його вважають нульовим, якщо різальна кромка паралельна основній площині; додатним, коли вершина є найнижчою точкою різальної кромки, і від'ємним, якщо найвищою. Вис нахилу площини різальної кромки та значення кута λ залежить напрям сходження стружки: при додатному куті $+\lambda$ вершина стикається із заточкою пізніше від усіх інших точок різальної кромки; тому вона захищена від ударів, а стружка завертається на заготовку й інтенсивно ламається.

Для роботи з важким навантаженням (до того ж з ударами) рекомендується поєднання кутів $-\gamma$ та $+\lambda$.

Рис. 5.8. ЗМІНА КУТІВ α_1 І α_2 ПІСЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ТОКАРНОГО РІЗЦЯ НЕ ПО ОСІ ЦЕНТРІВ ВЕРСТАТА ПРИ ЗОВНІШНЬОМУ ТОЧІННІ (*a*, *б*) ТА РОЗТОЧУВАННІ (*в*, *г*).

a, *в* — встановлення вище від осей центрів, *б*, *г* — нижче



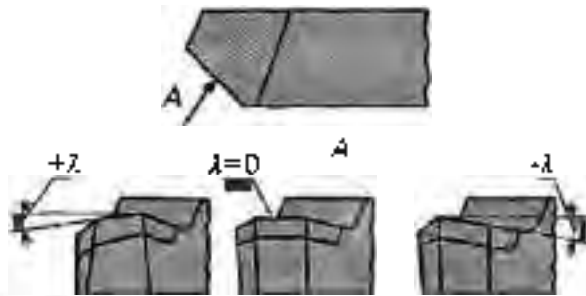


Рис. 5.9. Кут нахилу різальної кромки

§ 5.3. Заточування різців. Контроль геометрії різців

Внаслідок тертя стружки об передню поверхню різця, а головної задньої поверхні різця об заготовку, робоча частина інструмента спрацьовується. При досягненні спрацьованою площадкою, яка утворюється на головній задній поверхні різця, 1...1,5 мм різці заточують. Цю роботу виконують на точно-шліфувальному верстаті («точилі») (рис. 5.10). Його основний вузол — шпіндельна головка 4 — становить вмонтований електродвигун (рис. 5.10, а) На обох кінцях вала шпинделя встановлені шліфувальні круги 3: один — з електрокорунду для заточування різців, частину яких виготовлено з швидкорізальної сталі; а другий — із зеленого карбіду силіцію — для заточування твердосплавних різців.

Для заточування різців укладають підшвою на підручник (див рис. 5.10, б), потім за допомогою сегмента 8 та поворотного столика 9 регулюють положення різця відносно шліфувального круга і встановлюють потрібний задній кут. Вершина різця має розташовуватися на рівні центра круга або дещо вище нього (але не більше, ніж на 10 мм). Під час заточування різець легка притискають заточуваною поверхнею до круга, що обертається, й безперервно пересувають уздовж робочої поверхні круга (рис. 5.11).

Прогресивним вважається алмазне заточування, яке забезпечує високу стійкість інструмента, оскільки не відбувається перегрівання пластинки з твердого сплаву.

Алмазне заточування виконують на заточувальних верстатах, що мають точні підшипникові шпинделі. При цьому застосовують алмазні

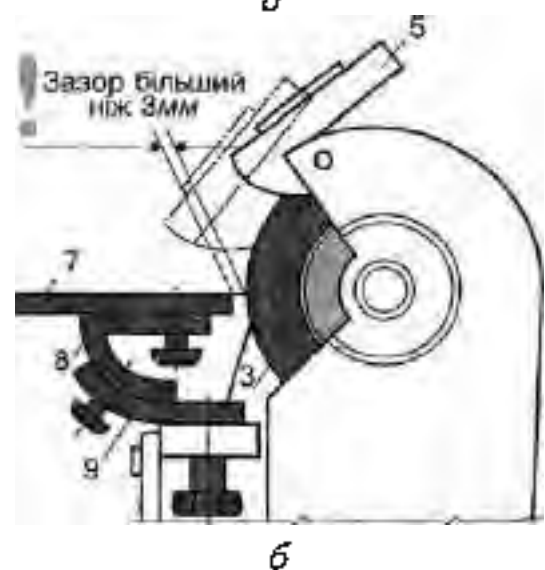
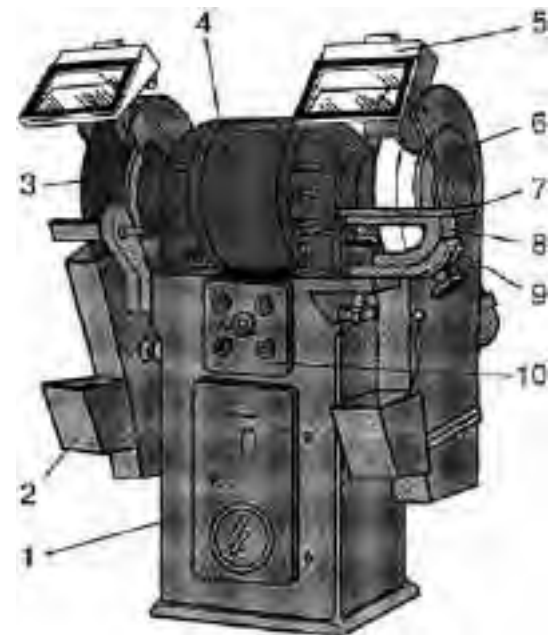


Рис. 5.10. ТОЧІЛЬНО-ШЛІФУВАЛЬНИЙ ВЕРСТАТ (ТОЧИЛО).

а — загальний вигляд; б — схема встановлення підручника; 1 — сталевий; 2 — резервуар для олії; 3 — шліфувальний круг; 4 — шпіндельна головка; 5 — шток; 6 — затисний кожух; 7 — регульований підручник; 8 — поворотний сегмент; 9 — поворотний столик; 10 — пульт керування

круги на металевій зв'язці. Алмазоносний шар цих кругів містить алмазний порошок високої міцності або підвищеної міцності.

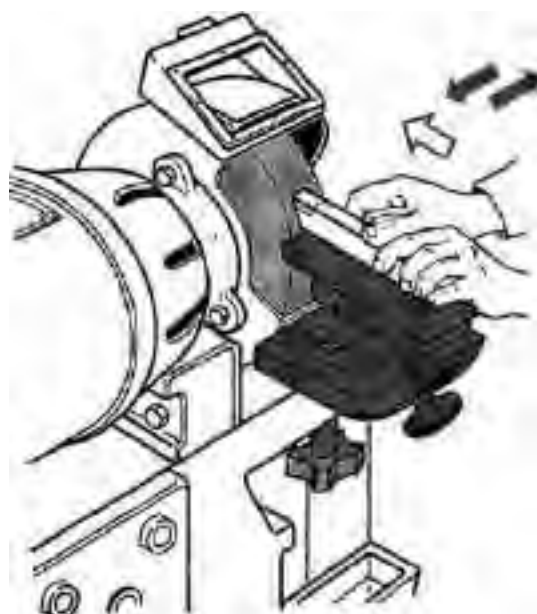


Рис. 5.11. Заточування відрізного різця периферією плоского круга, умовно з відкинутим щитком.

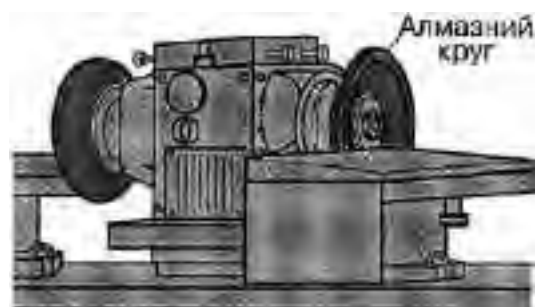


Рис. 5.12. Пристрій для алмазного доведення різців

Після заточування різці піддають доведенню на алмазних доводочних кругах (рис. 5.12). Алмазоносний шар таких кругів містить алмазний порошок звичайної міцності, зв'язку бакелітолу (Б). Швидкість обертання алмазного круга при доведенні становить 20...25 м/с.

Алмазне доведення дає змогу досягти шорсткості поверхні леза 10—11-го класів, що забезпечує високу гостроту різальної кромки й підвищує довговічність різця в 1,5...2 рази.

Твердосплавні різці, які треба доводити, повинні мати такі кути леза, щоб алмазний круг

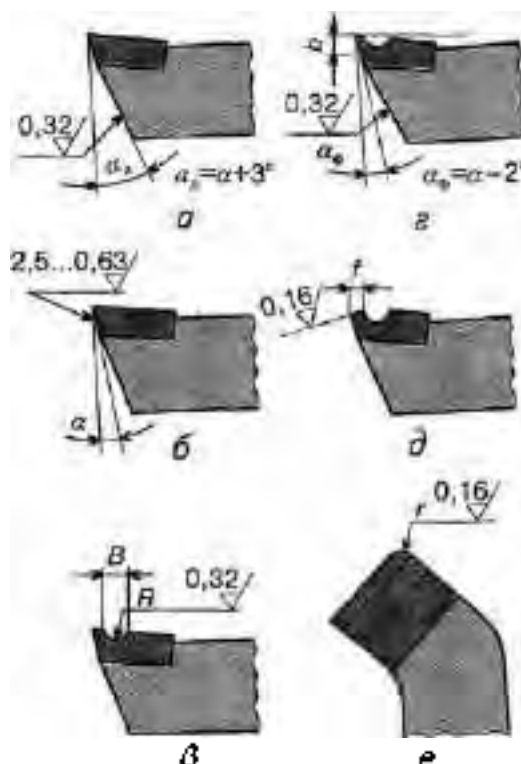


Рис. 5.13. ПОРЯДОК ЗАТОЧУВАННЯ ТА ДОВЕДЕННЯ ТВЕРДОСПЛАВНИХ РІЗЦІВ.

а — заточування по державці; б — по пластини; r — радіус на канавка ($B = 3$ мм, $R = 5$ мм); в — доведення по задній поверхні; г — по передній поверхні ($f = 1...2$ мм, $\gamma = 3'$); д — по вершині ($r = 1...2$ мм).

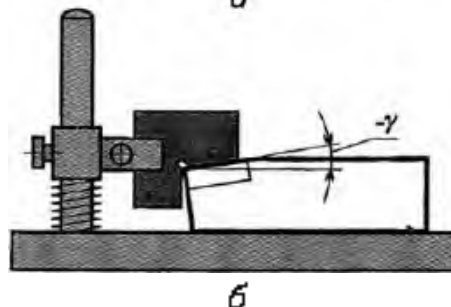
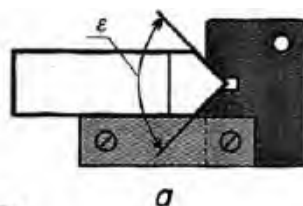


Рис. 5.14. КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРІ РІЗЦЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛАТОНІВ

а — ручного (у руці тримають і різць), б — закріпленого в стопку

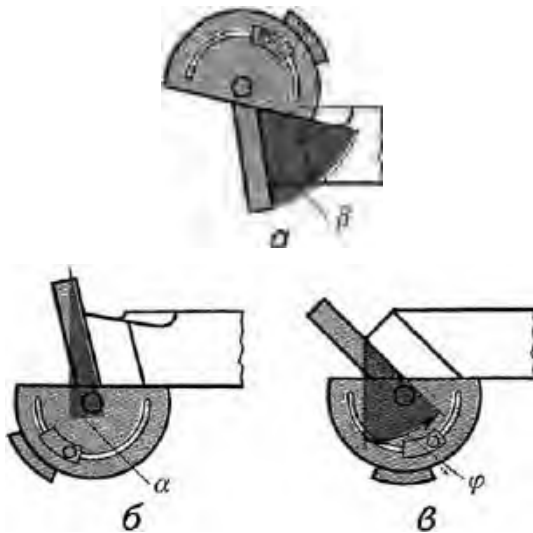


Рис. 5.15. КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИЇ РІЗЦЯ ЗА ДОПОМОГОЮ УНІВЕРСАЛЬНОГО КУТОМІРА.

α — кут β ; б — кут α , в — кут φ

«працював» тільки по пластинці й не торкався державки різця (інакше він буде швидко «засалюватися»).

При заточуванні й доведенні різця слід дотримуватися такої послідовності: спочатку заточують головну й допоміжні задні поверхні по державці, потім їх же — по пластинці з твердого сплаву. Після цього заточують стружколамну канавку й нарешті доводять стрічку по головній задній поверхні, по передній поверхні й по вершині (рис. 5.13).

Для високопродуктивного й високоякісного заточування й доведення різців (а також інших різальних інструментів із швидкорізальної сталі) використовують крути із синтетичного мате-

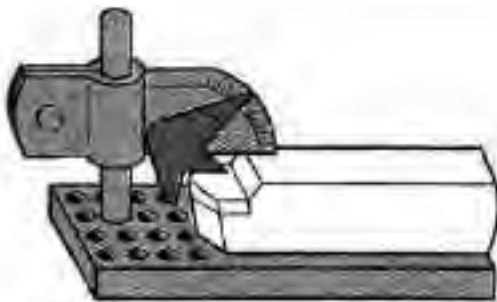


Рис. 5.16. СПЕЦІАЛЬНИЙ КУТОМІР ДЛЯ РІЗЦІВ

ріалу «Ельбора», близького за твердістю до алмазу, але з набагато вищою теплостійкістю.

Після заточування геометрію різця контролюють за допомогою шаблонів (рис. 5.14) або

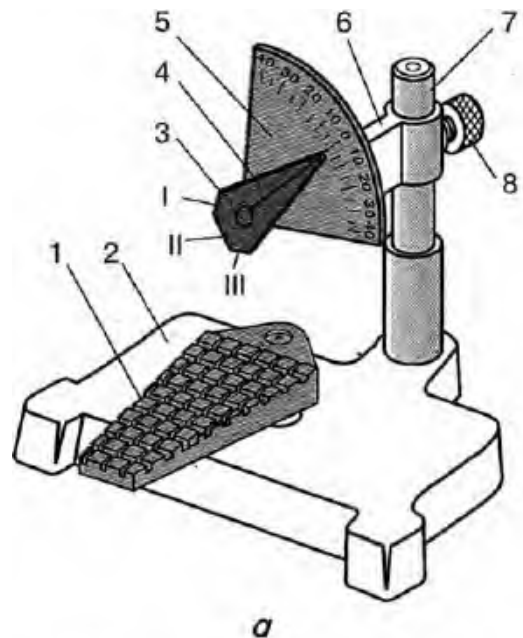


Рис. 5.17. СПЕЦІАЛЬНИЙ КУТОМІР ДЛЯ РІЗЦІВ
1 — основа; 2 — поворотна ручка; 3 — вісь; 4 — стрілка;
5 — транспортер; 6 — кришталей; 7 — стоп; 8 — шпилька;
А, Б, В, Г — контроль кута

кутоміра універсального (рис. 5.15), або ж спеціального (рис. 5.16, 5.17).

§ 5.4. Високопродуктивні різці для зовнішнього точіння

Великого поширення набули різці з механічним закріпленням непереточуваних пластинок з багатьма кромками з твердого сплаву (рис. 5.18). Пластинку 1 насаджують отвором на штифт 6 й притискають до нього та опорної пластинки (підкладки) 2 клином 5 за допомогою гвинта 4. Після спрацювання різальної кромки пластинку повертають так, щоб почала працювати наступна кромка. Коли ж усі кромки будуть відпрацьовані, пластинку міняють. Такі пластинки випускають з шести-, п'яти-, чотири- та тригранними кромками. На передній поверхні пластинок є стружкозаклиниві ка-

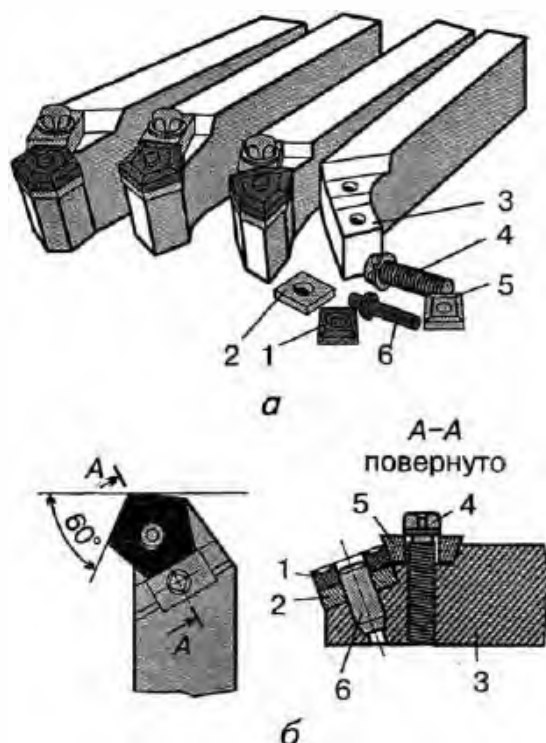


Рис. 5.18. РІЗЦІ З МЕХАНІЧНИМ КРІПЛЕННЯМ ПЛАСТИНОК З ТВЕРДОГО СПЛАВУ З КІЛЬКОМА КРОМКАМИ:

а — загальний вигляд різців; б — конструкція різця; 1 — пластинка з твердого сплаву; 2 — опорна пластинка; 3 — державка; 4 — гвинт; 5 — клин; 6 — напружувальний штифт

навки. Різці з механічним кріпленням пластинок економічні, зручні в роботі, забезпечують надійне подрібнення стружки й мають підвищену стійкість порівняно з напаяними різцями. Такі різці увесь час удосконалюються, застосовуються нові засоби кріплення пластинок до державки. Різець, зображений на рис. 5.19, має важільний механізм кріплення пластинок. При затвнюванні гвинта 6 важіль 5 притискає різальну пластинку 3 до уступу гнізда й напрям сили притискання пластинки збігається з напрямом радіальної сили, що виникає в процесі різання. Це сприяє надійному закріпленню пластинки, усуває вібрації, забезпечує загальне підвищення стійкості різця. Різець з механічним кріпленням багатокромкової різальної пластинки (без центрального отвору) за допомогою Г-подібного прихвату показано на рис. 5.20.

На важких токарних верстатах застосовують різці зі змінними робочими головками: у разі потреби міняють тільки робочу головку, котра закріплюється у пазі державки типу «ластівки

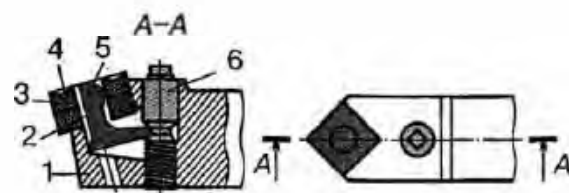


Рис. 5.19. РІЗЕЦЬ З ВАЖІЛЬНИМ КРІПЛЕННЯМ ПЛАСТИНКИ З ТВЕРДОГО СПЛАВУ З КІЛЬКОМА КРОМКАМИ:

1 — державка; 2 — опорна пластинка; 3 — різальна пластинка; 4 — клин; 5 — важіль; 6 — гвинт

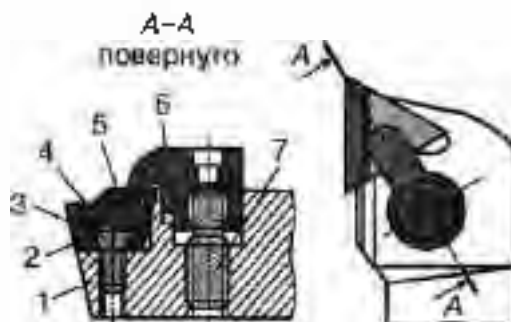


Рис. 5.20. РІЗЕЦЬ З КРІПЛЕННЯМ БАГАТОКРОМКОВОЇ ПЛАСТИНКИ З ТВЕРДОГО СПЛАВУ ПРИХВАТОМ — КОСТИЛЕМ

1 — державка; 2 — опорна пластинка; 3 — штифт; 4 — різальна пластинка; 5 — стружколом; 6 — кистиль; 7 — гвинт

хвіст» (рис. 5.21), а сама державка з різцетримача не виймається. Це скорочує час на заміну різців, полегшує їх заточування.

Збірний відрізний різець подано на рис. 5.22 зі змінними ножами. Пластинчастий двосторонній ніж установлюють у кутовий паз державки 3 й закріплюють зверху за допомогою спеціальної планки 2 та першого гвинта різцетримача.

Пряме обертання

Сила, що діє на заготовку з боку різця, намагається трішки відхилити її. Якщо між шпинделем і підшипником є зазор, то шпиндель дещо піднімається і всією масою разом із шестернями, патроном і заготовкою лягає на різць, що може спричинити його поломку.

Стружка утримується на різці й може заклинитися у прорізі, що викликає необхідність видавити її гачком або ж періодично виводити різць із ковтки. За наявності на заготовці виступів або твердих включень удар сприймає різць, що може спричинити поломку відтягнутої головки різця або викришування твердосплавної пластинки.

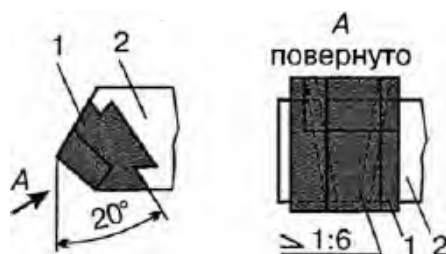


Рис. 5.21. РІЗЕЦЬ ЗІ ЗМІННОЮ РОБОЧОЮ ГОЛОВКОЮ

1 — змінна головка; 2 — державка

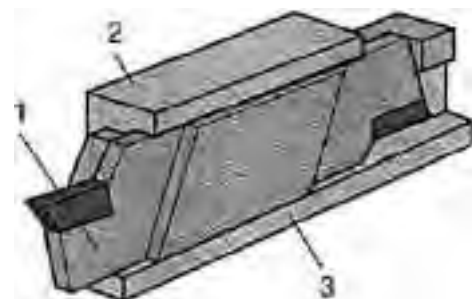


Рис. 5.22. ЗБІРНИЙ ВІДРІЗНИЙ РІЗЕЦЬ:

1 — пластина, 2 — притискна планка, 3 — державка

Важкі відрізні роботи (великий діаметр, твердий матеріал) доцільно виконувати зігнутим відрізним різцем, різальна кромка якого розташована знизу (рис. 5.23), при зворотному обертанні шпинделя. Еластичний різць з віброгасильною мідною впайкою у звуженій головці різця зображено на рис. 5.24. У перевагах використання відрізних різців можна переконатися при такому зіставленні:

Зворотне обертання

Сила, що діє з боку різця на заготовку, направлена вниз, тобто притискує шпиндель до підшипника.

Стружка направлена вниз, але не затримується на різці й падає в кориті під дією власної ваги. Виступи чи тверді закралплення з розмахом озаряють по різцю, викликаючи при цьому деяке відтискання зігнутої державки, це пом'якшує удар і захищає різць від поломки. Удар амортизують також зазори між сусідніми деталями супорта.

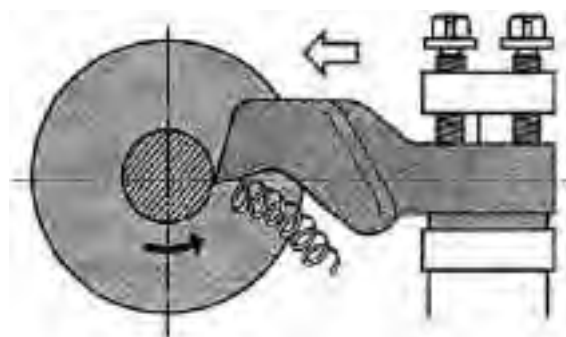


Рис. 5.23. ВІДРІЗНИЙ РІЗЕЦЬ ДЛЯ ВІДРІЗАННЯ ПРИ ЗВОРОТНОМУ ОБЕРТАННІ КРУТА



Рис. 5.24. ВІДРІЗНИЙ РІЗЕЦЬ З ВІБРОГАСИЛЬНОЮ ВПАЙКОЮ

Контрольні запитання та завдання

1. Які умовні площини приймають для визначення геометрії різця?
2. Назвіть кути, що характеризують геометрію різальної частини різця.
3. Як впливає установка різця відносно осі центрі в верстата на його головні кути?
4. Назвіть основні марки твердих сплавів для обробки чавуну та сталі.
5. Від чого залежить вибір значення заднього кута?
6. Як контролюють геометрію різця?
7. Які вимоги ставляться до інструментальних матеріалів?
8. Як впливає установка різця відносно осей на кути різця?

Глава 6

ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ З ТЕОРІЇ РІЗАННЯ МЕТАЛІВ

§ 6.1. Теорія різання як наука

Токарна обробка — один із способів обробки матеріалів різанням. Процес різання вивчає наука, яка є частиною фізики твердих тіл і називається *теорією різання*. Для глибокого вивчення токарної справи необхідні знання основ цієї теорії.

Теорія різання розглядає: загальні закономірності процесу утворення стружки; сили, що діють на інструмент, та їхній вплив на процес різання; теплові явища, які виникають у процесі різання; спрацювання інструментів і шляхи підвищення їхньої стійкості; вплив геометрії інструментів на процес різання; вплив режимів різання на зусилля різання й стійкість інструмента; правила вибору змащувально-охолоджувальної рідини й способу підведення її в зону різання тощо.

Для розвитку теорії різання металів велике значення має тісний контакт науки з виробництвом, учених з інженерами-практиками та робітниками-верстатниками.

§ 6.2. Процес утворення стружки

Сутність обробки металів різанням полягає у зрізуванні із заготовки поверхневого шару металу у вигляді стружки для отримання деталі потрібних форм, розмірів і якості поверхні.

Дослідження показали, що процес різання металу — це по суті сколювання частинок металу під дією сили, з якою передня поверхня різця впливає у зрізуваний шар. Сколювання частинок металу (елементів стружки) відбувається у площині зсуву: — τ , розміщеній під кутом сколювання $\beta_1 = 30 \dots 40^\circ$ до оброблюваної поверхні. В середині кожного елемента відбуваються мікристисталіні зсуви під кутом $\beta_2 = 60 \dots 65^\circ$ (рис. 6.1).

Залежно від оброблюваного металу та умов різання утворюється стружка різних видів (рис. 6.2): *спідчаста, сколювання, зламна, спіральна, зламна, мутова, подвійна (сипка)*. Стружка надломно характерна для обробки чавуну та бронзи.

Кожен елемент стружки здавлюється під дією сили, яку прикладено з боку передньої поверхні різця, внаслідок чого довжина стружки завжди менша, ніж довжина тієї поверхні, з якої вона зрізана (рис. 6.3). Це явище називається *усадкою стружки* й характеризується коефіцієнтом *усадки*

$$K = \frac{L_0}{L},$$

де L_0 — довжина оброблюваної поверхні (шлях проходу різця по заготовці), мм; L — довжина стружки, мм. Значення K завжди більше за 1. Чим більший коефіцієнт усадки, тим більший опір зрізуванню (сколюванню) чинить оброблюваний метал. За коефіцієнтом усадки можна робити технологічні висновки щодо доцільності вибору тієї чи іншої геометрії різця, режимів різання, змащувально-охолоджувальної рідини.

Механічна енергія, затрачена на процес різання, перетворюється на теплову. У зоні різання виникає теплота різання. Найсильніше нагрівається стружка (до 75 % теплоти, що виділяється), оскільки вона зазнає значної деформації. До 20 % виділеної теплоти сприймає різець, близько 4 % — оброблювана заготовка й близько 1 % витрачається на нагрівання навколишньої атмосфери. При затупленні різця схема розподілу теплоти різання дещо змінюється: різець і заготовка нагріваються більше.

Сталева стружка, сколюючи по передній поверхні різця, встигає передати йому значну частину своєї теплоти, тому інструмент, нагріваючись від тертя й отримуючи додаткову теплоту

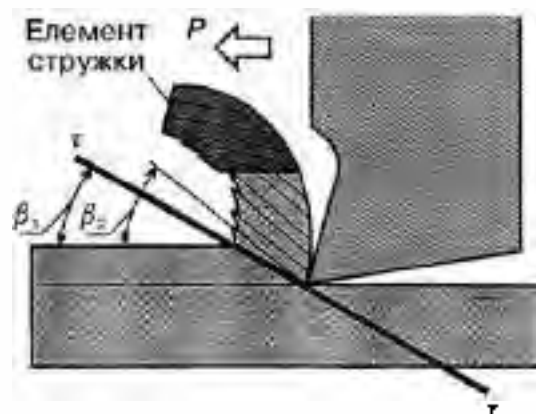


Рис. 6.1. СХЕМА УТВОРЕННЯ СТРУЖКИ

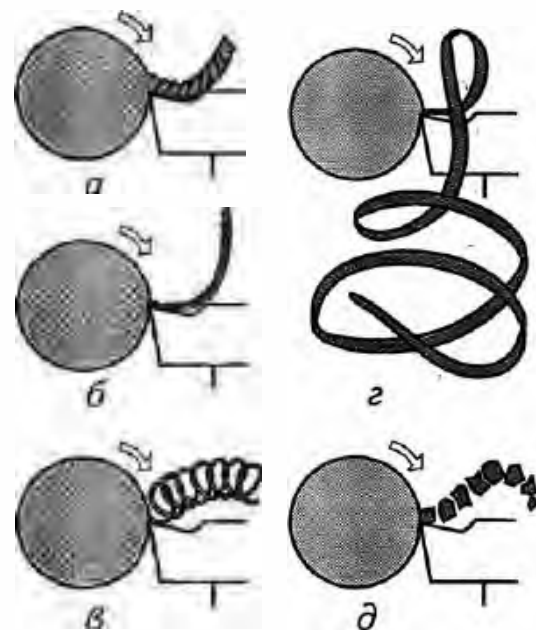


Рис. 6.2. ВИДИ СТРУЖОК

а — спіральна; б — з хвостиком; в — з великим хвостиком; г — з великим хвостиком і чіплетом; д — з великим хвостиком і чіплетом; е — з великим хвостиком і чіплетом; ф — з великим хвостиком і чіплетом

від стружки, може перегрітися й втратити свої різальні властивості. Різальна кромка перегрітого інструмента набуває сильного відліску й оплавлюється. Оплавлювання різальної кромки є наслідком неправильного вибору режиму різання. Якщо різець не донедено до аварійного руйнування (оплавлення), перегрівання в цьому разі призводить до розм'якшення різальної кромки інструмента й прискорення спрацювання.



Рис. 6.3. СХЕМА УСАДКИ СТРУЖКИ

§ 6.3. Фізичні явища, які супроводжують процес різання

Процес різання супроводжується низкою закономірних явищ, вивчення яких дає змогу правильно обґрунтувати вибір конкретних умов (режиму) різання, геометрії різця, змазувальної-охолоджувальної рідини.

Наклеп. Оброблена поверхня завжди має вищу твердість, ніж уся заготовка. Це є наслідком наклепу (зміни структури) поверхневого шару оброблюваного металу під дією деформації, яка супроводжує сколювання елементів стружки. Глибина наклепаного шару досягає 1–2 мм. Ступінь наклепу (підвищення твердості) й глибина наклепаного шару залежать від механічних властивостей оброблюваного матеріалу (крихкі метали наклепуються менше, ніж в'язкі), геометрії різця (менший передній кут різця спричиняє більший наклеп), режиму різання, мастила та інших факторів. Наклеп знімають відшліфовуванням.

Утворення наросту. При різанні пластичних металів на передній поверхні різця поблизу різальної кромки утворюється «бугорок» металу, що «приварився» до передньої поверхні. Це так званий *нарост* (рис. 6.4). Причиною його виникнення є дещо пригальмовування поверхневого шару стружки при сходженні по передній поверхні різця (рис. 6.4, а).

Нарост відзначається високою твердістю, оскільки, натрітаючись, а потім охолоджуючись, загартовується, а також значно ущільнюється (наклепується).

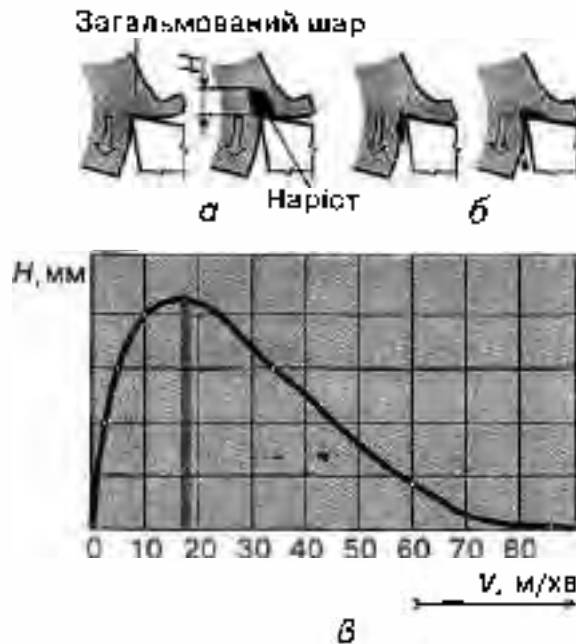


Рис. 6.4. УТВОРЕННЯ НАРОСТУ ПРИ ТОЧІННІ

a — схема утворення наросту; *b* — зростає наросту; *a* — залежність висоти наросту H від швидкості різання v

При обдирній обробці нарост, приймаючи на себе навантаження, запобігає перегріванню й спрацюванню передньої поверхні різця. Тому явище наростотворення при чорновій обробці нешкідливе і навіть корисне. Наростотворення при чистовій обробці — шкідливе явище, оскільки знижує точність і клас шорсткості обробленої поверхні.

Нарост не тримається довгий час на різці, а періодично обламується й захоплюється між різальною кромкою різця й заготовкою, при цьому дрібні уламки утворюють виїмки (лунки) на обробленій поверхні, дрібні шматочки металу, що прилипають на ній, створюють підвищену шорсткість. Крім цього, нерівні краї наросту, які виходять за різальну кромку, дряпають оброблену поверхню. Тому за умов утворення наросту дістати високоякісну поверхню (не вище 5-го класу шорсткості) неможливо.

Усунути причини наростотворення можна таким чином:

— *роботою у певній зоні швидкостей різання.* Найінтенсивніше нарост утворюється при швидкості різання, що становить 7...30 м/хв (рис. 6.4, б). При малій швидкості (до 7 м/хв) температура в зоні різання недостатня для спі-

кання й загартування наросту, а при великій (понад 30 м/хв) нарост не встигає приваритися до різця, оскільки його зносить стружка, що швидко сходить. Обробку багатолезовими інструментами із швидкорізальної сталі (розвертками, мітчиками) і фасонними різцями, тобто інструментами, які мають забезпечити низьку шорсткість, виконують на малих швидкостях різання, а твердосплавними різцями й зеркерами — на високих;

— *доведенням або поліруванням передньої поверхні:* при цьому тертя стружки об інструмент різко знижується, зменшується «пригальмування» поверхневого шару стружки, і нарост практично не утворюється;

— *застосуванням змащувально-охолоджувальної рідини.* Якщо поверхня різця добре змащується, нарост буде незначним.

§ 6.4. Змащувально-охолоджувальна рідина та підведення її у зону різання

Вибір змащувально-охолоджувальної рідини залежить від виду обробки (чорнова або чистова), властивостей оброблюваного металу, глибини й швидкості різання, виду стружки, вимог до якості обробленої поверхні та ін.

Змащувально-охолоджувальні рідини, які застосовуються при обробці сталі, поділяються на дві групи. До першої групи належать рідини, які справляють переважно охолоджувальну дію. Це водяні розчини соли або мила, водяні емульсії та інші сполуки, що характеризуються великою теплопровідністю. До другої групи належать рідини переважно змащувальної дії: мінеральні масла та їхні суміші, сульфозфрезол (осірчене мінеральне масло), рідина «Ахвол-2» тощо.

При обробці чавунних заготовок застосовують охолодження гасом зі скипидаром або содовою емульсією. В окремих випадках чавун та інші хрипкі матеріали обробляють без охолодження.

Правильний вибір змащувально-охолоджувальної рідини — важливий фактор забезпечення високої стійкості інструмента й високої якості обробленої поверхні.

Змащувально-охолоджувальна рідина підводиться в зону різання такими способами:

— *вільним струменем* (рис. 6.5, а). Рідина нагнітається з резервуара вверстата насосом і через

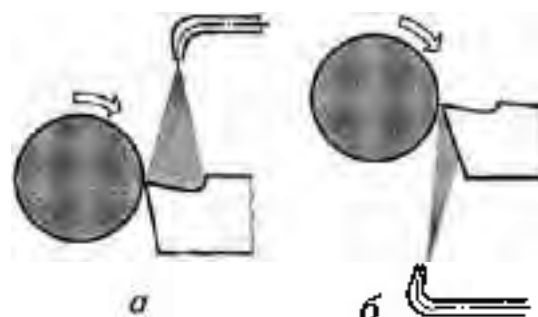


Рис. 6.5. СПОСОБИ ПІДВЕДЕННЯ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ РІДИНИ.

а - відливи струменем, б - високонадірним струменем

систему шлангів і напирне сопо подається в зону різання (на стружку, в місце її загинання);

— високонадірним струменем (рис. 6.5, б). Рідина подається від задньої поверхні різця через отвір малого діаметра сопла (0,2...0,4 мм) під тиском 1,96...2,35 МПа. За таких умов рідина інтенсивно проникає в зону стружкоутворення, швидко випаровуючись, відводить більше тепла, ніж рідина, яку подають вільним струменем,

— у розпиленому стані за допомогою спеціальної установки. При охолодженні розпиленою емульсією найефективніше використовуються охолоджувальні та змащувальні властивості застосовуваних рідин. Емульсія подається в зону різання зі швидкістю до 300 м/с, що забезпечує інтенсивне відведення тепла від різця, заготовки й стружки. Подавання змащувально-охолоджувальної рідини у розпиленому стані порівняно з охолодженням вільним струменем в 1,5...2 рази підвищує стійкість інструмента зі швидкохідної сталі. Використана змащувально-охолоджувальна рідина потрапляє в корито верстата, далі через сито і фільтр знову надходить у резервуар. Очищення (регенерація) рідини дає змогу використовувати її багаторазово.

§ 6.5. Спрацювання і стійкість різця

На передній поверхні різця стружка «ви-роблює» заглиблення (лунку) завглибшки h (рис. 6.6, б). При подальшому спрацюванні лунка збільшується й може дійти до різальної кромки,

спричиняючи її руйнування. Проте практично цього не відбувається, оскільки інструмент завчасно переточують по задній поверхні. Лунка ж, збільшуючи передній кут різця, полегшує процес різання й навіть корисна.

Тертя по поверхні різання заготовки призводить до спрацювання задньої поверхні різця: тут утворюється площадка заввишки h_1 (рис. 6.6, а). Чим більша висота площадки, тим більше тертя, відповідно більше нагрівання і швидше відбувається дальше спрацювання; розміри площадки збільшуються, і це знову прискорює нагрівання та стирання інструмента. Значке спрацювання задньої поверхні небезпечно для різця, оскільки може призвести до руйнування кромки. Частіше буває спрацювання як по передній, так і по задній поверхні (рис. 6.6, в).

Причини спрацювання різця такі:

— безпосереднє дряпання поверхні інструмента твердими частинками оброблюваного металу. Спрацювання з цієї причини називають абразивним. Воно характерне для обробки чавуну, який має абразивну здатність, тобто інтенсивно стирає поверхню інструмента;

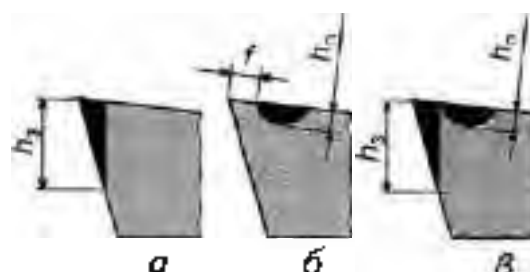


Рис. 6.6. ВИДИ СПРАЦЮВАННЯ РІЗЦЯ

а - по задній поверхні — площадка, б - по передній поверхні — лунка; в - по передній і задній поверхнях

— прилипання розм'якшених від нагрівання частинок металу інструмента до стружки, що сходять, і до поверхні різання («адгезія»). Чим сильніше нагрівання, тим інтенсивніше відбувається прилипання, а отже, й спрацювання інструмента через винесення частинок металу інструмента. Спрацювання з цієї причини називають *тепловим* (або «адгезійним»). Воно характерне для обробки сталі та інших в'язких металів.

Різець спрацьовується нерівномірно. У перші хвилини роботи інструмента швидко стираються шорсткості на лезові і знеутлеводнений

під час загартування тонкий шар. Це так зване *припрацювальне спрацювання*.

Якщо процес спрацювання зобразити графічно (рис. 6.7), відкладаючи по горизонтальній осі час роботи інструмента T , а по вертикальній — спрацювання h по задній поверхні, то спрацювання припрацювання відтворює лінія AB (зона I).

Згодом настає період нормального спрацювання; з часом висота площадки h , рівномірно зростає (зона II , пряма BC). Коли висота площадки досягає певного максимального значення h_{max} , даліше перегрівання різця спричинить різке зростання висоти площадки й руйнування різальної кромки (на графіку лінія спрацювання йде круто вгору (зона III)). Щоб не допус-

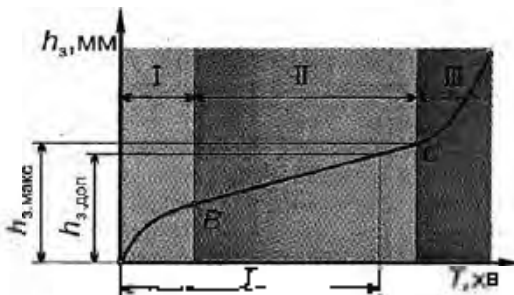


Рис. 6.7. ГРАФІК ЗАЛЕЖНОСТІ СПРАЦЮВАННЯ РІЗЦЯ ПО ЗАДНІЙ ПОВЕРХНІ ВІД ТРИВАЛОСТІ ЙОГО РОБОТИ

I, II, III — зони відповідно припрацювання; нормального спрацювання; руйнування (вихришення), T — період стійкості

тити аварійного руйнування кромки різця, його зазвичай переточують (тобто коли спрацювання досягає певного допустимого оптимального значення $h_{\text{доп}}$). Нормативні значення допустимого спрацювання наведено в довіднику [2]. Наприклад, для прохідного твердосплавного різця перерізом 16×25 мм допустиме спрацювання $h_{\text{доп}} = 2$ мм по сталі й $h_{\text{доп}} = 4$ мм по чавуну; для чистових прохідних, відрізних і нарізних різців $h_{\text{доп}} = 0,5$ мм і т. д. (рис. 6.8).

Час роботи інструмента до спрацювання на значення $h_{\text{доп}}$ називається *періодом стійкості (стійкістю)* T , хв. Інакше кажучи, *стійкістю* називається машинний час роботи різця до переточування. Переточування інструмента при спрацюванні на задане допустиме значення $h_{\text{доп}}$ називається *примусовим*. Воно забезпечує правильну експлуатацію різального інструмента.

Безпосередній контроль спрацювання h за допомогою оптичного приладу здійснюють в

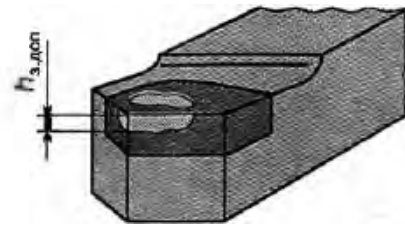


Рис. 6.8. ДОПУСТИМЕ СПРАЦЮВАННЯ ЛЕЗА РІЗЦЯ ПО ЗАДНІЙ ПОВЕРХНІ

лабораторіях, а на виробництві застосовують інші способи оцінювання стану інструмента (так звані критерії спрацювання).

Критерієм спрацювання може бути показ амперметра, увімкненого в мережу статора електродвигуна. Такий прилад у сучасних верстатах міститься на електрощиті. При підвищеному спрацюванні інструмента одразу зростає потужність, що витрачається на процес різання; при цьому стрілка амперметра різко відхиляється.

Критерієм спрацювання може бути також поява на обробленій поверхні блискучої жовтої смужки.

У серійному та масовому виробництві спочатку з'ясовують, скільки деталей можна виготовити до спрацювання інструмента на допустиме значення $h_{\text{доп}}$. Після обробки цієї кількості заготовок інструмент знімають для переточування. Оцінка спрацювання інструмента за кількістю оброблених заготовок називається *технологічним критерієм*.

Стійкість різального інструмента залежить від багатьох факторів: матеріалу інструмента, оброблюваного матеріалу, геометрії інструмента, режиму різання, якості змащувально-охолоджувальної рідини тощо. Найбільший вплив на стійкість справляє швидкість різання: чим вона вища, тим більше енергії витрачається на процес різання, більше виділяється тепла, інтенсивніше відбувається спрацювання (теплове й абразивне) поверхонь, що зазнають тертя, і тим менший період стійкості.

Доведено, що *невеликий приріст швидкості різання спричиняє значне зниження стійкості різця*. Наприклад, якщо швидкість різання під час роботи твердосплавним різцем збільшується вдвоє, то стійкість різця зменшується у 32 рази.

Підвищення стійкості порівняно з нормативною вимагає зниження швидкості різання, а отже, і продуктивності праці, що в свою чергу веде до зростання собівартості виробу.

§ 6.6. Швидкість різання

Швидкість різання, за якої собівартість виготовлення деталей буде мінімальною, називається *економічною швидкістю різання* $v_{ек}$. Стійкість інструмента, що відповідає економічній швидкості різання, називається *економічною стійкістю* $T_{ек}$ (табл. 2).

Таблиця 2. Середнє значення економічної стійкості та економічної швидкості різання для різних інструментів

Інструменти	Стійкість $T_{ек}$, хв	Швидкість різання $v_{ек}$, м/хв
Різиці проходні Р6М5	30...60	15...50
Різиці проходні Т15К6	60...90	120...350
Свердла Р6М5 при обробці сталі	10...110	10...55
Свердла ВК6 при обробці чавуну	40...80	50...100
Зенкери Р6М5	30...100	10...40
Розвертки Р6М5 при обробці сталі	40...120	2...15

Рациональна експлуатація різального інструмента полягає у призначенні таких режимів різання, за яких інструмент витримував би задану норму економічної стійкості. На основі експериментів введено формулу для розрахунку швидкості v , м/хв, різання за різних умов обробки:

$$v = \frac{C_v}{T^{m+1} S^m} K_{мт}; K_{мт} = K_{мт} K_{\phi} K_{\gamma} K_{\gamma_{\phi}};$$

тут C_v — коефіцієнт, який беруть (за довідником [2]) залежно від обробки, оброблюваного матеріалу та кута ϕ різця: чим менший кут ϕ , тим більша довжина різальної кромки бере участь у роботі, тим краще відводиться тепло від головки до державки; стійкість різця підвищується, і це дає змогу підвищити швидкість різання; m — показник степеня, що характеризує інтенсивність зменшення стійкості при зростанні швидкості (для швидкокорізальних різців $m = 0,125$; для твердосплавних $m = 0,2$); $K_{мт}$ — коефіцієнт, який враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу (зі збільшенням гнучкості міцності коефіцієнт зменшується); K_{ϕ} — коефіцієнт, який враховує (тільки для швидкокорізальних різців) переріз державки різця (при більшому перерізі державки коефіцієнт

більший); $K_{\gamma_{\phi}}$ — коефіцієнт, який залежить від якості змащувально-охолоджувальної рідини (тільки для швидкокорізальних різців); чим краще охолоджується різець, тим вищий коефіцієнт. Глибина різання t розташована у знаменнику. Це означає, що зі збільшенням площі перерізу стружки збільшується сила, що діє на різець і потужність різання; відповідно збільшується температура різання, що спричиняє розм'якшення й спрацювання різця. Для збереження заданої стійкості зменшують швидкість різання. Дробовий показник вказує на подвійний вплив глибини різання: збільшення глибини різання, хоча й підвищує температуру різання, але завдяки збільшенню робочої довжини різальної кромки поліпшує відведення тепла від головки різця ($K_{\phi} = 0,15$ для твердого сплаву Т15К6; 0,2 — для ВК6; 0,25 — для швидкокорізальної сталі). Подача S міститься у знаменнику формули. Це означає, що зі збільшенням подачі збільшується також площа перерізу зрізуваного шару й відповідно зменшується стійкість різця.

Дробовий показник степеня пояснюється тим, що зі збільшенням подачі зменшується активність тепловіддачі від заготовки до різця ($\gamma_{\phi} = 0,2$ для сплавів Т15К6 і ВК6; 0,66 для швидкокорізальної сталі).

Показник степеня при глибині різання завжди менший від показника степеня при подачі, тобто $x_1 < y_1$. Звідси випливає важлива закономірність різання при точінні: для підвищення швидкості різання при незмінній стійкості або для підвищення стійкості при незмінній швидкості різання треба збільшити глибину різання, відповідно зменшивши подачу.

§ 6.7. Сили, що діють на різець. Потужність різання. Момент різання

Оброблюваний матеріал чинить опір зрізуванню (сколюванню), і на різець діє сила опору різанню (тиск стружки). Ця сила складається із сили опору металу розриву в момент сколювання, сили опору стружки завиванню й сили тертя на робочих поверхнях різця. Сила опору різанню (рис. 6.9) напрямлена перпендикулярно до передньої поверхні різця. Положення передньої поверхні різця у просторі залежить від поєднання переднього кута γ і кута нахилу різальної кромки λ (кількість поєднань необмежена), тому напрям дії вектора сили опору різанню невизначений.

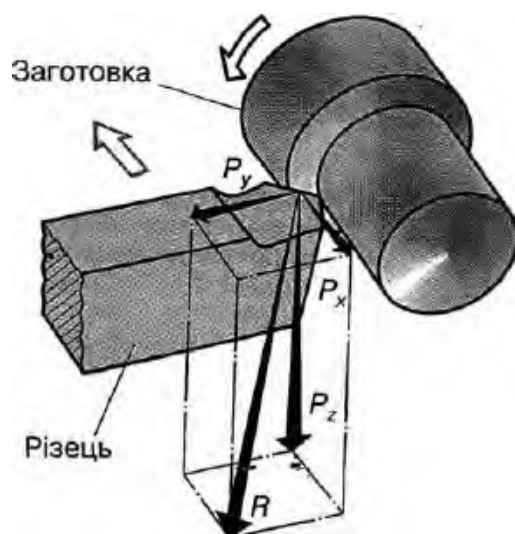


Рис. 6.9. Сили, що діють на різець

Вивчення й визначення сили опору різанню здійснюють за її проєкціями на три вибрані осі. Ці проєкції називаються складовими сили опору різанню.

Вертикальна складова, або **сила різання** P_z , напрямлена вертикально вгору, тобто лежить у площині різання (її вектор збігається з вектором швидкості різання). Сила різання P_z намагається зігнути, зламати різець (рис. 6.10), тому розрахунок різця на міцність виконують за силою P_z . Реактивна сила P_z' , що діє з боку різця на заготовку (рис. 6.10), перешкоджає обертанню заготовки, створюючи **момент різання** $M_{\text{різ}}$, Н·м (див. рис. 6.10).

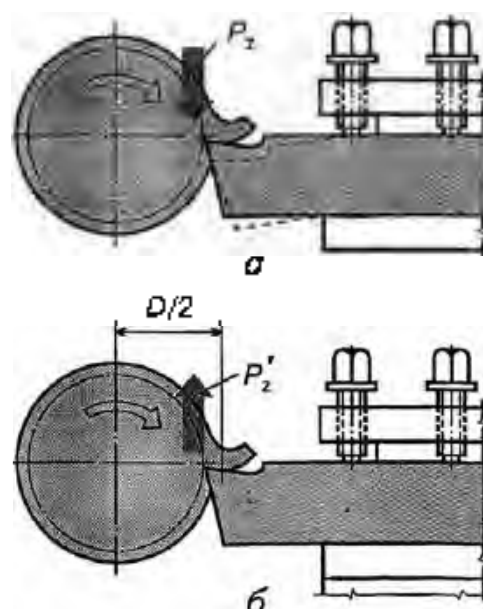
$$M_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}$$

На подолання моменту різання витрачається крутний момент, який прикладений до шпинделя верстата від електродвигуна.

Горизонтальна складова — **осьова сила**, або **сила подачі** P_x , напрямлена в бік, протилежний напрямку подачі, й перешкоджає рухові подачі. За цією силою розраховують механізм подачі верстата.

Друга горизонтальна складова, або **радіальна сила** P_y , напрямлена вздовж осі різця, намагається відтиснути різець від заготовки й сприймається болтами різцетримача.

Реактивна сила P_y' відтискує заготовку (рис. 6.11). За цією силою розраховують жорст-

Рис. 6.10. Дія сили P_z

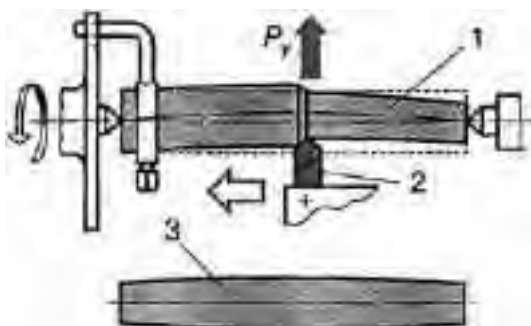
а — прогинаний різець; б — утворення моменту різання

кість заготовки й похибку розміру готової деталі, яку дістають відтискуванням.

Сили P_x , P_y і P_z взаємно перпендикулярні. Сила опору різанню R , Н, є їхньою геометричною сумою за значенням і напрямом вона є діагоналлю прямокутного паралелепіпеда, побудованого на цих силах як на сторонах (див. рис. 6.9):

$$R = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

Найбільшою за значенням є сила P_z . При гостро заточеному різці та куті $\varphi = 45^\circ$ приблизно

Рис. 6.11. Дія відтискувальної сили P_y

1 — заготовка; 2 — різець; 3 — деталь після обточування

співвідношення сил $P_z : P_y : P_x = 1 : 0,4 : 0,25$. Співвідношення сил P_z і P_y залежить від значення головного кута в плані (φ) (рис. 6.12): зі збільшенням кута φ зменшується сила P_y і збільшується сила P_x . Прохідні упорні різці з кутом $\varphi = 90^\circ$ працюють, не створюючи відтискувальної сили, тому їх застосовують для обточування нежорстких заготовок.

Сила різання P_z залежить передусім від оброблюваного матеріалу: чим вища механічна міцність матеріалу (характеризується границею міцності σ_s і твердістю), тим вищий опір різанню, тим більша сила різання P_z . На силу різання впливає також площа зрізу $F = ts$, тобто глибина різання t і подача s .

Сила різання P_z , Н, визначається за емпіричною (дослідною) формулою

$$P_z = C_p \cdot ts^{0,75} K_{M_{\sigma_s}} K_{H_{\sigma_s}} K_{\gamma_{\text{пор}_z}}$$

Тут C_p — коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу й головного кута в плані φ ; $K_{M_{\sigma_s}}$ — коефіцієнт, що залежить від механічних властивостей оброблюваного матеріалу: чим вища границя міцності σ_s , або твердість (НВ), тим більший опір різанню чинить оброблюваний матеріал; $K_{H_{\sigma_s}}$ — коефіцієнт, що залежить від переднього кута γ : чим більший передній кут, тим легші умови для сходження стружки й зменшується її деформація, тому зі збільшенням переднього кута коефіцієнт зменшується. При роботі з від'ємним переднім кутом стружка круто загинається, її деформація спричиняє додатковий опір і сила P_z збільшується, що й відображується збільшенням числового значення коефіцієнта $K_{\gamma_{\text{пор}_z}}$; $K_{\text{ЗОР}_z}$ — коефіцієнт, залежний від властивостей змащувально-охолоджувальної рідини: чим якісніша рідина, тим менше тертя на робочих поверхнях різця і відповідно менша сила P_z .

Потужність різання (ефективна потужність) $N_{\text{эф}}$, кВт, дорівнює потужності, яка витрачається на головний рух різання — обертання шпинделя:

$$N_{\text{эф}} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1000}$$

Не вся потужність, створювана електродвигуном, витрачається на процес різання, тобто є ефективною: є втрати потужності у ланцюговій передачі, у підшипниках валів, зубчастих передачах. Тому для визначення потрібної потужності

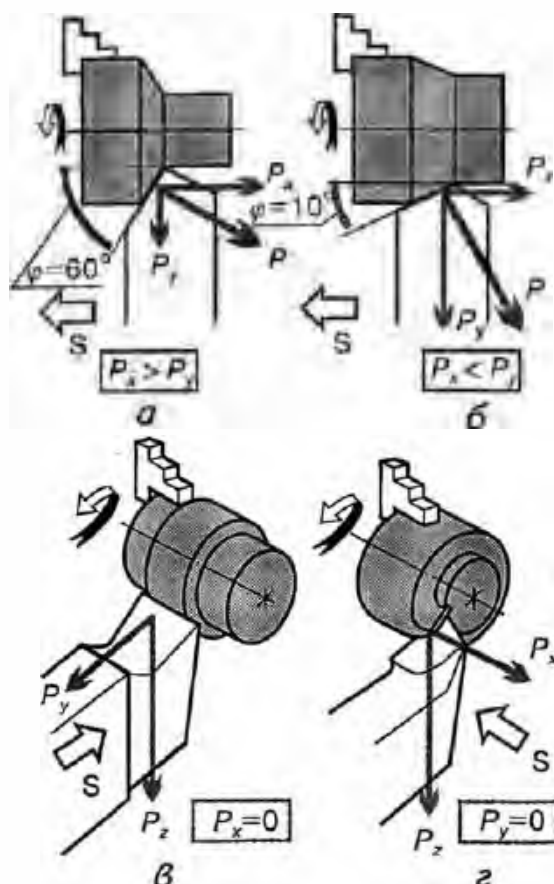


Рис. 6.12. ЗАЛЕЖНІСТЬ СИЛ P_z І P_y ВІД ГОЛОВНОГО КУТА В ПЛАНІ φ

а — при $\varphi = 60^\circ$; б — при $\varphi = 10^\circ$; в — при $\varphi = 90^\circ$ (прорізний різець); з — при $\varphi = 90^\circ$ (упорний різець)

електродвигуна враховують коефіцієнт корисної дії (ККД) усього кінематичного ланцюга верстата (як правило, становить 0,7...0,85):

$$N_{\text{м}} = \frac{N_{\text{эф}}}{\eta}$$

Як відомо, момент від реактивної сили P_y перешкоджає обертанню заготовки: $M_{\text{різ}} = \frac{P_y \cdot D}{2 \cdot 1000}$.

Для нормального процесу різання крутий момент на шпинделі, створюваний електродвигуном, повинен долати момент різання, тобто має виконуватися умова $M_{\text{шп}} \geq M_{\text{різ}}$.

З механіки відомо, що крутий момент на валу M , Н·м, залежить від потужності N , кВт,

яка передається на вал (у даному разі на шпиндель), і від частоти обертання вала n , об/хв:

$$M = \frac{10\,000\,N}{n}$$

Отже, для нормальної роботи верстата має виконуватися умова

$$\frac{10\,000\,N}{n} \geq \frac{P \cdot D}{2 \cdot 1000}$$

Крім того, вибраний режим різання слід перевірити за крутним моментом, що його допускають слабкі ланки механізму привода головного руху верстата (пасова передача або одне з зубчастих коліс коробки зміни швидкостей).

§ 6.8. Вибір раціональних режимів різання при токарній обробці

Токарна обробка має здійснюватися у такому режимі різання, при якому найповніше використовуються потужність верстата і стійкість інструмента, забезпечується висока якість обробки при мінімальній її собівартості й створюються безпечні умови для праці. Такий режим називають *раціональним*.

Вибір раціонального режиму різання залежить від оброблюваного матеріалу, матеріалу різця, припуску на обробку, заданої шорсткості поверхні деталі, жорсткості заготовки й різця, способу закріплення заготовки, якості й способу підведення змащувально-охолоджувальної рідини та інших факторів. Токар повинен уміти правильно призначити режим різання. Спочатку установлюють глибину різання, прагнучи, по можливості, зрізати увесь припуск за один робочий хід. Якщо ж жорсткість заготовки недостатня або необхідна висока точність, то обточування виконують за кілька робочих ходів. Для чорнового робочого ходу глибину різання, як правило, приймають у межах 4...6 мм, для напівчистового — 2...4 мм, для чистового — 0,5...2 мм.

Після того, як глибину різання призначено, вибирають подачу, яка залежить переважно від допустимої шорсткості поверхні готової деталі: для чорнових робочих ходів беруть подачу в межах 0,5...1,2 мм/об, а для чистових — 0,2...0,4 мм/об.

Далі визначають допустиму швидкість різання, яка залежить від стійкості різця та здатності його витримувати високу температуру та чинити опір стирпанню різальної частини, що залежить від матеріалу робочої частини різця. Середнє значення допустимої швидкості різання для зовнішнього точіння при обробці сталі різцями зі швидкорізальної сталі становить 20...45 м/хв, а різцями, оснащеними твердим сплавом Т15К6, — 100...220 м/хв. Для обточування чавуну різцями, оснащеними твердим сплавом ВК6, швидкість різання становить 60...100 м/хв. Залежно від конкретних умов обробки (матеріал заготовки й різця, стан поверхні заготовки, застосування змащувально-охолоджувальної рідини тощо) швидкість різання добирається за довідником [2].

Знаючи допустиму швидкість різання й діаметр заготовки, можна визначити частоту обертання шпинделя верстата (число обертів за хвилину). Фактичну частоту обертання, найближчу до розрахункової, вибирають з ряду частот обертання шпинделя, який забезпечує коробка швидкостей верстата. Цей ряд подано в таблиці, яку закріплено на верстаті.

Примітка. Сучасні токарні верстати з програмним керуванням мають безступінчасте регулювання частот обертання шпинделя.

§ 6.9. Забезпечення стружколамання при точінні

При точінні сталі твердосплавними різцями з високою швидкістю різання відділяється гаряча звива стружка, яка, заливаючись довкола заготовки й різця, поє оброблену поверхню; крім того, вона небезпечна й для робітника. Як наслідок — її поява змушує знижувати режими різання. Таку стружку слід подрібнити, що забезпечується різцями із накладними стружколамами або стружколамальними уступами чи канавками.

Звичайний накладний пружний *стружколам* (рис. 6.13) становить планку із загартованої сталі, що притискується до різця болтами різцетримача. Відстань між різальною кромкою і стружколамальним порогом регулюється переміщенням планки. На робочому місці тримають кілька планок-стружколамів. До різця добирають саме такий стружколам, робоча

кромка якого найшільніше прилягає до передньої поверхні різця, інакше стружка, потрапля-

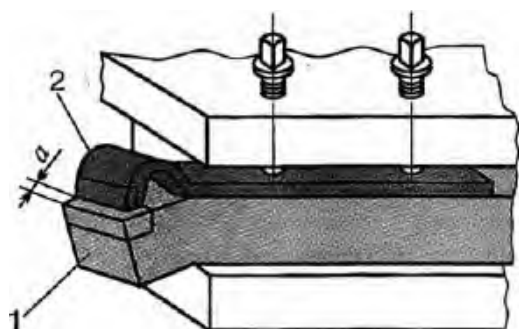


Рис. 6.13. НАКЛАДНИЙ ПРУЖНИЙ СТРУЖКОЛАМ
1 — різць; 2 — стружколам

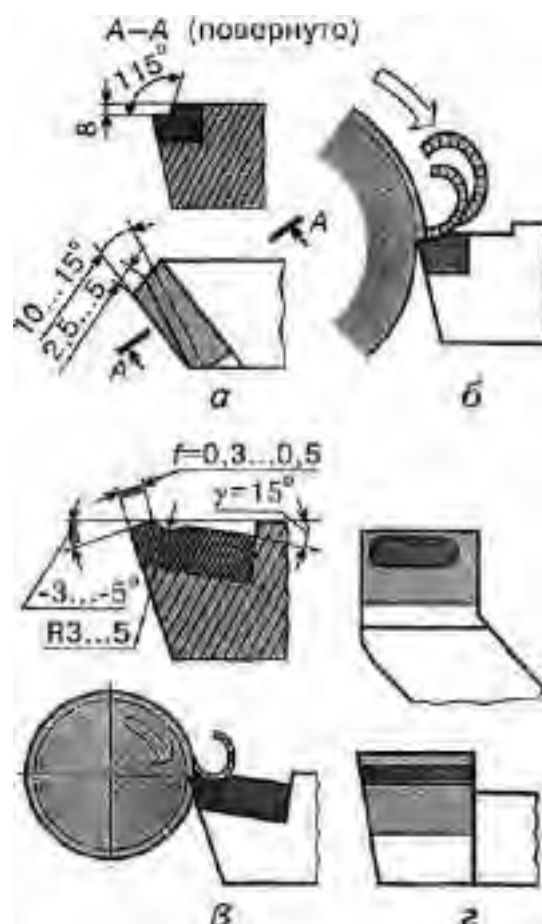


Рис. 6.14. СТРУЖКОЛАМ НА ПЕРЕДНІЙ ПОВЕРХНІ ГОЛОВКИ РІЗЦЯ

а, б — уступ; в, г — канавка

ючи під ланку, в зазор між передньою поверхнею різця й стружколамом, зриватиме її. Якщо стружка не ламається, а завивається, не доходячи до стружколамувального порога, то стружколам наближають до різальної кромки або збільшують подачу (в межах допустимі за вимогами шорсткості оброблюваної поверхні).

Стружколамувальний уступ (рис. 6.14, а, б) або стружколамувальну канавку (рис. 6.14, в, г) виточують на передній поверхні твердосплавної пластинки алмазним кругом. Щоразу при переточуванні різця цей уступ чи канавку (лунку) поновлюють.

Ефект стружколамування забезпечує проточування на поверхні деталі перед чистовим проходом спіральної канавки великого кроку на глибину, що на 0,05...0,06 мм менша від припуску на чистову обробку.

При швидкісному точінні по чавуну або бронзі стружка розлітається всім, заспає напрямки станинок, погіршує оглядовість зони різання. У цьому разі рекомендується використовувати накладний стружкогаситель (рис. 6.15). Стружка потрапляє під полку й падає в корито.

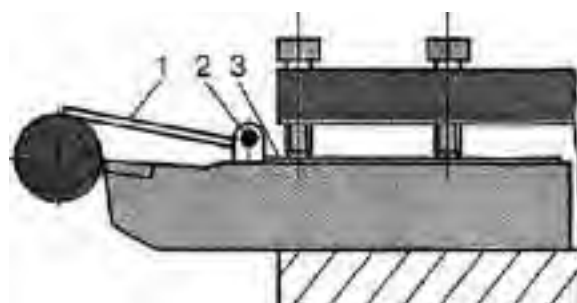


Рис. 6.15. СТРУЖКОГАСИТЕЛЬ, ЩО ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ ПРИ ТОЧІННІ ПО ЧАВУНУ АБО БРОНЗІ.

1 — полиця; 2 — шпир; 3 — ланка

§ 6.10. Вібрації та способи зменшення їх

У процесі різання вникають вібрації інструмента, заготовки й верстата. Причин їх є кілька: коливання дії сил опору металу різанню в процесі сколювання елементів стружки; нерівномірний припуск на обробку;

незрівноваженість патрона чи заготовки; зовнішні коливання, що передаються через фундамент від інших машин, які працюють поблизу верстата.

Віб्राції заважають нормальній роботі верстата, знижують стійкість інструмента, погіршують якість обробки, прискорюють спрацювання деталей верстата, порушують безпеку праці.

Застосовують такі способи зменшення вібрації, що виникають при токарній обробці:

- обточують нежорсткі валів різцями з великими кутами в плані $\gamma = 60 \dots 90^\circ$ і малими радіусами заокруглення вершини $r = 1 \dots 1,5$ мм;

- не допускають значного спрацювання різця, своєчасно заточують і доводять його, дотримуючись заданої геометрії;

- своєчасно регулюють підшипники шпинделя верстата.

- на довгий вал, оброблюваний у центрах, підвищують вантаж (важку деталь), котрий поглинати вібрації;

- для підвищення жорсткості поперечного супорта кладуть на нього якийсь вантаж (яжку деталей);

- на палець повідкової планшайби або хвостовик хомутика надягають гумову втулку;

- надійно закріплюють верстат на фундаментних болтах з амортизаційними шайбами під затяжними гайками, або встановлюють верстат на віброупори (амортизаційні підкладки).

- трикулкові патрони разом з планшайбами балансують (зрівноважують), на повідковій планшайбі закріплюють протинаги, які зрівноважують масу хвостовика хомутика; при обробці несиметричних заготовок також встановлюють протинаги;

- при обробці валів виліт пінолі задньої бабки має бути мінімальним, задня бабка надійно закріплена, а піноль застопорена. Виліт різця не повинен перевищувати $l = 1,5 H$. У разі потреби збільшити виліт, зменшують навантаження на різець;

- при підрізних і відрізних роботах без поперечної подачі затискують каретку супорта. Коли працюють на верстаті, налагодженому за упором, без поперечної подачі, затягують клин поперечних позлків супорта;

- при чорновій обробці на задній поверхні різця доводять віброгасильну фаску

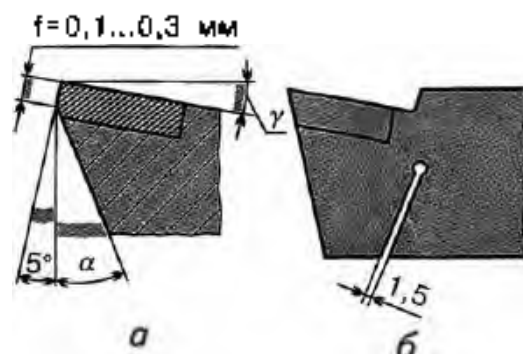


Рис. 6.16. ВІБРОГАСИЛЬНІ РІЗЦІ.

а — з віброгасильною фаскою; б — з віброгасильним прорезом

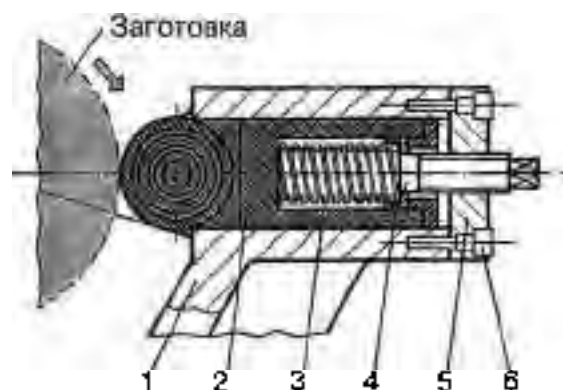


Рис. 6.17. ПІДПРУЖИНЕНИЙ КУЛАЧОК ЛЮНЕТА

1 — роликовий кулачок; 2 — піноль; 3 — пружина; 4 — гвинт; 5 — кришка; 6 — гвинт

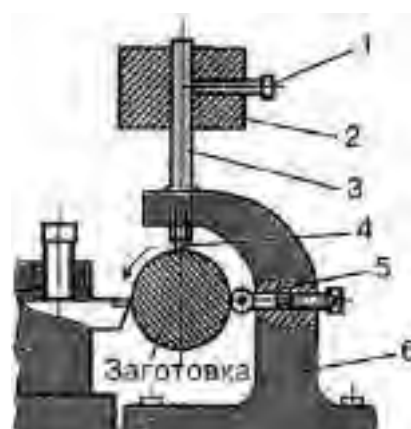


Рис. 6.18. ВІБРОГАСИТЕЛЬ З ВАНТАЖИКОМ.

1 — гвинт; 2 — вантажник; 3 — стержень; 4 — кулачок; 5 — піноль з роликом; 6 — стовп

(рис. 6.16, а). Відбувається гартя фаски об оброблену поверхню, що значно зменшує вібрації.

- при чистовій обробці нежорстких валив застосовують різальні віброгасильники перерізом, якім намілюють дерев'яну або ж гумову вставку (рис. 6.16, б).

Надійне гасіння вібрації забезпечують за допомогою спеціальних пристроїв — *віброгасителів*. Конструкція віброгасителя з лідпруженими роликовими кулачками є модернізацією рухомого джонета (рис. 6.17). Віброгаситель встановлюють після проточування деякої ділянки на поверхні заготовки. Ступінь прити-

скування роликових кулачків *1* до заготовки регулюють натискними гвинтами *4*.

Віброгаситель з вантажиком (рис. 6.18) також виготовлено на базі рухомого джонета токарного верстата (розробка новатора В. А. Бардінова, м. Кривий Ріг). Замість верхнього кулачка джонета вільно встановлено штангу *3*. В її нижній кінець запресовано циліндричний сухар *4*. На штангу насаджено вантажник (шайбу) *2* масою 5...6 кг, який хріпиться гвинтом *1*. Штанга при дію власної ваги вантажика утискається сухарем в оброблювану заготовку й гасить вібрацію. Натискання штанги може викликати деяке прогинання заготовки, тому такий віброгаситель застосовують лише при чорновій обробці.

Контрольні запитання та завдання

1. Як відбувається процес утворення стружки?
2. Які змащувально-охолоджувальні рідини використовуються при токарній обробці?
3. Назвіть основні марки швидкорізальної сталі й твердих сплавів.
4. Поясніть причини утворення наклепу, наросту й виникнення вібрації.

Глава 7

ОБРОБКА КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

§ 7.1. Загальні відомості про конічні поверхні та їх контроль

Конічні (як зовнішні, так і внутрішні) поверхні характерні для багатьох деталей машин та різальних інструментів (рис. 7.1). Такі поверхні мають, зокрема, конічні шестерні центра верстата, конічні хвостовики свердел і хвісткових фрез. На робочому торці шпинделя верстата є конічна розгочка за стандартним конусом Морзе.

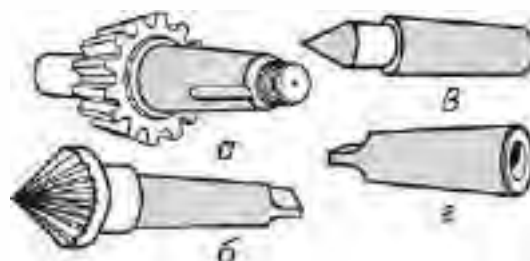


Рис. 7.1. ТИПОВІ ДЕТАЛІ З КОНІЧНИМИ ПОВЕРХНЯМИ

а — конічне зубчасте колесо, б — конічна шестерня, в — конічний хвостовик свердла, г — конічний хвостовик фрези

Конічні поверхні характеризуються такими геометричними параметрами (рис. 7.2): довжиною конуса l , великим D і малим d діаметрами, кутом похилу α (яого утворюють вісь та твірна конуса), кутом конуса 2α , похилом 1 ($\tan 1 = \frac{D-d}{l}$), конусністю (або подвійним похилом) $K = 2\pi = \frac{D-d}{l}$.

Позначення конусності на кресленні подано на рис. 7.2, б.

Кут похилу конічних поверхонь контролюють за допомогою кутових шаблонів (рис. 7.3) —

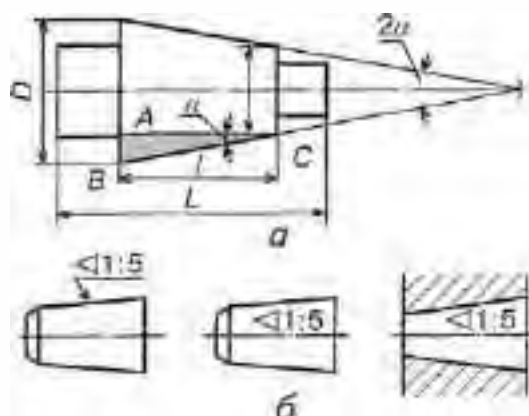


Рис. 7.2. ЕЛЕМЕНТИ КОНІЧНОЇ ПОВЕРХНІ (а) ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ КОНУСНОСТІ НА КРЕСЛЕННЯХ (б)

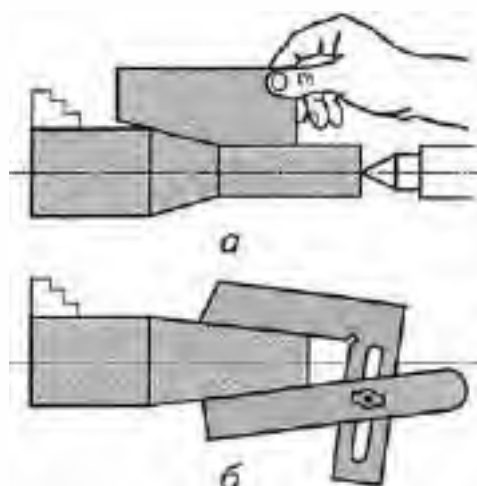


Рис. 7.3. КОНТРОЛЬ КОНІЧНОЇ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ШАБЛОНІВ.

а — жорсткого; б — регульованого

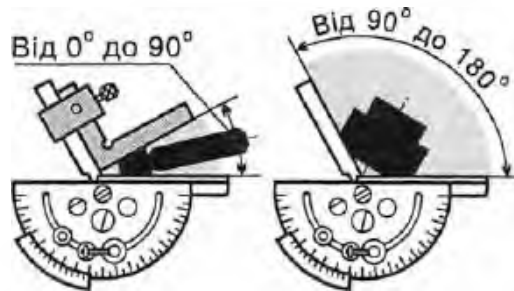


Рис. 7.4. КОНТРОЛЬ КОНІЧНОЇ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ УНІВЕРСАЛЬНОГО КУТОМІРА

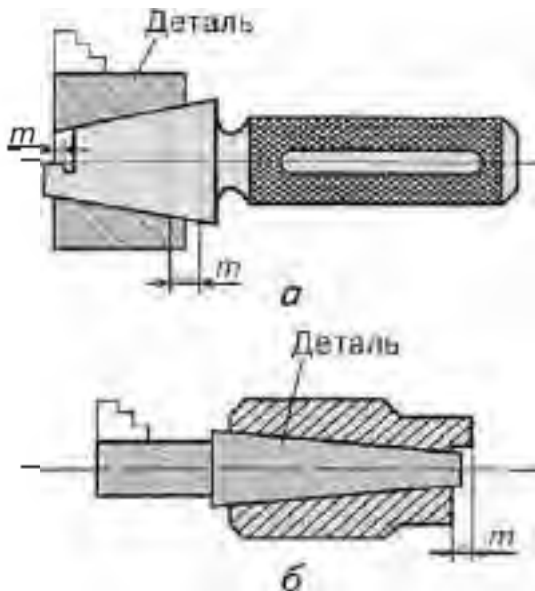


Рис. 7.5. КОНТРОЛЬ КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ КАЛІБРАМИ:

а — калібром-пробкою б — калібром-втулкою, m — допуск на конусність

жирстких або регульованих, а також універсальних кутомірів (рис. 7.4) Конусні поверхні часто контролюють «на фарбу» за допомогою контрольної деталі-еталона. На поверхню еталона фарбою наносять лінію, потім еталон поєднують з контрольованою конічною поверхнею й прокручують. Якщо контрольна лінія стирається ближче до більшого чи меншого діаметра, то це вказує на неточність конуса й необхідність виправлення дефекту.

У серійному та масовому виробництві конічні поверхні контролюють за допомогою конус-

них калібрів пробок і втулок. Відстань між рисками чи розмір уступу на торці калібру відповідає допуску на конусність. Якщо одна риска на пробці заходить у контрольований отвір, а друга — ні, то конус правильний (рис. 7.5, а). Аналогічно для калібру — втулки з уступом: якщо торець контрольованого конуса опиниться в межах уступу, то конус також правильний (рис. 7.5, б)

§ 7.2. Обробка конічних поверхонь широким різцем і при повернутій верхній частині супорта

Конічні поверхні завдовжки до 20...25 мм обробляють широким різцем (рис. 7.6, а, б) Щоб дістати потрібний кут похилу, застосовують установочний шаблон: шаблон прикладають до заготовки, а до його похилої робочої поверхні підносять різець, логіч шаблон прибирають і різець підводять до заготовки (рис. 7.6, в).

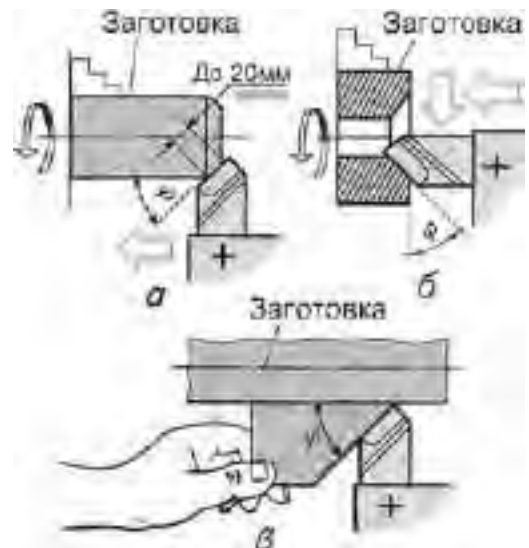


Рис. 7.6. ОБРОБКА КОРОТКИХ КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ШИРОКИМ РІЗЦЕМ:

а — зовнішньої поверхні, б — внутрішньої поверхні, в — установлення різця за шаблоном

Найбільш поширений спосіб обробки як зовнішніх, так і внутрішніх конічних поверхонь — подачею верхніх колодок при повернутій верх-

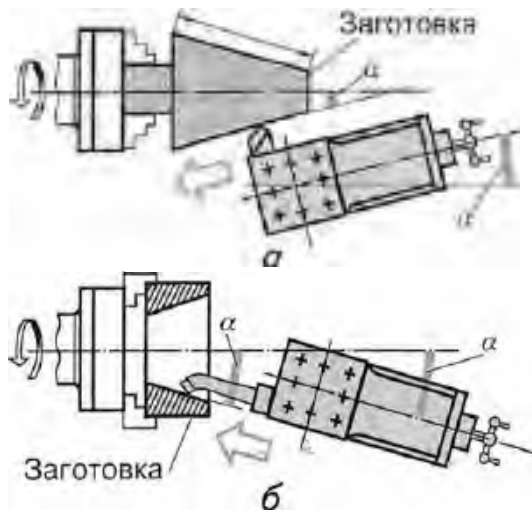


Рис. 7.7. ОБРОБКА КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ПРИ ПОВЕРНУТИХ ВЕРХНІХ ПОЛОЗКІВ СУПОРТА.

α — обточування зовнішньої поверхні, б — розточування внутрішньої поверхні

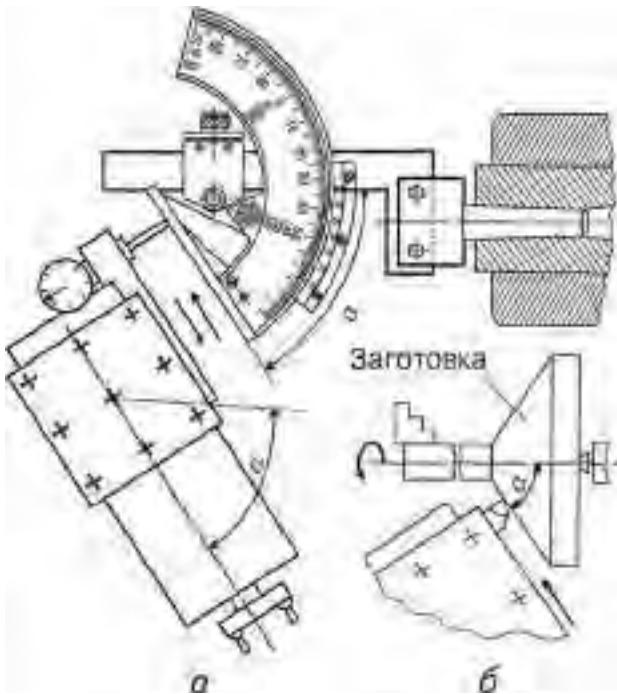


Рис. 7.8. СХЕМА ЗАСТОСУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО КУТОМІРА СЕМЕНОВА ДЛЯ ТОЧНОГО КОНТРОЛЮ КУТА ПОВОРУ ВЕРХНІХ ПОЛОЗКІВ СУПОРТА:

а — встановлення кутоміра, б — обточування конічної поверхні

ній частині супорта (рис. 7.7). Перевагою способу є широкий діапазон кутів похилу конуса. Проте цей спосіб передбачає ручну подачу верхніх полозків, що не забезпечує високої продуктивності та якості обробки. Крім того, недоліком є неможливість обробки довгих конічних поверхонь, оскільки довжина обробки обмежена ходом верхніх полозків супорта (наприклад у верстата 16К20 вона становить 180 мм).

Поворот верхньої частини супорта виконують при відкрученні гайках гвинтів кріплення поворотної плити. Значення кута повороту контролюють за поділками на поворотній плиті.

Більш точно налагоджувати верстат на заданий кут похилу конуса можна за допомогою універсального кутоміра Семенова, котрий закріплюють у пічолі задньої бабки (рис. 7.8). Для цього в різдetrимачі затискують індикатор, штиф якого торкається мирної платки кутоміра, а стрілка при подачі повернутих верхніх полозків має перебувати в одному (наприклад, у нульовому) положенні. Після налагодження на заданий кут поворотна плита супорта надійно фіксується болтами.

Різець слід устатковувати строго по лінії центра, інакше твірна обробленого конуса буде криволінійною. Задля підвищення продуктивності обробки конічних поверхонь способом повороту верхньої частини супорта деякі сучасні токарні верстати оснащуються пристроєм автоматичної подачі верхніх полозків (див. рис. 10.14).

§ 7.3. Обробка конічних поверхонь способом поперечного зміщення заднього центра

Для обробки довгих похилих ($\alpha \leq 10^\circ$) зовнішніх конічних поверхонь заготовку деталі встановлюють у центрах, а корпус задньої бабки зміщують спеціальним гвинтом у поперечному напрямі так, щоб вісь заготовки утворювала кут α з віссю центрів верстата. При подовжній подачі каретки різьць обточуватиме на заготовці конічну поверхню з кутом похилу α . Зміщення «на токаря» дає конус з більшим діаметром з боку задньої бабки. Необхідне зміщення H , мм, і визначається із заштрихованого трикутника (рис. 7.9):

$$H = L \sin \alpha.$$

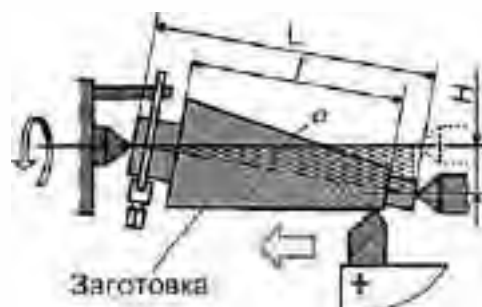


Рис. 7.9. ОБРОБКА ЗОВНІШНЬОЇ КОНІЧНОЇ ПОВЕРХНІ СПОСОБОМ ЗМІЩЕННЯ КОРПУСУ ЗАДНЬОЇ БАБКИ:

H — зміщення

Оскільки синус малого кута практично дорівнює його тангенсу, то

$$H = L \sin \alpha = L \tan \alpha = L \frac{D-d}{2l} = L \frac{(D-d)}{2l}$$

Для безпеки роботи зміщення корпусу задньої бабки має не перевищувати ± 15 мм.

Контроль зміщення корпусу задньої бабки здійснюють за поділками, що є на торці нижньої плити, або за допомогою масштабної лінійки. Можна для цього скористатися також лімбом поперечного супорта. Жорстку планку, закріплену в різцетримачі, підводять до пінолі, відмітивши при цьому поділку лімба, суміщену з контрольною рискою, потім поперечний супорт переміщують вперед (або назад) на значення H , контролюючи його за лімбом. Після цього подають корпус задньої бабки до торкання пінолі та планки. Точніший контроль зміщення корпусу задньої бабки здійснюється за індикатором, штифт якого підводиться до пінолі.

Обертання від планшайби до заготовки передається пальцем-повідком, який уливається у хвостовик хомутика, закріпленого на кінці заготовки. Довжина пальця має бути достатньою, щоб під час обертання планшайби він не виходив зі стану стикання з хвостовиком хомутика (див. рис. 7.9).

Багато, щоб центр задньої бабки мав кульковий наконечник у цьому разі перекиє заготовки не порушить надійності контакту поверхні центрового отвору заготовки з центром, що важливо для безпеки роботи (рис. 7.10, б).

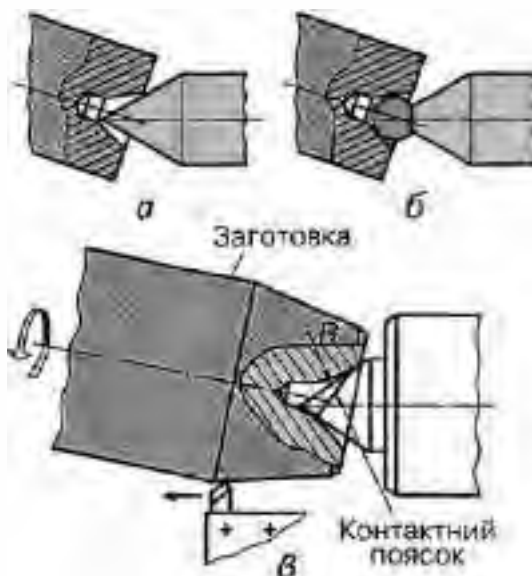


Рис. 7.10. ПОЛОЖЕННЯ ЗАГОТОВКИ НА ЗМІЩЕНИХ ЦЕНТРАХ:

a — на звичайному; b — на кульковому; a — при злізтовому отворі форми R

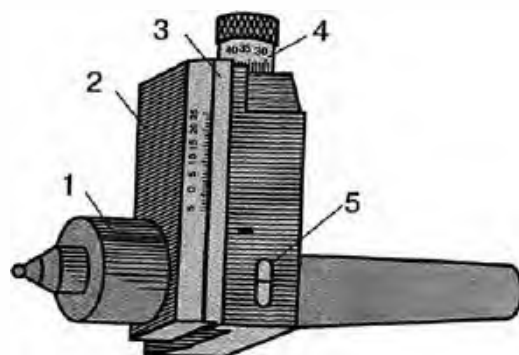


Рис. 7.11. ЗМІЩЕНИЙ ЗАДНІЙ ЦЕНТР:

1 — центр; 2 — поузна; 3 — корпус; 4 — мікрометричний гвинт; 5 — роць

Доцільно заготовки центрувати по формі R (див. рис. 7.10, а), тоді їх можна установлювати при зміщеному корпусі задньої бабки не на кривому, а на звичайному упорному центрі: на діїне базування здійснюватиметься по контактному пояску (рис. 7.10, а).

Перевагою описаного способу є можливість обробки довгих конічних поверхонь з автоматичною подачкою: проте не можна обробляти

круті й внутрішні конічні поверхні (з кутом похилу понад 10°).

Після роботи зі зміщенням корпусом задньої бабки необхідно точно встановити його у вихідне положення і перевірити співвісність пінолі задньої бабки зі шпинделем обточуванням та контролем пробної деталі. Щоб уникнути зміщення корпусу задньої бабки, використовують спеціальний зміщений задній центр (рис. 7.11).

Обертовний центр 1 закріплено у повзунку 2, який по напрямних у формі ластівчинного хвоста переміщується по корпусу 3. Переміщення здійснюють за допомогою мікрометричного гвинта 4. Контролюють зміщення за шкалою, яку нанесено на плішчково-е пристосування, або за лібром мікрометричного гвинта. Горизонтальне положення корпусу контролюють за допомогою рівня 5.

§ 7.4. Обробка конічних поверхонь за допомогою копіювальної (конусної) лінійки та спеціальних пристроїв

Деякі моделі токарних верстатів оснащені спеціальним пристроєм — копіювальною (конусною) лінійкою, яку встановлюють на плиті позаду верстата (рис. 7.12). Лінійка 3 може повертатися відносно осі 6, кут повороту α відлічують за градусною шкалою. Поперечні полозья супорта тяглою 5 і сухарем 4 з'єднані з ліній-

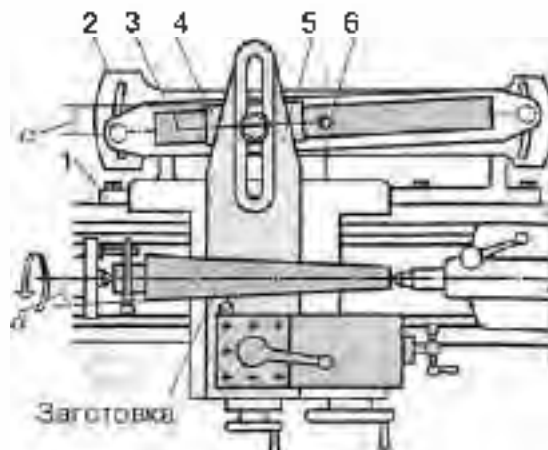


Рис. 7.12. Обробка конічної поверхні за допомогою копіювальної (конусної) лінійки. 1 — кронштейн; 2 — плита, 3 — конусна лінійка, 4 — сухар, 5 — тягло, 6 — палець

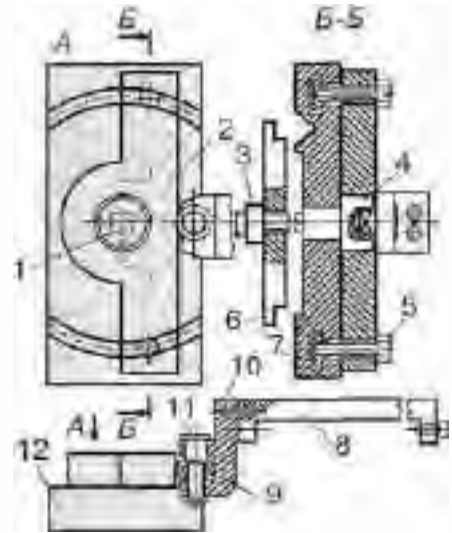


Рис. 7.13. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ ТОРЦЕВИХ КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

1 — шпindel; 2 — поворотна лінійка; 3 — гайка притискної плінки; 4 — плінка поворотної лінійки; 5 — гвинт; 6 — притискна плінка; 7 — сухар; 8 — накладка; 9 — ролик (шарикопідшипник); 10 — кронштейн; 11 — плішч ролика; 12 — плита

кою (гайку гвинта поперечних полозків супорта при цьому від'єднують від гвинта).

При автоматичній поздовжній подачі каретки поперечні полозья супорта, з'єднані з лінійкою, переміщуватимуться в поперечному напрямку. Поєднання поздовжнього й поперечного рухів забезпечує переміщення вершини різня під кутом до осі заготовки, тобто обробку конічної поверхні.

За допомогою конусної лінійки можна обробляти як зовнішні, так і внутрішні конічні поверхні з кутом похилу $\alpha = 10^\circ \dots 12^\circ$.

Якщо потрібно обробити конічну поверхню з більшим кутом похилу, то вдаються до одночасного використання конусної лінійки й зміщення корпусу задньої бабки (або зміщуваного опорного центра) на

$$H = L \operatorname{tg} (\alpha - \alpha_1),$$

де α — необхідний кут похилу конуса, а α_1 — максимальний кут повороту конусної лінійки. Наприклад, $\alpha = 12^\circ$, $\alpha_1 = 10^\circ$, $L = 400$ мм. Оскільки $\operatorname{tg} (12^\circ - 10^\circ) = \operatorname{tg} 2^\circ \approx 0,035$, то $H = 400 \times 0,035 = 14$ мм.

За умов серійного виробництва при обробці кінцевих поверхонь деталей часто використовують різноманітні копювальні пристрої. Один із таких пристроїв для обробки торцевих кінцевих поверхонь показано на рис. 7.13. Плита 12 (основа) пристрою встановлюється на сталевих станинах і закріплюється знизу планкою 6. На плиті профрезовано кільцеву канавку 7 подібного перерізу й нанесено градусну шкалу. На плиті розміщено також поворотну лінійку 2, яка може обертатися на осі 1 і закріплюватися в будь-якому положенні гвинтами 5 через сухарі 3, що входять у кільцеву канавку. На поперечному супорті верстата закріплено накладку 4. До неї пригвинчено кріпильний 10 з розміром 9. Рілик торкається робочої поверхні поворотної лінійки.

Продовольний автоматичний подачі поперечного супорта з подвійним латискарним каретком, які відбуваються при ковзанні ролика зго лінійки, забезпечує рух вершини різця під кутом до осі заготовки, тобто обточування конуса.

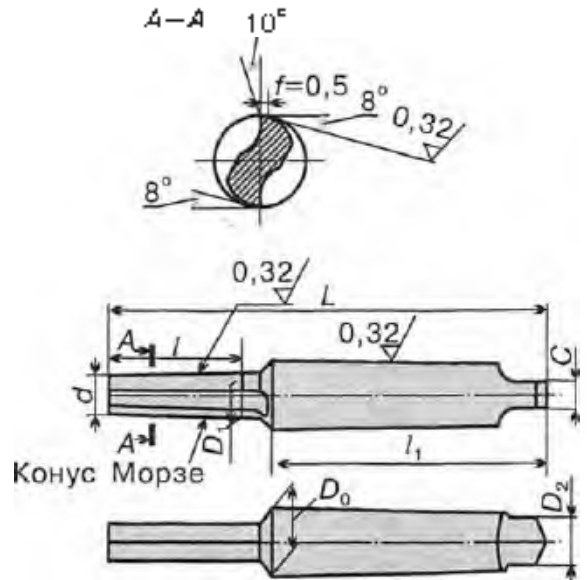


Рис. 7.15. ДВОПЕРОВИЙ КІНЦІЙНИЙ ЗЕНКЕР (НІЖ) ДЛЯ ОБРОБКИ СТАНДАРТНИХ КОНУСІВ МОРЗЕ

§ 7.5. Обробка внутрішніх кінцевих поверхонь

Стандартні кінцеві отвори з невеликим кутом лохиду (наприклад, конус Морзе) можна обробляти за допомогою спеціального набору стержневих інструментів (рис. 7.14). Після того, як отвір просвердлено, його обробляють двома східчастими зенками, а потім остаточно — кінцевою розверткою з гладенькими зубками. Застосовують також спеціальний інструмент — двоперове кінцеве свердло-зенкер (ніж) (рис. 7.15), за допомогою якого можна обробляти стандартні інструментальні внутрішні конуси.

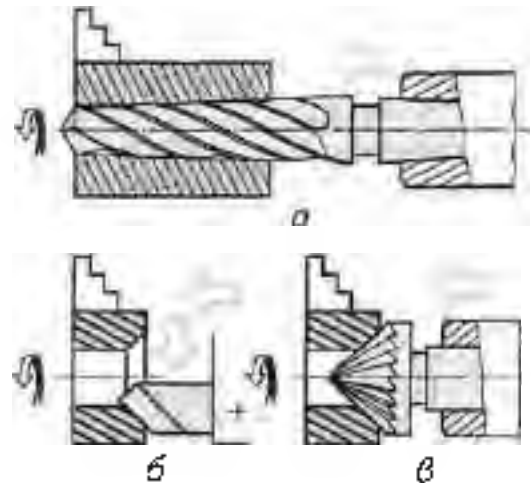


Рис. 7.16. ОБРОБКА ВНУТРІШНІХ КІНЦІВНИХ ПОВЕРХОНЬ

а — свердління отворів під штифт конусним свердлом; б — зрізання внутрішньої фаски різцем; в — обробка внутрішньої фаски зенківкою

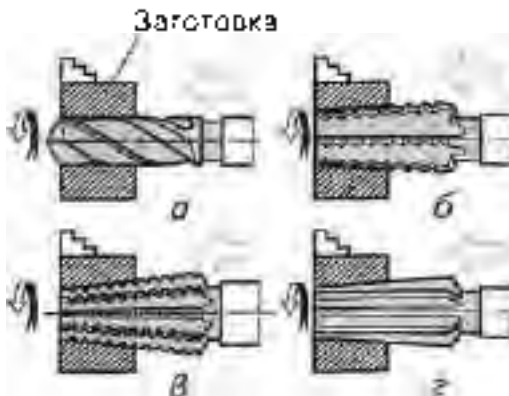


Рис. 7.14. НАБІР СТЕРЖНЕВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ОБРОБКИ КІНЦІВНИХ ОТВОРІВ

а — свердло, б, в — кінцеві зенкери, г — кінцева розвертка

Отвори під стандартні кінцеві штифти свердлять спеціальними кінцевими свердлами (рис. 7.16, а). Кротки внутрішні конуси (наприклад, внутрішні фаски) обробляють різцем або зенківкою (рис. 7.16, б, в).

Припуск на розточування

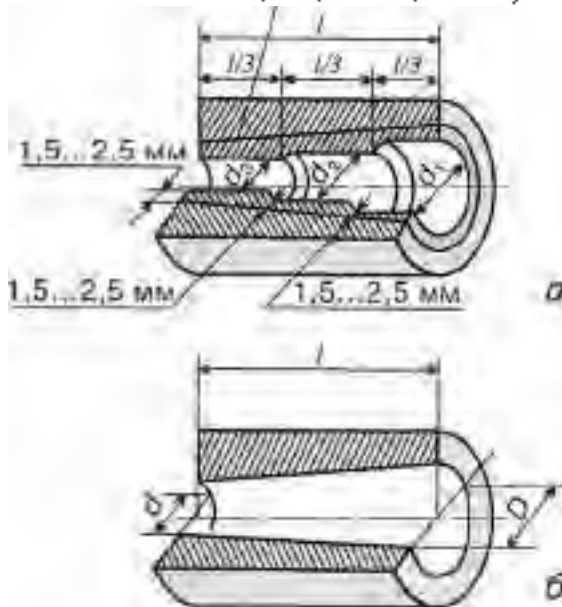


Рис. 7.17. ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА ПІД РОЗТОЧУВАННЯ КОНІЧНОГО ОТВОРУ

а — східчасте розширення (розточувальник), б — остаточно розточування

Перед розточуванням різцем внутрішньої конічної поверхні заготовку свердлять і розсвердлюють до утворення східчастої поверхні, залишаючи для остаточного розточування конічної поверхні припуск 2 ... 4 мм на бік (рис. 7.17).

Для обробки парні деталей зі зовнішніми й внутрішніми конічними поверхнями рекомендуються постійне налагодження. Обробку внутрішнього конуса в цьому разі виконують передернутим розточувальним різцем при зворотному обертанні шпинделя (рис. 7.18).

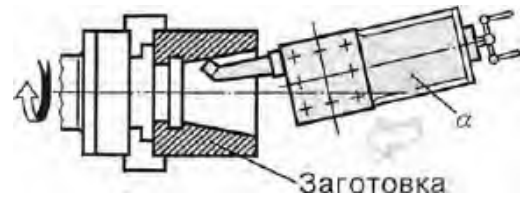


Рис. 7.18. РОЗТОЧУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ РОЗТОЧУВАЛЬНИМ РІЗЦЕМ З ГОЛОВКОЮ, ПІДСНУГОЮ ПІРАБО α КУТ ПОХИЛУ КОНУСА

Контрольні запитання та завдання

1. Які елементи мають конічні поверхні?
2. Як об'єднати зміщення корпусу задньої лійки для обточування зовнішньої конічної поверхні?
3. Як обладнана в працює конусна лінійка?
4. Назвіть деталі, які мають конічні поверхні.
5. Назвіть способи обробки конічних поверхонь.

Глава 8

ОБРОБКА ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ

§ 8.1. Загальні відомості про фасонні поверхні та їх контроль

Деталі машин — тіла обертання — можуть мати зовнішні або внутрішні фасонні поверхні, радіусні перехідні відрізки (галтелі), радіусні канавки тощо. Обробка фасонних поверхонь — один із важливих елементів токарної справи.

Контроль фасонних поверхонь здійснюють за допомогою шаблонів. Шаблон прикладають до діаметральної площини деталі й перевіряють суміщення контрольованого профілю з профілем шаблона «на просвіті» (рис. 8.1). Угнутий та

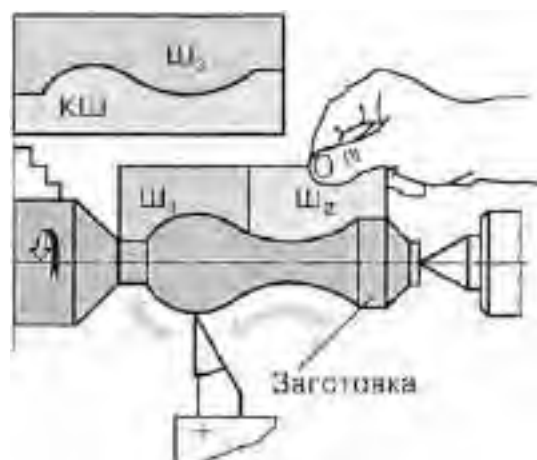


Рис. 8.1. КОНТРОЛЬ ФАСОННОЇ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ШАБЛОНІВ

Ш1 — для контролю випуклої поверхні, Ш2 — для контролю угнутої поверхні, Ш3 — комплексний шаблон, КШ — контрольний шаблон.

випуклий відрізки профілю контролюють у процесі обробки за допомогою окремих шаблонів (Ш1 та Ш2), а загальний контроль — за допомогою комплексного шаблона Ш3. Контроль можна здійснювати лише після викидання

обертання шпинделя. Власне шаблони контролюють за допомогою контролшаблонів КШ (див. рис. 8.1). Контроль радіусних опуклих та угнутих поверхонь здійснюють за допомогою стандартних наборів шаблонів-радіусомірів.

§ 8.2. Обробка фасонних поверхонь фасонними різцями

Деталі з короткими фасонними відрізками поверхонь завдовжки до 60 мм у серійному та масовому виробництві обробляють фасонними різцями. Профіль різальної кромки фасонного різця є негативний щодо профілю оброблюваної поверхні, тобто опуклості на деталі відповідає угнута кромка різця, й навпаки.

Найпростішим за конструкцією є *стержневий фасонний різець* з привареною чи напаяною різальною пластинкою (рис. 8.2). Через складність профілю фасонні різці перетонують на позадній поверхні, а по передній до недоліків

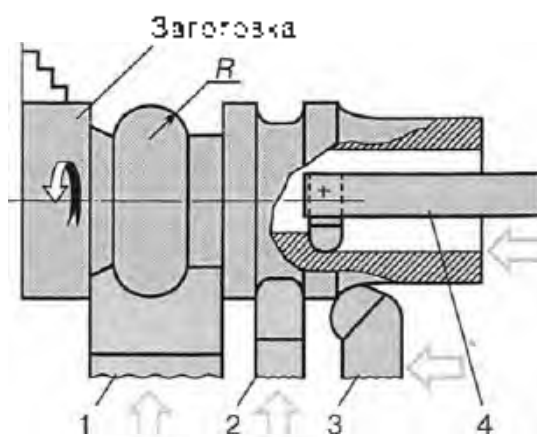


Рис. 8.2. СЕРЖНЕВІ ФАСОННІ РІЗЦІ

1 — складний профіль, 2 — радіусні канавочки, 3 — зовнішні галтельки, 4 — внутрішні галтельки

стержневих різців належить мала кількість допустимих переточувань. Застосовують ці різці здебільшого як радіусні та гостельні.

Велику кількість переточувань витримує *призматичний різець* (рис. 8.3, а). Профіль його задньої поверхні відповідає заданому фасонному профілю деталі. Різець закріплюють у спеціальній державці хвостовиком «пластичний хвіст», причому для утворення заднього кута різець установлюють з нахилом до підстави державки. Переточування різця виконують шлифуванням передньої поверхні (рис. 8.3, б).

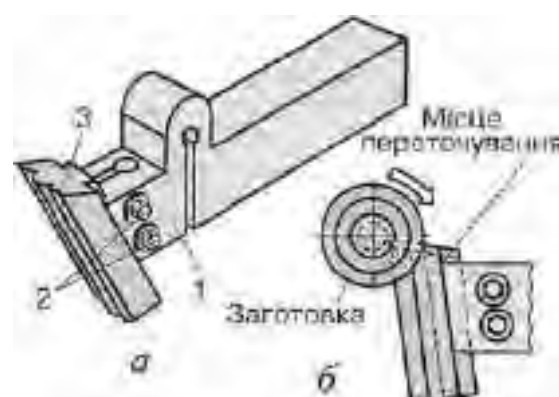


Рис. 8.3. ПРИЗМАТИЧНИЙ ФАСОННИЙ РІЗЕЦЬ

а — збір: 1 — державка; 2 — шпатель; 3 — різець; б — схема установки: 1 — державка; 2 — шпатель; 3 — різець.

Набули поширення *дискові (круглі) різці* з фасонною зовнішньою поверхнею. На перетині площини куткової виризу з зовнішньою поверхнею утворюється фасонна різальна кромка. Вириз роблять нижче від центра різця, а центр різця встановлюють лише від центра заготовки (рис. 8.4), що забезпечує додатні значення переднього й заднього кутів. Переточують передню поверхню різця по довгинній до умовного кола, радіус якого

$$r = R \sin(\alpha + \gamma),$$

де α — заданий задній кут, γ — заданий передній кут. Після кожного переточування передньої поверхні дисковий різець прокручують на осі державки, знову встановлюють по центру R закріплюють. Зуби на торці різця й на торці державки запобігають прикручуванню різця від зусиль, що виникають під час різання.

Для зменшення вібрації заготовки при обробці фасонним різцем способом поперечної

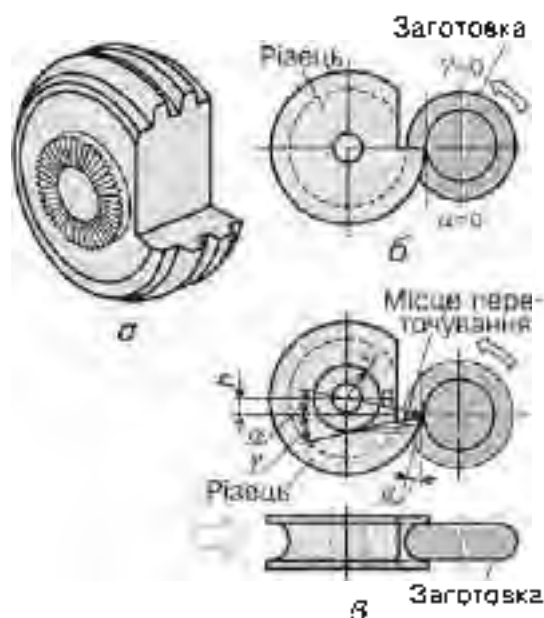


Рис. 8.4. ДИСКОВИЙ ФАСОННИЙ РІЗЕЦЬ:

а — конструкція; б — установка по центру заготовки ($\alpha = 0$); в — установка ширше від центра заготовки ($\alpha > 0$)

перезачі заздалегідь проточують поверхню прохідним різцем, залишаючи невеликий припуск на завершальну обробку фасонним різцем.

Режим точіння фасонним різцем подача 0,02–0,1 мм/об (перед кінцем робочого ходу подачу зменшують), швидкість різання до 30 м/хв.

При фасонній обробці як змашувально-охолоджувальну рідину використовують емульсію або ж сульфидфрезол.

§ 8.3. Обробка фасонних поверхонь поєднанням двох подач і за копіром

Фасонну поверхню під обертання можна обробляти, поєднуючи подовжню та поперечну подачі різця. Для цього змикають автоматичну подовжню подачу й, маніпулюючи рукояткою поперечних ползків супорта, переміщують вершину різця по фасонному контуру. Цей спосіб, хоча й простий, але малопродуктивний і використовується в опиничному виробництві. Заготовку спочатку оброблюють прохідними й прорізними різцями, надаючи їй форми, близької до заданої (рис. 8.5). Дешо при-

скорює фасонну обробку нескладний пристрій, показаний на рис. 8.6. Заданий фасонний контур дістають за допомогою зростаючого рейсмуса, закріпленого в різцетримачі: токар стежить, щоб кінець (голка) рейсмуса весь час торкався креслення контура, котрий закріплено на планшети, встановленому на задній бабці.

Для досягнення високої продуктивності праці при обробці фасонних поверхонь застосовують копіювальний пристрій (рис. 8.7). Замість

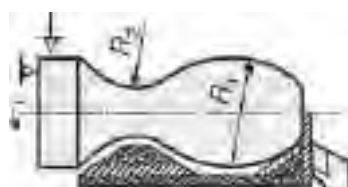


Рис. 8.5. ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА ЗАГОТОВКИ ФАСОННОЇ ДЕТАЛІ

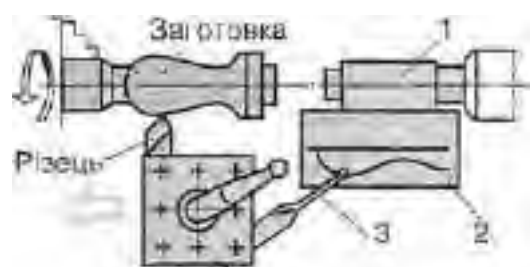


Рис. 8.6. ОБРОБКА ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ СПОСОБОМ ПОЄДНАННЯ ДВОХ ПОДАЧ З КОНТРОЛЕМ ЗА КРЕСЛЕННЯМ

1 — тримач планшета, 2 — планшет з кресленням фасонного контуру деталі, 3 — рейсмус

поворотної лінійки (див. рис. 7.11) на плиті копіювального пристрою закріплюють спеціальний копир з профільним пазом, в якому рухається ролик, зв'язаний з тягою супорта. При подовжній подачі харетки поперечна подача супорта дублює рух ролика по пазу копіра й різьць відтворює на заготовці профіль копіра. Гайку поперечних ползків від'єднують від гвинта.

Спеціальний пристрій для фасонної обробки, запропонований ковалом І.П. Гуртієм, показано на рис. 8.8. У пінолі задньої бабки встановлюють копир. Корпус пристрою закріплюють у різцетримачі, а на вісь корпусу насаджують вільне різноплече коромис-

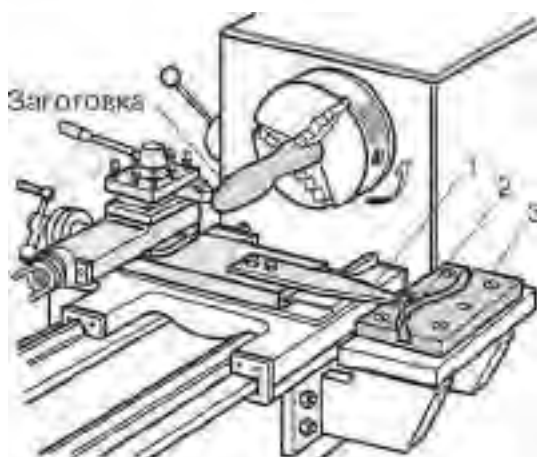


Рис. 8.7. ОБРОБКА ФАСОННОЇ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ КОПІЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

1 — тигр, 2 — ролик, 3 — копир

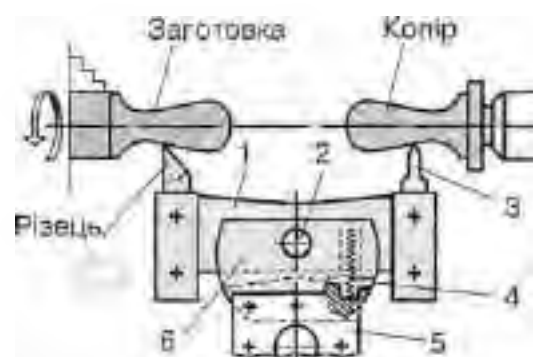


Рис. 8.8. ПРИСТРІЙ ГУРТІЯ ДЛЯ ОБТОЧУВАННЯ ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ

1 — важіль, 2 — різьць, 3 — шуп, 4 — гужина, 5 — різцетримач, 6 — корпус

ло, яке піднімається до копіра пружиною. На одному з кінців коромисла розташовані різьць, на іншому — шуп. При автоматичній подовжній подачі шуп рухається по копіру, а різьць опише криву, задану цим копіром.

§ 8.4. Обробка сферичних поверхонь

Зовнішні сферичні (кулясті) поверхні невеликого діаметра (до 40 мм) обточують фасонними різцями. На заготовці заздалегідь проточують поверхню, близьку до сферичної (рис. 8.9).

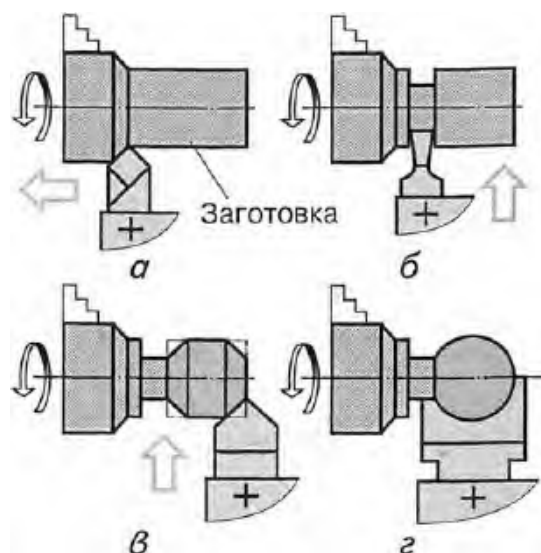


Рис. 8.9. ПОСЛІДОВНІСТЬ ОБРОБКИ СФЕРИЧНОЇ ПОВЕРХНІ

а — зовнішнє обточування, *б* — прорізування канавки, *в* — зняття фаски, *г* — обточування фасонним різцем

Для серійної обробки сферичних поверхонь застосовують пристрій, який зображено на рис. 8.10. У корпусі 2 з відігнутою планкою для закріплення в різцетримачі 6 розташована черв'ячна передача. Черв'ячне колесо з'єднане з поворотним столиком 3, по радіальних напрямних якого переміщується різцетримач 6 з різцем.

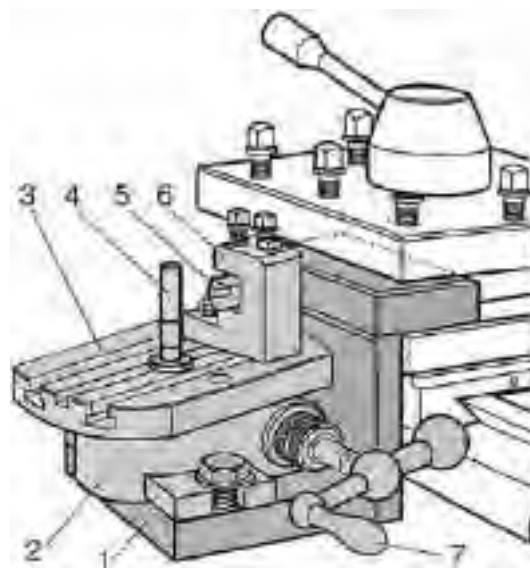


Рис. 8.10. ПРИСТРІЙ З ПОВОРОТНИМ СТОЛИКОМ ДЛЯ ОБРОБКИ СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

1 — хутник; *2* — корпус поворотного столика; *3* — поворотний столик; *4* — установочний калібр; *5* — різець; *6* — різцетримач; *7* — рукоятка поворотного столика

При налагодженні вісь черв'ячного колеса розташовують точно під центром оброблюваної сферичної поверхні (регулювання здійснюють поперечними і подовжніми колозками супорта). Обертання черв'яка виконують вручну за допомогою маховичка. Радіус оброблюваної сфери регулюють, переміщуючи різцетримач у радіальному напрямі гвинтом.

Контрольні запитання та завдання

1. Як оброблюються фасонні поверхні шестиденням двох позач і за копіром?
2. Назвіть види фасонних різців.
3. Які копіювальні пристрої використовують при обробці фасонних поверхонь?
4. Як здійснюється контроль фасонних поверхонь?

Глава 9

ФІНІШНА ОБРОБКА

§ 9.1. Види шорсткості обробленої поверхні

Шорсткість (мікронерівності), що залишається на обробленій поверхні після проходження різальною інструмента, буває поперечною та подовжньою.

Поперечна шорсткість — це сліди від подачі різця. Різець залишає на поверхні деталі різьбу, крок якої дорівнює подачі. Висота утворюваних гребінців $H_{\text{шп}}$, мкм, залежить від подачі S та кутів різця у плані φ та φ_1 :

$$H_{\text{шп}} = \frac{S \lg \varphi \lg \varphi_1}{\lg \varphi + \lg \varphi_1}$$

Із формули видно, що, зменшуючи подачу та кут в плані φ і φ_1 , можна зменшити мікронерівності і відповідно підвищити якість обробленої поверхні.

Подовжня шорсткість — це шорсткість у напрямі головного руху, тобто обертання деталі. Ця мікронерівність залежить від явища утворення наросту (див. гл.5). Отже, регулювати подовжню шорсткість можна за рахунок швидкості різання, оскільки від цього залежить утворення наросту (див. гл.6).

Зменшенню інтенсивності наростуутворення сприяє якісне змашування поверхонь, що труться, а також полірування передньої поверхні (стружкової хвилки) інструмента.

Висота мікронерівностей, тобто ступінь шорсткості обробленої поверхні, впливає на характеристики шліфу, наведені нижче.

Стійкість проти спрацювання. Спряжені деталі машин, рухаючись одна відносно одної (вал у втулці підшипника, плунжер у насосі і т.п.), стираються, спрацьовуються: через певний час збільшуються зазори, тобто згрібуються задані посадки, а це призводить до відхилення у роботі вузла чи машини в цілому. Чим більша шорсткість поверхні, тобто чим вищі гребінці на ній, тим інтенсивніше відбувається стирання. Тому для забезпечення довголітності машини поверхні тертя слід обробляти більш якісно. Проте при надто низькій шорсткості зменшується об'єм «хвищеньок» для мастила, погіршуються умови змашування поверхонь тертя і спрацювання прискорюється. Отже, для кожного конкретного випадку роботи вузла конструктор повинен об'єктивно вибрати шорсткість поверхні, яка б забезпечувала найбільшу стійкість вузла проти спрацювання.

Отже, для кожного конкретного випадку роботи вузла конструктор повинен об'єктивно вибрати шорсткість поверхні, яка б забезпечувала найбільшу стійкість вузла проти спрацювання.

Опір втомленості (циклічна міцність). Якщо деталь працює в машині в умовах знакозмінного навантаження (наприклад, пісь вагона, поршневий палець і т.п.), то шорсткість на її поверхні може спричинити появу тріщин, які порушують міцність деталі й можуть призвести до поломки. Тому навіть неспряжені поверхні деталей, які працюють із знакозмінним циклічним навантаженням, мають оброблятися з високими вимогами до якості поверхні.

Міцність нерухомих з'єднань. За умови нерухомоті з'єднань (накладок) спраження деталей натяг утворюється за рахунок стискання гребінців мікрошорсткості поверхні, що виступають. Чим якісніше оброблено поверхню, тим більше цих гребінців, але висота їх менша й надійність нерухомих з'єднань зростає.

Антикорозійна стійкість. Чим краще оброблена поверхня, тобто чим менша висота мікронерівностей, тим меншою буде загальна площа стискання обробленої поверхні деталі з оточуючим корозійним середовищем (оводою, мастилом, забрудненим повітрям), тобто меншою буде корозія обробленої поверхні.

§ 9.2. Тонке точіння

Сутність тонкого точіння полягає у зрізуванні з поверхні заготовки найтоншої стружки, що забезпечує високу точність (5–7-го класів) і малу (до 7-го класу) шорсткість поверхні. Припуск під тонке точіння становить 0,1–0,2 мм. Тонке точіння називають ще *алмазом*, тому що найбільший ефект за продуктивністю та якістю обробки забезпечують різці, оснащені кристалами природних чи штучних алмазів (рис. 9.1). Для цього використовують кристали масою близько 1 карата (0,2 г), які

вляються у державку або кріплять до неї механічним способом (наприклад, притискують планкою). Кристал алмазу огранюють (шліфують) плоскими алмазним порошком) для здобуття потрібної геометрії.

Алмазними різцями обробляють кольорові метали (мідь, алюміній), легкі сплави (сплави алюмінію, латунь, бабіт) і пластмаси. Можливе алмазне точіння чавуну за умови від-

сутності в них раковин. Для обробки сталі алмазні різці не використовують, оскільки при високій температурі у зоні різання алмаз руйнується.

Для тонкого точіння сталі застосовують різці, оснащені кристалами кубічного нітриду бору (композиту 0,1; 0,5; 10). Теплостійкість цього синтетичного інструментального матеріалу сягає 1300 °С. Режими різання: глибина різання 0,01–0,3 мм, подача 0,01...0,1 мм/об, швидкість різання 100...700 м/хв.

Тонке точіння виконують також різцями, оснащеними пластинками з твердих сплавів ВК3 (по чавуну), Т30К4 (по сталі), керметом (ТЗК-50) (рис. 9.1, б). Геометрію різців для тонкого точіння залежно від оброблюваного матеріалу визначають за довідником [2].

Рациональну конструкцію різця для тонкого розточування, оснащеного стовпчиком твердого сплаву ВК3, подано на рис. 9.2. Це опівцепо-дібні різці, оскільки після кожного перезаточування відновлюється геометрія (подібно до леза розточувальника оліця).

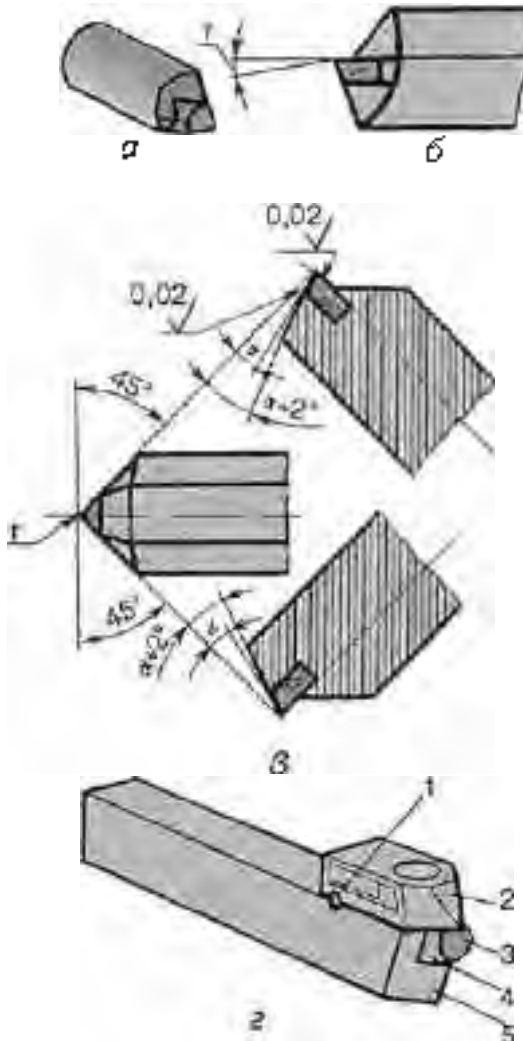


Рис. 9.1. РІЗЦІ ДЛЯ ТОНКОГО ТОЧІННЯ

а — алмазний різець з знашним кристалом алмазу, б — різець з знашною пластинкою твердого сплаву ВК3 або кермету, в — геометрія різця для тонкого точіння, г — різець з цеханічним кріпленням істашки з алмазом або керметом, 1 — опора прихвата, 2 — прихват, 3 — алмаз, 4 — істашка, 5 — державка

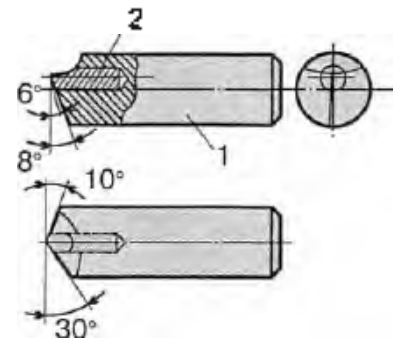


Рис. 9.2. РІЗЦЬ ДЛЯ ТОНКОГО РОЗТОЧУВАННЯ З ОПІВЦЕПОДІБНИМ СТОВПЧИКОМ ТВЕРДОГО СПЛАВУ ВК3

1 — державка, 2 — гвинтний сплав

Різець для тонкого точіння доводять на алмазному крузі. Якість доведення контролюють за допомогою лупи п'ятикратного збільшення.

Верстати для тонкого точіння повинні мати високу жорсткість, бути швидкохідними, відзначатися точністю вузлів (так, допуск на радіальне биття у шпинделя має не перевищувати 0,005 мм).

§ 9.3. Притирання й полірування

Притиранням здійснюють остаточну обробку (фінішування) поверхонь, щоб дістати високу точність (6–7-й квалітети) та малу шор-

сткість (Ra до 0,35 мкм). Припуски на притирання — 0,01...0,03 мм на бік.

Найпростіший інструмент для притирання — чалунний або мідний притир, що становить втулку з прорізами. Робочою поверхнею притира для обробки зовнішньої поверхні деталі є його внутрішня поверхня, а для обробки внутрішньої поверхні деталі — зовнішня поверхня. Робочу поверхню притира покривають абразивною пастою.

Для притирання зовнішньої циліндричної поверхні застосовується також *притир з хому-*

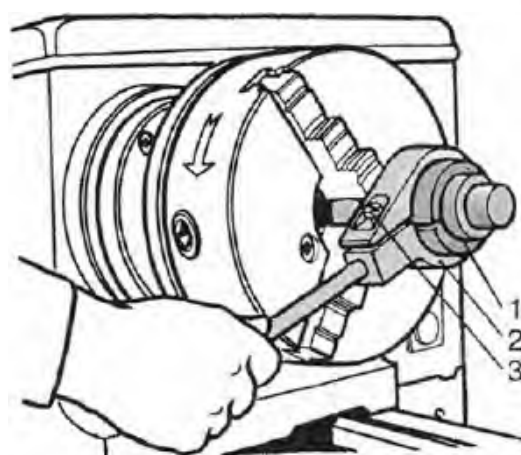


Рис. 9.3. ПРИТИР ДЛЯ ПРИТИРАННЯ ЗОВНІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ

1 — притиральна втулка; 2 — хомутки; 3 — регулювальний гвинт

тиком (рис. 9.3). У процесі обробки стяжний гвинт хомута час від часу підкручують.

Притирання внутрішньої поверхні здійснюють за допомогою *розтяжного притира* (рис. 9.4, а). При нагвинчуванні гайки 4 з одночасним відкручуванням гайки 2 притир зсувається по конічній оправці й розтягується. Попереднє притирання виконують *притиром з виступами* на робочій поверхні (рис. 9.4, б), остаточне — *гладеньким притиром* (рис. 9.4, в). Хвостовик оправки притира встановлюють у шпиндель верстата, а деталь, що притирається, насаджують на притир і утримують від прокручування за допомогою затискача. Подачи при притиранні ручна, рівномірна в обидва боки, колова швидкість становить 10–30 м/хв. Обертання шпинделя час від часу реверсують. На притирання залишають припуск 0,01–0,02 мм на бік.

Поліруванням дістають поверхню з малою шорсткістю (класи 11–12 й). Полірування

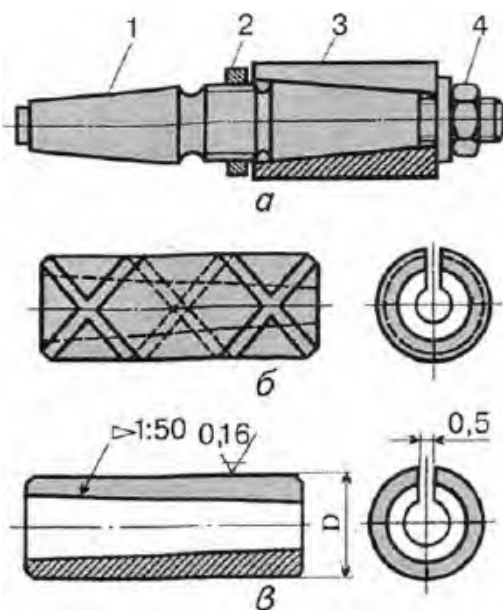


Рис. 9.4. ПРИТИР ДЛЯ ПРИТИРАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ

а — притир у зборі; б — притиральна втулка з канавками; в — гладенький притиральний валик (1 — оправка; 2, 4 — гайки; 3 — притир)

здійснюють абразивною (шліфувальною) шкуркою, що становить прошито з наклеєним на ньому шаром абразивних зерен. Шкурки бувають *рулонні* (Р) та *листові* (Л) на тканинній або паперовій основі.

Абразивні шкурки з *електрокорунду* Е35, Е34, Е33 застосовують для полірування сталі та кольорових металів. Для полірування чавуну й крихких металів використовують шкурки з карбиду силіцію К37, К35, К38, К39 (зеленого) й К45, К47, К48 (чорного). Марку абразивної шкурки вказано на зворотному боці листа. Приклад маркірування: К35/12 (цифра 12 означає зернистість шкурки, тобто середній розмір абразивних зерен в сотих частках міліметра).

Полірування на токарному верстаті виконують за допомогою затискачів — двох шарнірно зв'язаних дерев'яних колодок з вкладеною між ними абразивною шкуркою (рис. 9.5). Токяр тримає затискач за ручки лівою рукою, створюючи необхідне притискання шкурки до деталі, а правою — підтримує шарнір і здійснює зворотню поступальну подачу. Шкурку до деталі можна притискувати за допомогою дерев'яної колодки, закріпленої у різьбистій частині (рис. 9.6). Не можна притискати шкурку до деталі вручну.

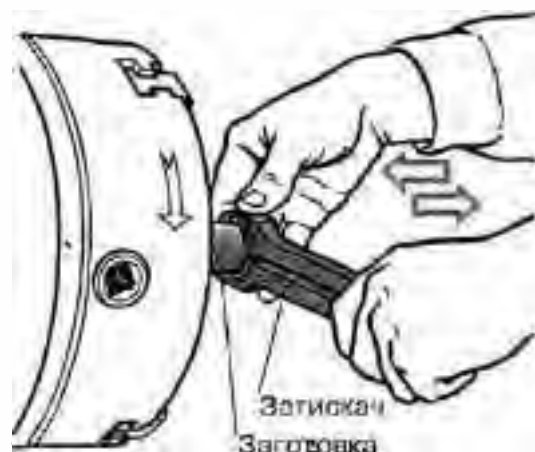


Рис. 9.5. ПОЛІРУВАННЯ ШКУРКОЮ З ПРИТИСКАННЯМ ЗАТИСКАЧЕМ

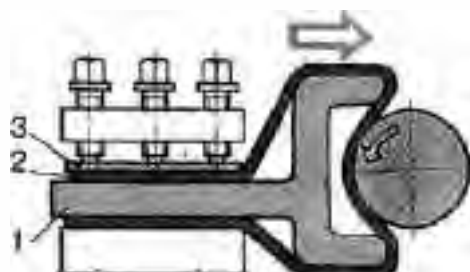


Рис. 9.6. ПОЛІРУВАННЯ АБРАЗИВНОЮ ШКУРКОЮ З ПРИТИСКАННЯМ ДЕРЕВ'ЯНОЮ КОЛОДКОЮ
1 — колодка; 2 — абразивна шкірка; 3 — затискач

При внутрішньому поліруванні шкірку намотують на дерев'яну оправку, яку закріплюють у різцетримачі.

Категорично забороняється полірувати отвори, притискаючи шкірку рукою або ж пальцем.

Колова швидкість при поліруванні шкіркою становить 60...70 м/хв. Для захисту від абразивного пилу напрямні станки прикривають брезентом.

9.4. Фінішна обробка методом пластичного деформування

Сутність пластичного деформування полягає у змінанні, згладжуванні мікронерівностей під тиском інструмента — накатника, що зміншує шорсткість поверхні до $Ra 1,25$ мкм. Одночасно оброблена поверхня зміцнюється, тобто

набуває наклепу: підвищується її твердість і стійкість проти спрацювання.

Пластичному деформуванню підлягають поверхні деталей, які підлягають запресовуванню (цапфи валів), тих, що працюють на стирання (плунжери), а також тих, що зазнають змінного навантаження (шійки колінчастих валів) та ін. Припуску на обкатування, як правило, не залишають, оскільки процес пластичного деформування не впливає на розмір (знімають мікронерівності у межах допуску на задану шорсткість). Шорсткість поверхні перед обкатуванням має бути нижчою, ніж шорсткість, яку треба дістати.

Обробка зовнішніх поверхонь пластичним деформуванням називається обкатуванням (або накатуванням), а інструмент — накатником. Накатники бувають у вигляді роликів (рис. 9.7) або кульок. Пристрій для накатування може мати один або кілька накатників.



Рис. 9.7. ОБКАТУВАННЯ ЗОВНІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ РОЛИКОМ

1 — державка; 2 — ролик

Стандартний однороликовий універсальний пристрій для накатування зовнішніх поверхонь показано на рис. 9.8. Деталь приводять в обертання й змикають позовжню подачу супорта; поперечною подачею підводять накатник до деталі. У процесі накатування до роликів і деталі підводиться мінеральне мастило.

Кульковий накатник показано на рис. 9.9. Загартована кулька 1 спирається на зовнішні обойми двох шарикопідшипників 2 і утримується ковчачком 4. Державку накатника 7 закріплюють у різцетримачі.

Обробка внутрішніх поверхонь пластичним деформуванням називається розкатуванням, а інструмент — розкаткою (вальцівкою). Розкатку з циліндричними роликами зображено на рис. 9.10. Ролики розміщені в прорізах обойми під

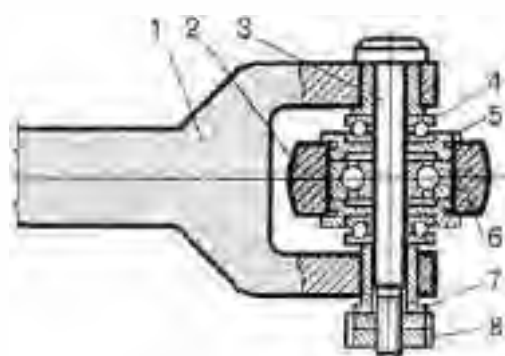


Рис. 9.8. СЪКАТІЙНИЙ РОЛИК

1 — державка, 2 — ролик, 3 — шест, 4 — упорний підшипник, 5 — кільце, 6 — радіальний підшипник, 7 — шпindel, 8 — гайка

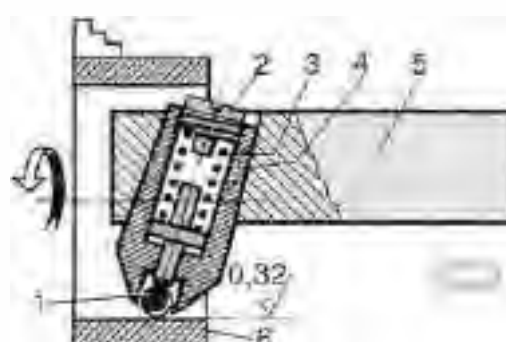


Рис. 9.11. РОЗКАТУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРА КУЛКОЮ

1 — кулька, 2 — гвинт, 3 — пружина, 4 — трітчик, 5 — державка, 6 — деталь

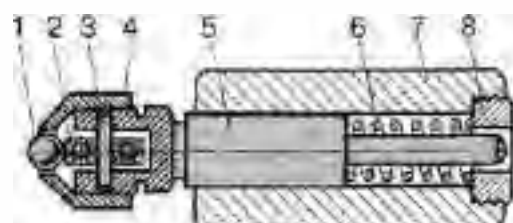


Рис. 9.9. КУЛКОВИЙ НАКАТНИК

1 — загартувані та поліровані кульки від підшипників; 2 — підшипник; 3 — шест, 4 — копчик, 5 — стержень, 6 — пружина, 7 — корпус; 8 — тарілка регулювання натягу пружини

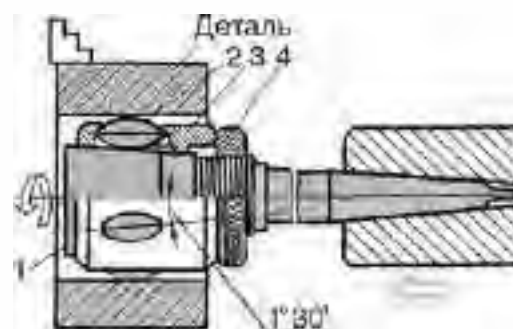


Рис. 9.10. ВНУТРІШНЯ РОЗКАТКА

1 — конусна шпindel регулювання притискування ролика; 2 — ролик, 3 — кільце-сепаратор, 4 — регулювальна гайка

невеликим кутом ($1^{\circ}30'$) до осі оправки і тому під час роботи розкатка кули вгвинчується в отвір, який розкатують. Для кожного розміру має застосовуватися своя розкатка. Розкатування отвору великого діаметра виконують кульковою розкаткою, котру закріплюють у державці, затиснути у різьбистимачі (рис. 9.11). Інструмент притискається до внутрішньої поверхні деталі поперечним сульотом.

Набув поширення також метод алмазного вигладжування (рис. 9.12). Інструментом слугує ретельно відполірований алмаз 1, впакий у наконечник 2. Алмаз притискається до оброблюваної поверхні деталі, що обертається, і змінює мікронерівності. Наконечник закріплюють у посадковий отвір підпружиненого повзунка. Зусилля притискування вигладжувача до оброблюваної поверхні регулюють глинтом 4, підтискаючи чи ослаблюючи пружину 3. За допомогою лікалі 5 та стрілки 6 контролюють зусилля притискування.

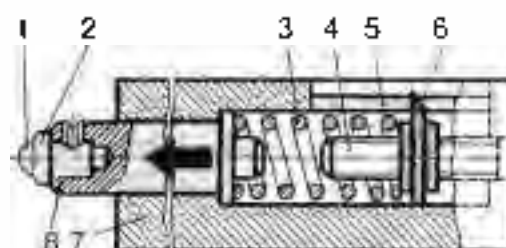


Рис. 9.12. АЛМАЗНИЙ ВИГЛАДЖУВАЧ

1 — алмаз, 2 — наконечник, 3 — пружина, 4 — регулювальний глинт, 5 — шкала, 6 — шпindel, 7 — державка, 8 — стержень

Алмазне вигладжування чорних і кольорових металів забезпечує шорсткість до Ra 0,32 мкм. Режим алмазного вигладжування: колова швидкість 20...40 м/хв, подача 0,02...0,1 мм/хв, зусилля притискування (50...200 Н). Для нанесення на поверхню деталі декоративного візерунка застосовують метод вібро-накатування кулькою. Кулька закріплена в державці спеціального пристрою, якому надають вібрацію з амплітудою 0,05...0,1 мм і

частоту 500.. 1000 коливань за хвилину. Привод для вібрації може бути механічним або пневматичним. Поєднання рухів обертання деталі, позовжньої подачі та одночасної позовжньої подачі вібрації ролика створює на поверхні візерунок, контури якого залежать від режимів обробки, амплітуди й частоти вібрації подачі та колові швидкості.

§ 9.5. Накатування рифлень

Окремі деталі (рукоятки, головки гвинтів, ручки caliberів тощо) мають зовнішню рифлену поверхню з різноманітними візерунками: лінійчастим (прямим або нахисним), ялинковим, сітчастим, крапчастим та ін. Рифлення на поверхні накатують загартованими роликами з відповідним візерунком (рис. 9.13). У державку закріплюють один накатний ролик (або два, коли потрібне сітчасте рифлення). Ролики необхідно розмішувати строго паралельно поверхні, яку накатують.

Накатування здійснюють за два-три робочих ходи. Нежорсткі деталі можуть відтискуватися під дією великого радіального зусилля, тому для накатування на них рифлень треба виконати 5–10 робочих ходів (залежно від кроку рифлення). Накатування здійснюють з подачею в обидва боки. Поперечну подачу роликів (здавлювання в поверхню) здійснюють у кінці кожного робочого ходу без виходу роликів за межі деталі. Режим обробки: подача 1..2 мм/об, колода швидкості 10..20 м/хв по сталі, 30..40 м/хв по чавуну, 70..80 м/хв по алюмінію, змащування мастилом «Індустріальне 70».

Розмір заготовки під накатування рифлень добирають з урахуванням видавлювання металу роликами (діаметр накатуваної поверхні менший від номінального приблизно на 0,6 кроку візерунка накатки). Для запобігання просквізу-

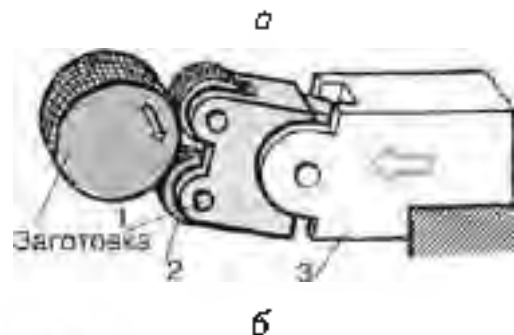
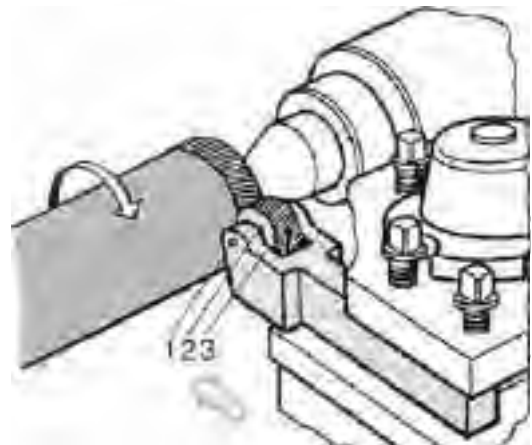


Рис. 9.13. НАКАТУВАННЯ РИФЛЕНЬ

а — одним роликом; б — двома роликами; 1 — шість роликів; 2 — ролик; 7 — дво роликова державка

ванню бажано, щоб діаметр ролика був крайнім діаметром поверхні, яку накатують.

Накатні ролики час від часу очищають сталеву щіткою, видаляючи з канавок металевий лис.

Контрольні запитання

1. У чому полягає поверхнєве пластичне деформування?
2. Як накатують рифлення?
3. Які види накатників Вам відомі?
4. Як контролюють якість диваження?
5. Якими інструментами обробляють кольорові метали?
6. На що впливає висота мікроперіностей, тобто шорсткість обробленої поверхні?
7. Як різноманітні шорсткості обробленої поверхні?

Глава 10

ТОКАРНІ ВЕРСТАТИ

§ 10.1. Класифікація токарних верстатів

Залежно від маси токарні верстати поділяють на *легкі* — масою до 1 т ($L = 100 \dots 200$ мм), *середні* — до 10 т ($L = 200 \dots 300$ мм), *великі* — 10...30 т ($L = 630 \dots 1200$ мм), *важкі* — 30...100 т ($L = 1600 \dots 4000$ мм), *особливо важкі*, або *унікальні* — понад 100 т.

Важкий токарно-гвинторізний верстат зображено на рис. 10.1, а легкий — на рис. 10.2. Загальний вигляд середнього токарно-гвинторізного верстата подано на рис. 10.12.

За ступенем точності верстати поділяють на п'ять класів: *нормальної точності Н*, *підвищеної точності П*, *високої точності В*, *особливо високої точності А* й *особливо точні С*.

За цільовим призначенням розрізняють токарні верстати *базові*, або *токарно-гвинторізні*, що мають ходовий гвинт для нарізання різьби; *токарно-центрові* (без гвинторізного ланцюга); *операційні*, які використовуються для виконання складних операцій; *токарні верстати з числовим програмним керуванням*, спеціальні (наприклад, для обробки хвилястих валів).

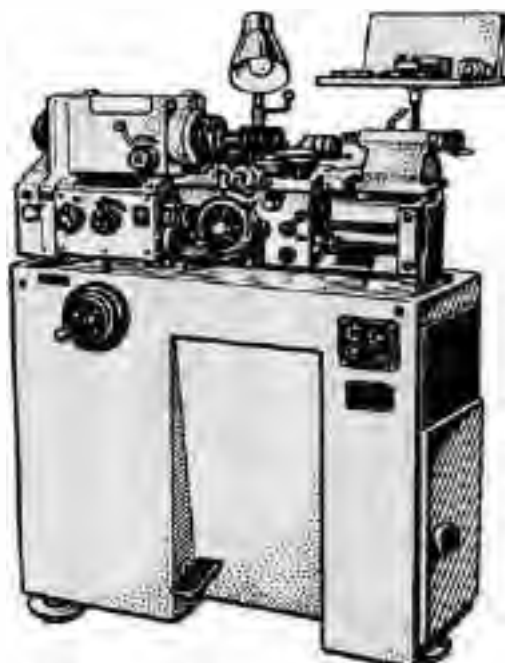


Рис. 10.2. ЛЕГКИЙ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИЙ ВЕРСТАТ

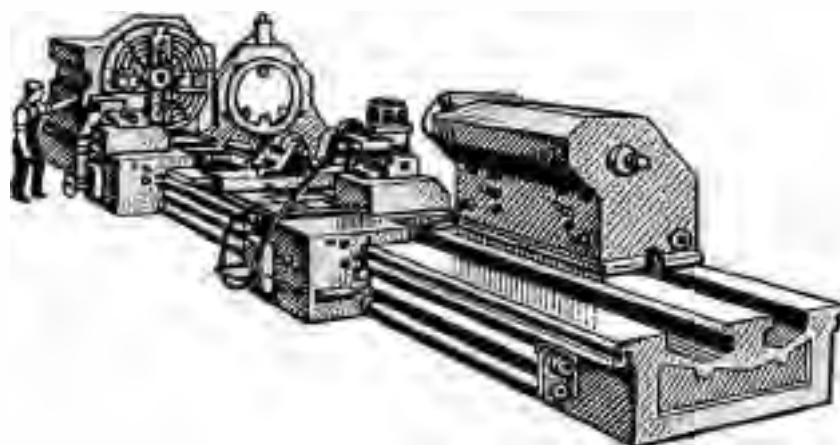


Рис. 10.1. ВАЖКИЙ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИЙ ВЕРСТАТ

§ 10.2. Типові механізми верстатів

Передачі. **Пасова передача** (рис. 10.3, а) складається з двох шківів, один з яких — ведучий (діаметр D_1 , частота обертання n_1), а другий — ведений (діаметр D_2 , частота обертання n_2). Відношення діаметра ведучого шківа до діаметра веденого або відношення частот обертання веденого і ведучого шківів називається *передаточним відношенням пасової передачі* й визначається так:

$$i_{\text{пас}} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

або точніше

$$i_{\text{пас}} = \frac{D_1}{D_2} \cdot 0,985,$$

де 0,985 — коефіцієнт, який урахує деяке просковзування ласа на шківах.

Зубчаста передача (рис. 10.3, б) складається з двох зубчастих коліс, одне з яких — ведуче (кількість зубів z_1 , частота обертання n_1), а друге — ведене (кількість зубів z_2 , частота обертання n_2). *Передаточне відношення зубчастої передачі* дорівнює відношенню кількості зубів ведучого і веденого зубчастих коліс, тобто

$$i_{\text{зб}} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{n_2}{n_1}.$$

Зубчаста передача може бути *простою* (складається з двох зубчастих коліс) і *ступінчастою* (складається з послідовно розташованих простих передач).

Передаточне відношення ступінчастої передачі дорівнює добутку передаточних відношень простих передач, що утворюють її:

$$i_{\text{ступ}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots$$

Передачу з проміжним зубчастим колесом зображено на рис. 10.4, а. Між ведучим z_1 і веденим z_2 зубчастими колесами розташоване проміжне колесо z_3 . Передаточне відношення такої передачі

$$i_{1-2} = i_1 \cdot i_{2-3} = \frac{z_1}{z_3} \cdot \frac{z_3}{z_2} = \frac{z_1}{z_2}.$$

Для передачі з двома проміжними зубчастими колесами (рис. 10.4, б) передаточне відношення

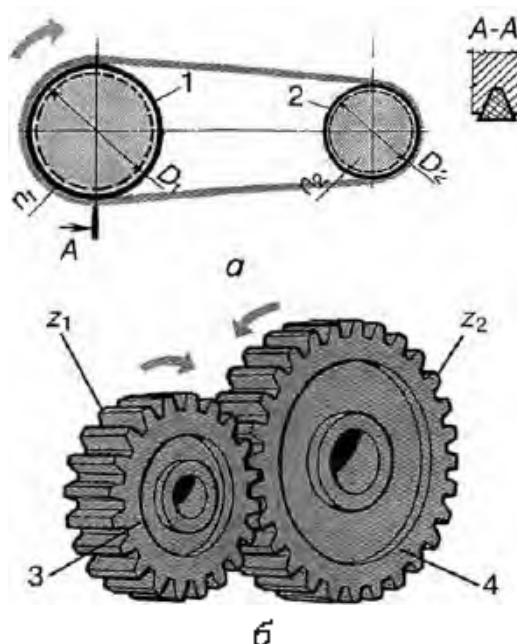


Рис. 10.3. ТИПОВІ ПЕРЕДАЧІ, ЯКО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У ВЕРСТАТАХ:

а — кликопасова (1 — ведучий шків, 2 — ведений), б — зубчаста (3 — ведуче зубчасте колесо; 4 — ведене)

$$i_{1-4} = i_{1-2} \cdot i_{2-3} \cdot i_{3-4} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_2}{z_3} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{z_1}{z_4}.$$

Отже, проміжні зубчасті колеса не впливають на передаточне відношення передачі. Проте наявність їх впливає на напрями обертання останнього вала передачі (див. рис. 10.4, б). Ця властивість коліс передачі використовується у реверсах механізмів для зміни напрямку обертання останнього веденого вала.

На рис. 10.4, в показано передачу, в якій ведуче зубчасте колесо другої пари розташоване на одній осі з веденим колесом першої пари або виготовлене з нею заодно, утворюючи блок зубчастих коліс. Передаточне відношення цього блока

$$i_{1-4} = i_{1-2} \cdot i_{3-4} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4}.$$

Якщо в передаванні руху від першого вала до останнього беруть участь послідовно три пари зубчастих коліс (рис. 10.5), то передаточне відношення всієї передачі

$$i_{1-6} = i_{1-2} \cdot i_{2-3} \cdot i_{3-4} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_2}{z_3} \cdot \frac{z_3}{z_4}.$$

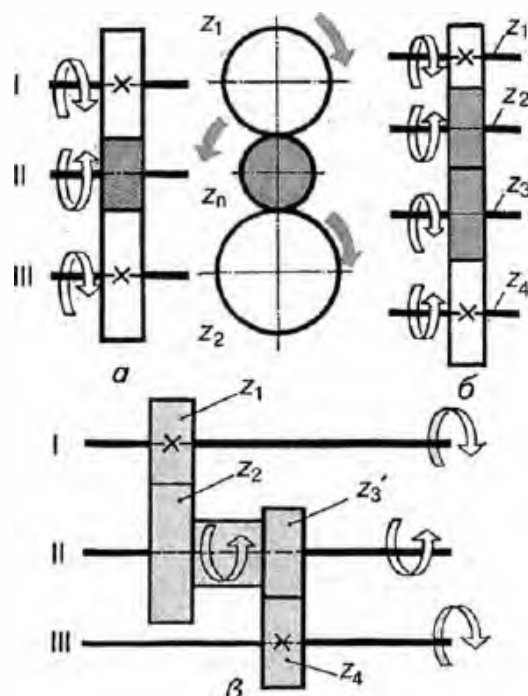


Рис. 10.4. СТУПІНЧАСТІ ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

а — одна пара зубчастих коліс з проміжною шестірнею; б — одна пара зубчастих коліс з двома проміжними шестірнями; в — дві пари зубчастих коліс.

Черв'ячна передача (або черв'ячна пара) складається з черв'яка і сполученого з ним черв'ячного колеса (рис. 10.6). Черв'як — це гвинт, профіль різьби якого трапецієподібний, з кроком P , мм, кратним числу π , тобто $P = \pi m$, де m — стандартний модуль зачеплення $m = P/\pi$.

Черв'як може бути одностороннім або багаторічним. При повороті черв'яка на один оберт черв'ячне колесо повертається на один крок зубів (тобто на один зуб), якщо черв'як односторонній, і на K зубів, якщо черв'як K -сторонній.

Передавальне відношення черв'ячної передачі:

$$i_z = \frac{K}{z_{\text{чк}}}; n_{\text{чк}} = n; i_1 = n_1 \frac{K}{z_{\text{чк}}},$$

де $z_{\text{чк}}$ — кількість зубів черв'ячного колеса.

Напрямок обертання черв'ячного колеса залежить від напрямку обертання черв'яка, напрямку різьби черв'яка (черв'яки бувають праві й ліві) і

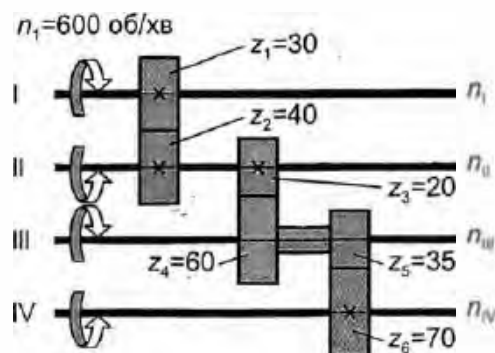


Рис. 10.5. ПЕРЕДАЧА З ТРЬОХ ПАР ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

від того, з якого боку черв'ячного колеса приєднано черв'як. Черв'ячне колесо, що зображено на рис. 10.6, обертається проти годинникової стрілки, оскільки черв'як лівий, обертається за годинниковою стрілкою й приєднаний до черв'ячного колеса знизу.

Гвинтовий механізм (рис. 10.7, а) складається з гвинта та гайки і слугує для перетворення обертального руху на поступальний. За один оберт гвинт переміщується в гайку (або гайка до гвинту) на один крок P , за n обертів гвинта переміщення гвинта (або гайки) становитиме Pn , мм. Якщо гвинт багаторічний, то за n обертів гвинта осове переміщення становитиме nPK , мм, де K — кількість заходів гвинта.

Зубчато-рейковий механізм (рис. 10.7, б) становить зубчасте колесо, сполу-



Рис. 10.6. ЧЕРВ'ЯЧНА ПЕРЕДАЧА.

1 — черв'ячне колесо, 2 — черв'як

чене з рейкою, і слугує для перетворення обертального руху на поступальний або поступального — на обертальний. При повороті колеса на один зуб поступальне переміщення рейки дорівнюватиме одному кроку, тобто $k \pi z$ мм. При повному оберті колеса рейка просунеться на $k \pi z$ мм. Якщо зубчасте колесо обертається з частотою n , об/хв, то за цей час шлях поступального руху становитиме $k \pi n z$.

Сукупність усіх передач механізму верстата називається *кінематичним ланцюгом*. Передаточне відношення кінематичного ланцюга — це добуток передаточних відношень усіх елементарних передач (пар):

$$i_{1-k} = i_{1-2} i_{2-3} i_{3-4} \dots i_{(k-1)-k} = \frac{n_k (\text{веденої})}{n_1 (\text{ведучої})},$$

де $n_k = i_{1-k}$; k — кількість елементарних передач. Це рівняння називається *рівнянням кінематичного балансу ланцюга*. Знаючи частоту обертання ведучої ланки ланцюга й передаточне відношення всіх проміжних передач, можна за допомогою цього рівняння визначити частоту обертання останньої (веденої) ланки ланцюга. Наприклад, для передачі, зображеної на рис. 10.7,

$$i_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{30}{40} \cdot \frac{20}{60} \cdot \frac{35}{70} = 0,75 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} = 0,75 : 6 = 0,125;$$

$$n_2 = n_1 i_2 = 600 \cdot 0,125 = 75 \text{ об/хв.}$$

Типові механізми коробок швидкостей. Обробка на токарних верстатах здійснюється з різною швидкістю. При обробці заготовок різних діаметрів регулювати швидкість різання можна лише зміною частоти обертання шпинделя.

Частоту обертання шпинделя верстата змінюють за допомогою спеціального механізму — коробки швидкостей.

Розглянемо типові механізми коробки швидкостей токарних верстатів.

Механізм з пересувним блоком — це найпростіший механізм для зміни частоти обертання веденого вала при постійній частоті обертання ведучого (рис. 10.8, а). На ведучому валу *I* розташований пересувний блок *Б* ($z_1 = z_2$), який посаджено на шліці (обертальний момент від блоку до вала *I* або від вала до блоку передається шліцями). На веденому валу *II* нерухомо закріплені два зубчасті колеса з

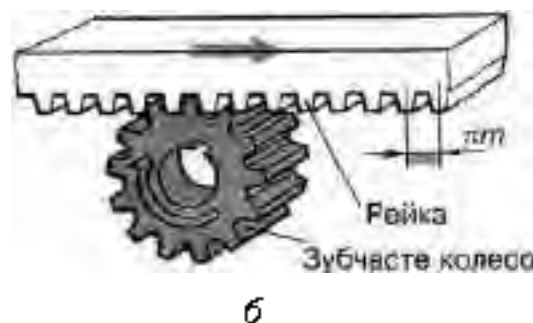
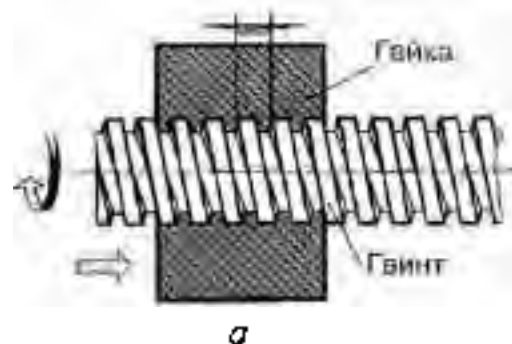


Рис. 10.7. МЕХАНІЗМИ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ НА ПОСТУПАЛЬНИЙ:

а — гвинтовий; б — зубчато-рейковий

кількістю зубів z_2 і z_4 . При правому положенні блока *Б* у зачепленні перебувають зубчасті колеса z_2 і z_4 ; їхнє передаточне відношення

$$i_{3-4} = \frac{z_2}{z_4}.$$

При лівому розташуванні блока *Б* в зачеплення входять зубчасті колеса z_1 і z_3 ; їхнє передаточне відношення

$$i_{1-2} = \frac{z_1}{z_2}.$$

Отже, вал *II* може дістати дві різні частоти обертання:

$$n_{II} = n_I \cdot \frac{z_1}{z_2}; \quad n_{II} = \frac{z_1}{z_4}.$$

Графічно передачу обертання від вала *I* на вал *II* можна зобразити структурною схемою (рис. 10.8, б).

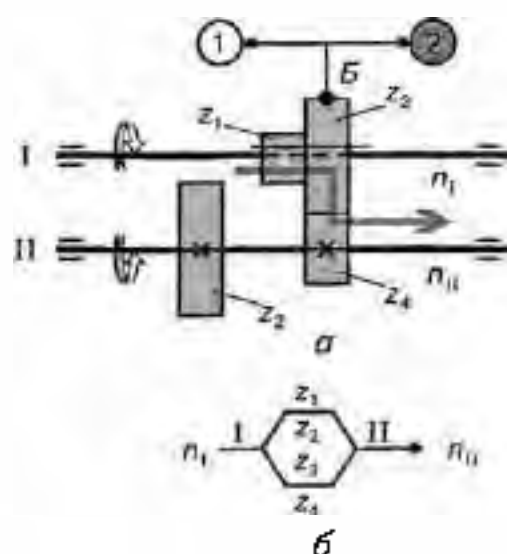


Рис. 10.8. МЕХАНІЗМ З ПЕРЕСУВНИМ БЛОКОМ: а — кінематична схема (1, 2 — положення блоку); б — структурна схема

Аналогічно побудована передача з потрібним пересувним блоком, яка надає веденому валові три різні частоти обертання. Переміщення блоків уздовж вала здійснюється спеціальним важільним механізмом, зв'язаним із відповідною рукояткою, що розташована на передній стінці коробки швидкостей.

Якщо скомпонувати послідовно два або кілька механізмів з пересувними блоками, то можна дістати просту коробку швидкостей.

Механізми з перемикальною кулачковою муфтою (рис. 10.9). На ведучому валу I закріплено зубчасті колеса z_1 і z_2 , а на веденому II — вільно насаджено зубчасті колеса z_3 і z_4 , з'єднані відповідно так: z_2 із z_3 , а z_1 із z_4 . На торцях зубчастих коліс z_3 і z_4 є кулачки, а між зубчастими колесами на штиці вала II насаджено кулачкову муфту М, яка також має кулачки на торцях. Якщо вмикнути муфту вліво (положення 1), то її кулачки з'єднаються з кулачками зубчастого колеса z_3 і зв'яжуть її з валом. При правому положенні муфти М до вала прислунеться колесо z_4 . Залежно від положення муфти перепадає рух від вала I до вала II здійснюватиметься через зубчасті колеса $z_1 - z_2$

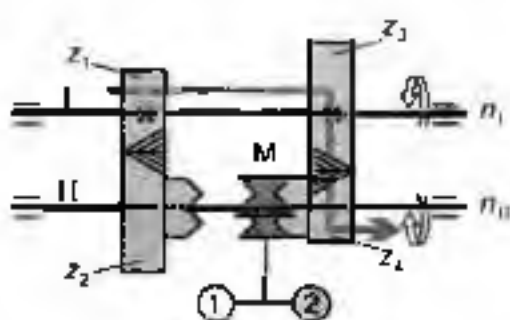


Рис. 10.9. МЕХАНІЗМ З ПЕРЕМІКАЛЬНОЮ МУФТОЮ

1, 2 — положення муфти

$z_1 - z_2$ (передаточне відношення $\frac{z_1}{z_2}$) або через зубчасті колеса $z_2 - z_3$ (передаточне відношення $\frac{z_1}{z_4}$) і на веденому валу II можна дістати дві різні частоти обертання, тобто

$$n_{II1} = n_I \frac{z_1}{z_2}; \quad n_{II2} = n_I \frac{z_1}{z_4}$$

Механізм з кулачковою муфтою часто комплектується в коробках швидкостей з пересувними блоками (рис. 10.10). При вмиканні муфти М вліво (положення 1) обертання від вала передається на втулку з колесами $z_4 = 20$, $z_3 = 35$, $z_2 = 25$, $z_1 = 40$ і через муфту безпосередньо шпинделю; при вмиканні муфти М вправо (положення 2) обертання від втулки передається шпинделю через додаткову передачу з передаточним відношенням

$$i = \frac{z_4}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_1} = \frac{20}{50} \cdot \frac{30}{40} = \frac{3}{10} = 0,3.$$

Така передача, що слугує для різкої зміни частоти обертання, називається «переборник». Всього в шпинделі (див. рис. 10.10) можна дістати $3 \times 2 = 6$ різних частот обертання (табл. 3).

Реверсивні механізми. Тилкові реверсивні механізми — з кулачковою муфтою і з пересувним блоком — показано на рис. 10.11. При вмиканні муфти М або блока Б вправо (положення 1) передача обертання з вала I на вал III здійснюється безпосередньо від зубчастого колеса z_1 до колеса z_4 ; напрям обертання вала III змінюється. При вмиканні муфти М

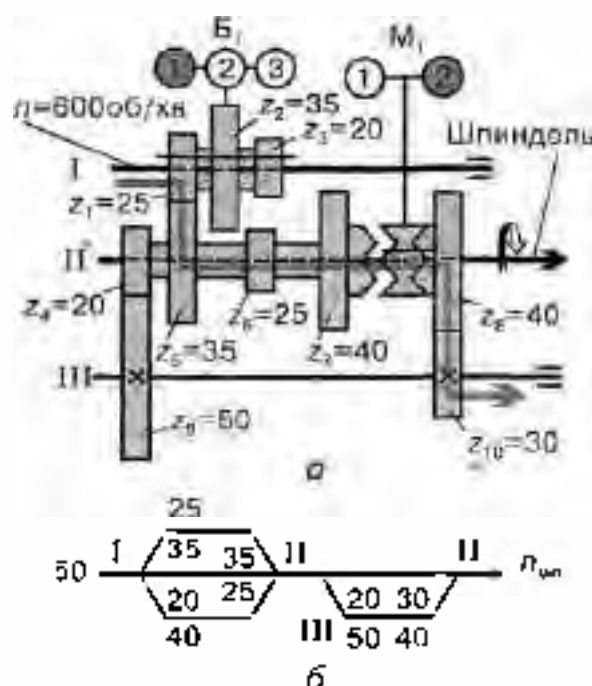


Рис. 10.10. ПРОСТА КОРОБКА ШВИДКОСТЕЙ З ПЕРЕСУВНИМ БЛОКОМ, КУЛАЧКОВОЮ МУФТОЮ І ПЕРЕБОРОМ:

а — кінематична схема, *б* — структурна схема; 1, 2, 3 — положення блока *Б*, муфти *М*; I, II, III — вали

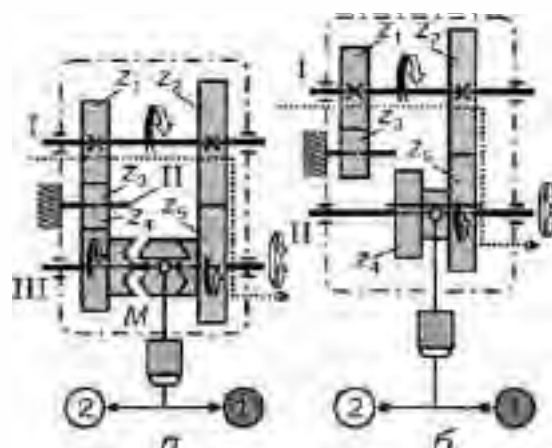


Рис. 10.11. ТИПОВІ РЕВЕРСИВНІ МЕХАНІЗМИ.

а — з кулачковою муфтою, *б* — з пересувним блоком; 1, 2 — положення муфти або пересувного блока, I, II, III — вали

або блока *Б* вліви (положення 2) передача обертання від вала I до вала III відбувається через проміжне зубчасте колесо і напрямок обертання вала III буде той самий, що й вала I.

Таблиця 3 Частоти обертання шпинделя корінки швидкохідної (до рис. 10.10)

Номер	Положення незалежних лінійних елементів		Частота обертання шпинделя, об/хв
	Потрійний блок <i>Б</i>	Кулачкова муфта <i>М</i>	
1	1	1	$n_1 = n_1 \frac{z_1}{z_2} = 600 \frac{25}{35} = 430$
2	2	1	$n_2 = n_1 \frac{z_1}{z_3} = 600 \frac{35}{20} = 840$
3	3	1	$n_3 = n_1 \frac{z_1}{z_7} = 600 \frac{20}{40} = 300$
4	1	2	$n_4 = n_1 \frac{z_1}{z_4} \frac{z_5}{z_6} \frac{z_8}{z_9} = 600 \frac{25}{35} \frac{20}{50} \frac{30}{40} = 128$
5	2	2	$n_5 = n_1 \frac{z_1}{z_5} \frac{z_6}{z_7} \frac{z_8}{z_9} = 600 \frac{35}{25} \frac{20}{50} \frac{30}{40} = 250$
6	3	2	$n_6 = n_1 \frac{z_1}{z_7} \frac{z_8}{z_9} \frac{z_{10}}{z_3} = 600 \frac{20}{40} \frac{20}{50} \frac{30}{40} = 90$

§ 10.3 Токарно-гвинторізний верстат 16К20

Загальна характеристика. Токарно-гвинторізний верстат 16К20 (рис. 10.12) призначений для виконання різних токарних і різьбонарізних робіт, швидкісного точіння металів та синтетичних матеріалів в умовах одиничного й серійного виробництва. Верстат забезпечує найповніше використання стійкісних можливостей інструментів, оснащених твердим сплавом, мінерало-керамікою (керметом), алмазом і композитом (ельбром).

Широкі діапазони частот обертання шпинделя й подач забезпечують універсальність верстата, що особливо важливо для механічних цехів одиничного й серійного виробництва, а також ремонтних, інструментальних і експериментальних цехів.

Механізм голованого руху. Кінематичну схему токарно-гвинторізного верстата 16К20 наведено на рис. 10.13. Вал I коробки швидкостей дис-

тає обертання від електродвигуна ($N = 10$ кВт, $n = 1460$ об/хв) через клинопасову передачу

$$i_{\text{пас}} = \frac{D_1}{D_2} = 0,985; i_{\text{пас}} = \frac{154}{266} = 0,985$$

На валу I розміщено блок зубчастих коліс ($z = 56, z = 51$), який вільно обертається й слугує для забезпечення прямого обертання шпинделя, а також колеса зворотного обертання ($z = 50$), що вільно насаджено на валу. Між ними міститься двостороння муфта M, яка вмикає обертання цих зубчастих коліс. На валу II розміщено насаджений на шліці ковзний подвійний блок ($z = 34, z = 39$) і три нерухомо закріплені колеса ($z = 29, z = 21, z = 38$). Залежно від положення блока 34—39 вал II дістає дві різні частоти обертання (передаточні відношення $56 : 34$ і $51 : 39$). На шліцьовому відрізку вала III розташований ковзний блок $z = 47, z = 55, z = 38$, з'єднання якого з колесами вала II забезпечують три передаточні відношення $29 : 47, 21 : 55$ і $38 : 38$. Отже, на валу III можна дістати $2 \times 3 = 6$ різних частот обертання.

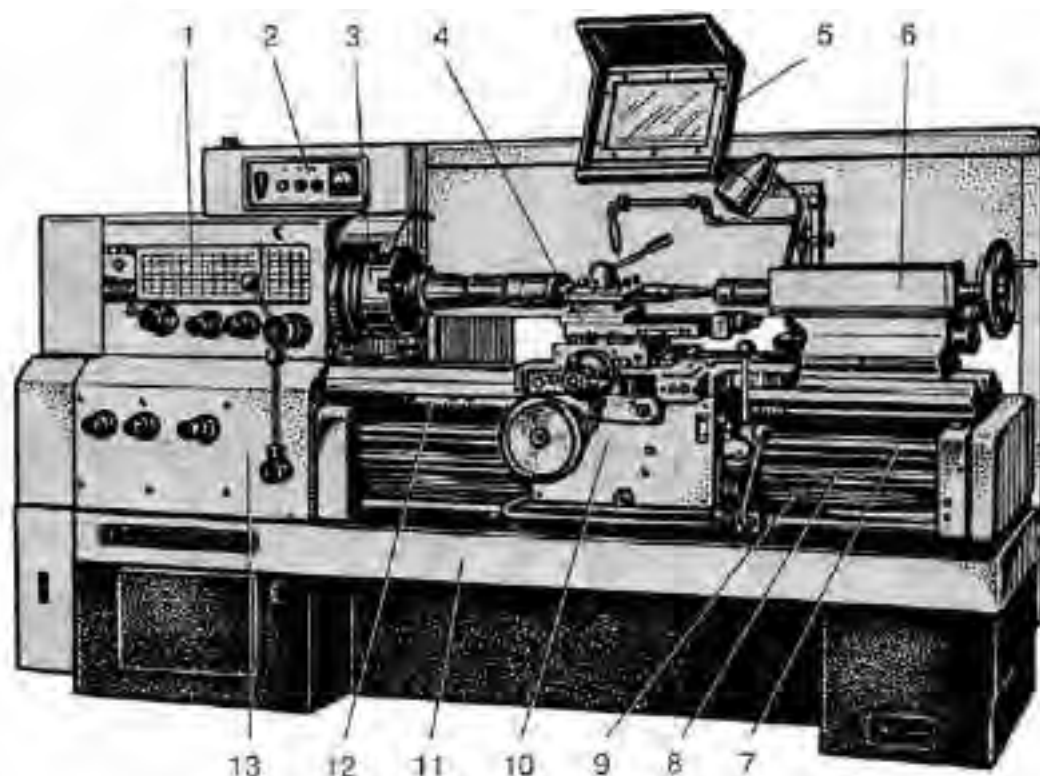


Рис. 10.12. ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИЙ ВЕРСТАТ 16К20.

1 — передня бабка, 2 — електричний пульт, 3 — різьбонарізна муфта, 4 — патрон, 5 — шток, 6 — задня бабка, 7 — ходовий

вал, 8 — ходовий гвинт, 9 — станина, 10 — каретка супорта, 11 — корита, 12 — рейка, 13 — коробка подач

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА 16К20

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:	
над станиною	400
над поперечними полозками супорта	270
Відстань між центрами (ВМЦ), мм	710, 1000, 1400, 2000
Кількість частот обертання шпинделя	24 (22 різних значення)
Границі частоти обертання шпинделя, об/хв	12,5 - 600
Границі подач, мм/об.	
подовжніх	0,35 - 2,8
поперечних	0,025 - 1,4
Кроки нарізування різьб:	
метричної, мм	0,5 - 112
дюймової, число ниток на 1"	56 - 0,5
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	7,5; 10
Габаритні розміри верстата, мм	2470, 2760, 3160, 3760
довжина	1470
висота	1195
ширина	3000
Маса верстата (ВМЦ 1000 мм), кг	

Далі обертання передається на механізм перебору, що складається з блока 45-60 і зубчастого колеса $z = 18$. Перебір забезпечує два передаточних відношення:

$$i_{\text{пл1}} = \frac{45}{45} \frac{18}{72} = \frac{1}{4}, \quad i_{\text{пл2}} = \frac{15}{60} \frac{18}{72} = \frac{1}{16}$$

Шпиндель дістає обертання від вала *IV* через передачу 30:60 (блок 48-60 ввімкнено вправо) або безпосередньо від вала *III* через передачу 60:48 або 30:60 (блок 48-60 ввімкнено ліво). При правому ввімкненні блока 48-60 обертання від вала *III* на шпиндель передається через механізм перебору, і частота обертання шпинделя порівняно з частотою обертання вала *III* зменшується.

Через перебір на шпинделі можна дістати $2 \times 3 \times 2 = 12$ різних частот обертання. При ввімкненні блока 48-60 на пряму передачу (вліво) на шпинделі також можна отримати $2 \times 3 \times 2 = 12$ різних частот обертання. Отже, загальна кількість частот обертання шпинделя — $12 + 12 = 24$ (частоти обертання $n = 500$ об/хв і $n = 630$ об/хв повторюються двічі). Схеми варіантів передачі обертання з вала *III* на шпиндель (крім варіанта, зображеного на рис. 10-13) наведено на рис. 10-14.

Частоту обертання шпинделя для кожного ступеня обчислюють за рівнянням кінематичного балансу ланцюга між електродвигуном і шпинделем (рис. 10-15).

Мінімальна частота обертання (при роботі з перебором)

$$n_{\text{min}} = \frac{154}{268} \cdot 0,985 \cdot \frac{51}{39} \frac{21}{55} \frac{15}{60} \frac{18}{72} \frac{30}{50} = 12,5 \text{ об/хв.}$$

Максимальна частота обертання (при роботі без перебору)

$$n_{\text{max}} = 1460 \cdot \frac{154}{268} \cdot 0,985 \cdot \frac{56}{39} \frac{38}{38} \frac{60}{48} = 1600 \text{ об/хв.}$$

Зворотнє (ліве) обертання шпинделя здійснюється через проміжний реверсивний блок 24-36 (муфта *M*, ввімкнена вправо) і далі все відбувається як і при правому обертанні. Оскільки в цьому разі зворотною частотою участі не бере, то кількість різних частот зворотного обертання удвоє менша, ніж при прямому обертанні (тобто 12), причому зворотнє обертання шпинделя буде прискоренішим, оскільки передаточне відношення $\frac{50}{24} \frac{36}{38}$

більше, ніж $\frac{51}{39}$ або $\frac{56}{54}$.

$$n_{\text{об.лів}} = 1460 \cdot \frac{154}{268} \cdot 0,985 \cdot \frac{50}{24} \frac{36}{38} \frac{21}{55} \frac{1}{16} \frac{30}{60} = 19 \text{ об/хв,}$$

$$n_{\text{об.лів}} = 1460 \cdot \frac{154}{268} \cdot 0,985 \cdot \frac{50}{24} \frac{36}{38} \frac{38}{38} \frac{60}{48} = 1900 \text{ об/хв.}$$

Усі числові значення частот обертання шпинделя верстата 16К20 і відповідні їм значення допустимих обертаючих моментів і поту-

Таблиця 4. Частоти обертання шпинделя, допустимі обертові моменти та потужності для всіх ступенів обертання шпинделя верстата 16К20

Положення рукояток		Прямі обертання шпинделя		
 8 (рис. 10.24)	 7 (рис. 10.24)	Частота обертання n , об/хв	Найбільший допустимий обертовий момент на шпинделі, Н·м	Найбільша допустима потужність на валу шпинделя, кВт
1 : 32				
	1	12,5	1300	2,3
	2	16	1300	3
	3	20	1300	3,7
	4	25	1300	4,7
	5	31,5	1300	6
	6	40	1300	7,7
1 : 8				
	1	50	1300	9,3
	2	63	1090	10
	3	80	855	13
	4	100	670	16
	5	125	530	18
	6	160	405	18
1 : 2				
	1	200	380	10
	2	250	300	10
	3	315	240	10
	4	400	180	10
	5	500	146	10
	6	630	114	10
1,25 : 1				
	1	500	145	10
	2	630	116	10
	3	800	90	10
	4	1000	70	10
	5	1250	55,5	10
	6	1600	41,8	10

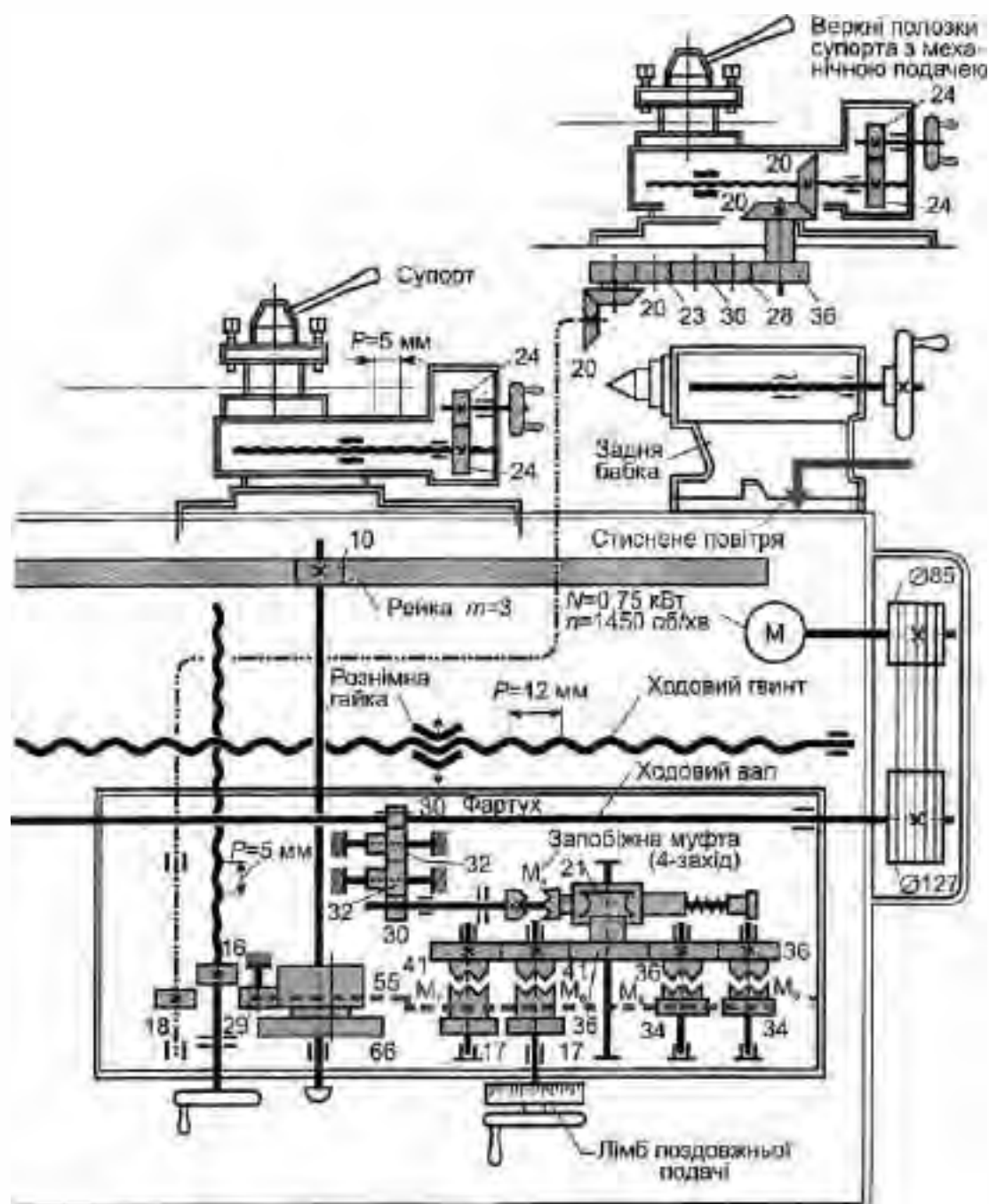
жностей, а також положення рукояток перемикачів частот обертання подано в табл. 4.

Механізм подач. До кінематичного ланцюга механізму подач входять: ланка збільшення кроку (блок 60—45) (див. рис. 10.13), механізм реверса (трэнзель), тітара змінних зубчастих коліс, коробка подач, механізм фартуха, ходовий вал і ходовий гвинт. У коробці подач розміщу-

ються оборотний (рис. 10.16) і множинний (рис. 10.17) механізми.

При настроюванні верстата на робочі подачі від ходового вала і при нарізуванні метричної та дюймової різьб від ходового гвинта муфта M_1 вмикається вліво, муфта M_2 — вправо, й обертання від шпинделя через ланку збільшення кроку (блок 60—45), трэнзель і тітару зі змінни-





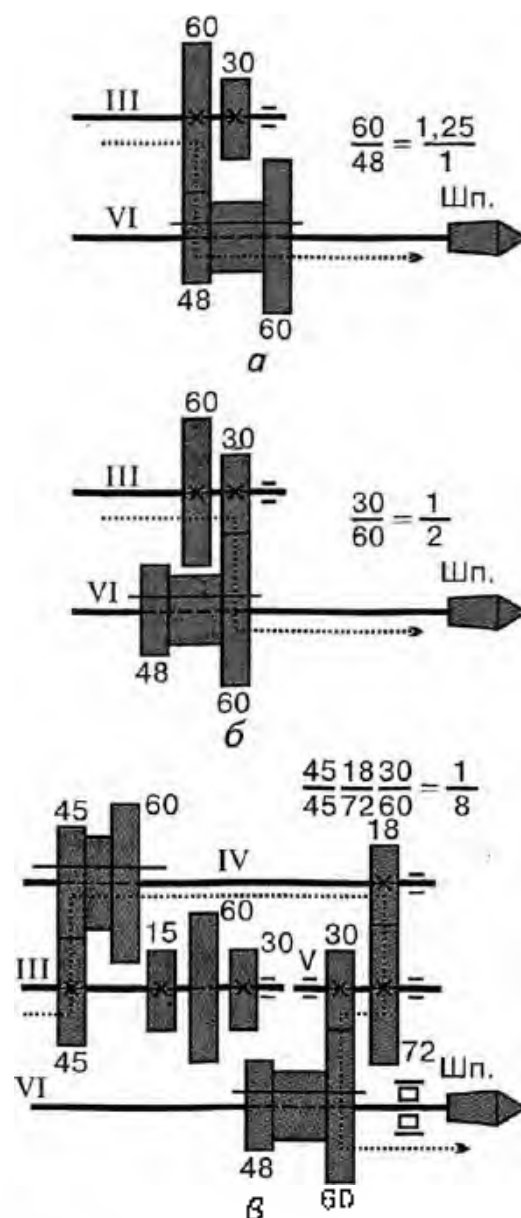


Рис. 10.14. СХЕМА ПЕРЕДАЧІ ОБЕРТАННЯ З ВАЛА III НА ШПИНДЕЛЬ (ВЕРСТАТ 16К20)

а — без перебору ($i = 1,25$); б — без перебору ($i = 1,2$); в — з перебором ($i = 1/8$); Шп. — шпиндель

ми колесами передається від вала XII на оборотний механізм: через зубчасті колеса 28:28 на вал XIII, передачу 28:26 (або 28:35, або 30:25, або 42:30) на вал XV і далі на множинний

механізм (ланцюг А). Множинний механізм складається з двох зворотних зубчастих блоків: 38—28 і 28—48, а також коліс $z = 45$, $z = 35$ і $z = 15$. Механізм забезпечує чотири різні комбінації перемикання. Одну з них показано на кінематичній схемі верстата на рис. 10.13:

$$i_1 = \frac{18}{45} \frac{15}{48} = \frac{1}{8}$$

три інші комбінації наведено на рис. 10.17:

$$i_2 = \frac{28}{35} \frac{35}{28} = 1; \quad i_3 = \frac{18}{45} \frac{55}{28} = \frac{1}{2}; \quad i_4 = \frac{28}{35} \frac{15}{48} = \frac{1}{4}$$

Отже, по ланцюгу А на валу XIV можна дістати $4 \times 4 = 16$ різних частот обертання, а також 16 різних подач (від 0,05 до 0,7 мм/об).

При нарізуванні модульних та підчовних різьб (черв'яків) обертання з вала XIV передається через зубчасті колеса 28—38 $\frac{28}{28} \frac{38}{34}$, причому муфти M_1 і M_2 вимкнені, потім через блоки 28—35 або 25—30 на вал XIII, колеса 30—33 — на вал XV і далі на множинний механізм (ланцюг Б) (див рис. 10.16).

Вмикаючи ланки збільшення кроку (див рис. 10.14) полягає у зачепленні зубчастого колеса $z = 45$ вала III з колесом $z = 45$ вала VIII. Оскільки подача обчислюється на один оберт шпинделя, то умовно вважатимемо, що при ввімкненій ланці збільшення кроку рух від шпинделя на механізм подачі передається через перебір (у зворотному напрямі) або через зубчасті колеса 60:30 з передаточними відношеннями

$$\frac{60}{30} \frac{45}{45} = 2; \quad \frac{60}{30} \frac{72}{18} \frac{45}{45} = 8; \quad \frac{60}{30} \frac{72}{18} \frac{60}{15} \frac{45}{45} = 32$$

Отже, вмикаючи ланки збільшення кроку спричиняє збільшення подачі і кроків нарізування різьб у 2 або 8, або 32 рази. Якщо на коробці швидкоостей встановлено діапазон частот 500...1600 об/хв (з'єднання зубчастих коліс 60:48 = 1,25), то механізм подачі через колеса 45:45 дає зменшення табличних подач в 1,25 раза. З урахуванням можливостей вмикання ланцюга збільшення кроку коробка подач може забезпечити $16 \times 4 = 64$ різних подачі.

Подальша передача обертання від коробки подач через ходовий вал у механізм фартуха й на рейкове зубчасте колесо (або на гвинт поперечної подачі) зрозуміла зі структурної схеми механізму подач (рис. 10.18). Обертання на ходовий гвинт передається при ввімкненому положенні муфти M_1 . При вимкненій муфті M_2 обертання передається через зубчасті колеса



Рис. 10.15. СТРУКТУРНА СХЕМА КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ ВЕРСТАТА 16К20 (ПОЗНАЧЕННЯ ВАЛІВ ДИВ. НА РИС. 10.13)

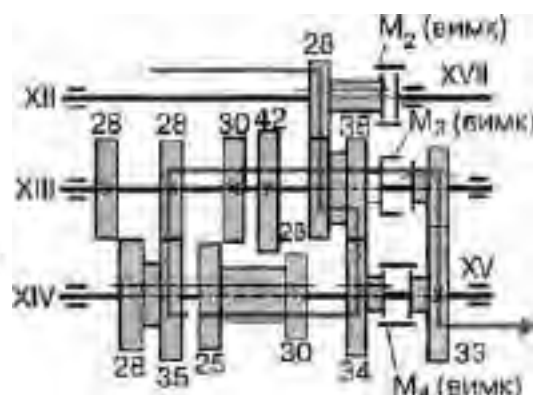


Рис. 10.16. СХЕМА ВАРІАНТА НАСТРОЮВАННЯ ОБОРОТНОГО МЕХАНІЗМУ КОРОБКИ ПОДАЧ ВЕРСТАТА 16К20 НА НАРІЗАННЯ МОДУЛЬНОЇ РІЗЬБИ (ЛАНЦЮГІ А)

$\frac{23}{40} \frac{24}{39}$, обліну муфту й колеса $\frac{28}{35}$ на ходовий вал XX.

Важливим конструктивним елементом коробки подач є *обліна муфта*, яка дає змогу вмикати прискорений хід каретки супорта й поперечних положків супорта по каретці від окремого електродвигуна ($N = 0,75$ кВт) без вмикання ланцюга подач. Обліна муфта (рис. 10.19) складається з ведучої обойми 1 і веденого диска 2 з вирізами, в яких вміщено ролики 3. Під час обертання обойми ролики заклинюються у вирізах, і обертання від обойми передається на диск і далі на вал XX. При обертанні ходового вала XX від електродвигуна прискореного руху

диск, дістаючи обертання через зубчасті колеса 35: 28, обертається швидше, ніж обойма, ролики відтискуються у заглиблення вирізів, обойма виїжджується від диска й може продовжувати обертатися зі своєю частотою, добутою від коробки подач.

Як видно зі структурної схеми (див. рис. 10.18), до кінематичного ланцюга механізму подач входять гітара змінних зубчастих коліс, яку можна настроїти з передаточним відно-

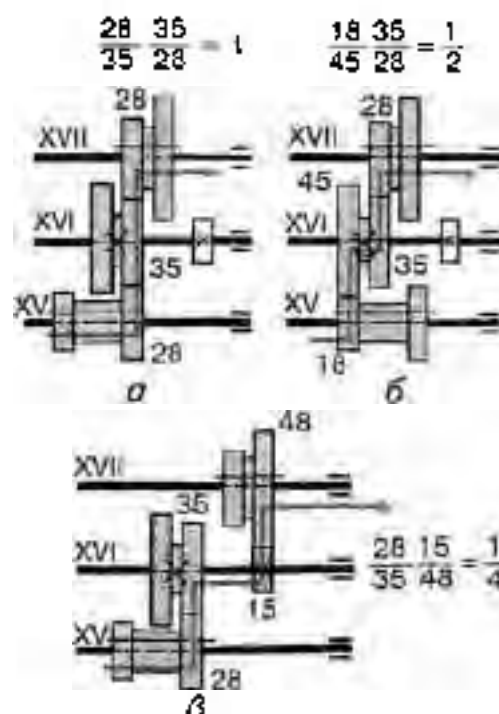


Рис. 10.17. ВАРІАНТИ ПЕРЕМІКАННЯ МНОЖНОГО МЕХАНІЗМУ КОРОБКИ ПОДАЧ ВЕРСТАТА 16К20 (ПОЗНАЧЕННЯ ВАЛІВ ДИВ. НА РИС. 10.13)

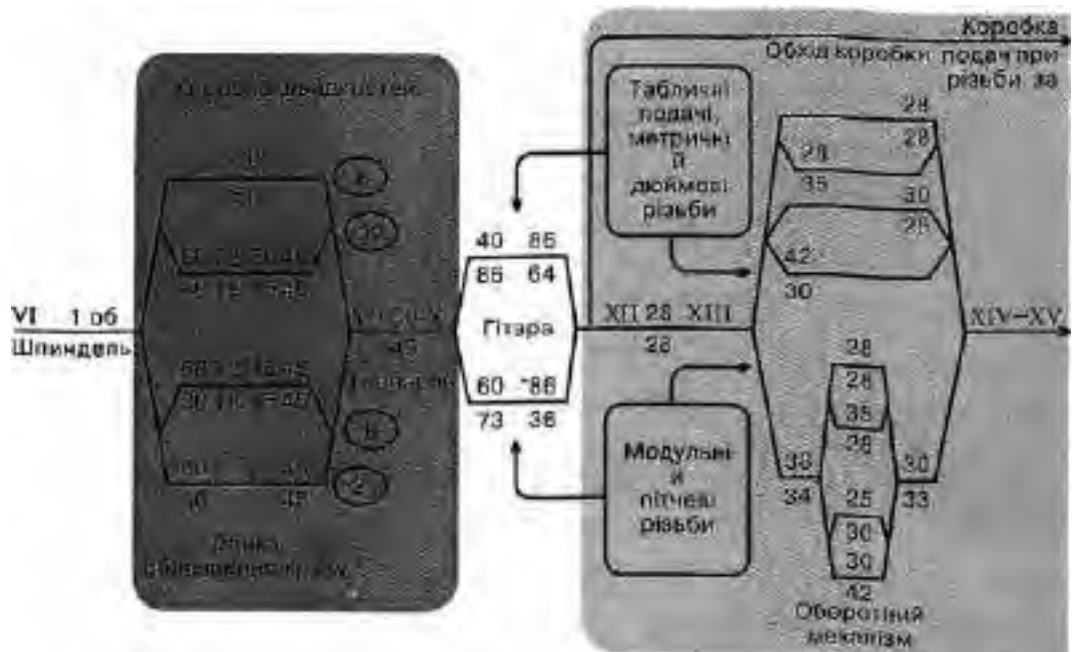


Рис. 10.18. СТРУКТУРНА СХЕМА МЕХАНІЗМУ ПОДАЧ ВЕРСТАТА 16K20

шенням $i_{\text{дв}} = \frac{40}{86} \frac{86}{64}$ (див. рис. 10.14) для табличних подач і нарізування метричної і дюймової різьб (ланцюг А) або з передаточним відношенням $i_{\text{дв}} = \frac{60}{73} \frac{86}{36}$ для нарізування модульної різьби (ланцюг Б на рис. 10.14).

Числові значення подовжніх подач дістаємо при складанні рівняння балансу кінематичного ланцюга від шпинделя до рейкового зубчастого колеса фартуха:



Рис. 10.19. ОБКІННА МУФТА
1 — корпус; 2 — ролик; 3 — обійма

$$i_{\text{под. мет}} = 1 \frac{60}{60} \frac{30}{45} \frac{40}{86} \frac{86}{64} \frac{28}{28} \frac{38}{34} \frac{30}{42} \frac{30}{33} \frac{18}{45} \frac{15}{48} \frac{23}{30} \frac{24}{39} \pi \times \frac{28}{35} \frac{30}{32} \frac{32}{30} \frac{4}{21} \frac{36}{41} \frac{17}{66} \pi \cdot 3 \cdot 10 = 0,043 \text{ мм/об}$$

(у табл. 5 значення $i_{\text{под. мет}}$ округлено до 0,05 мм/об).

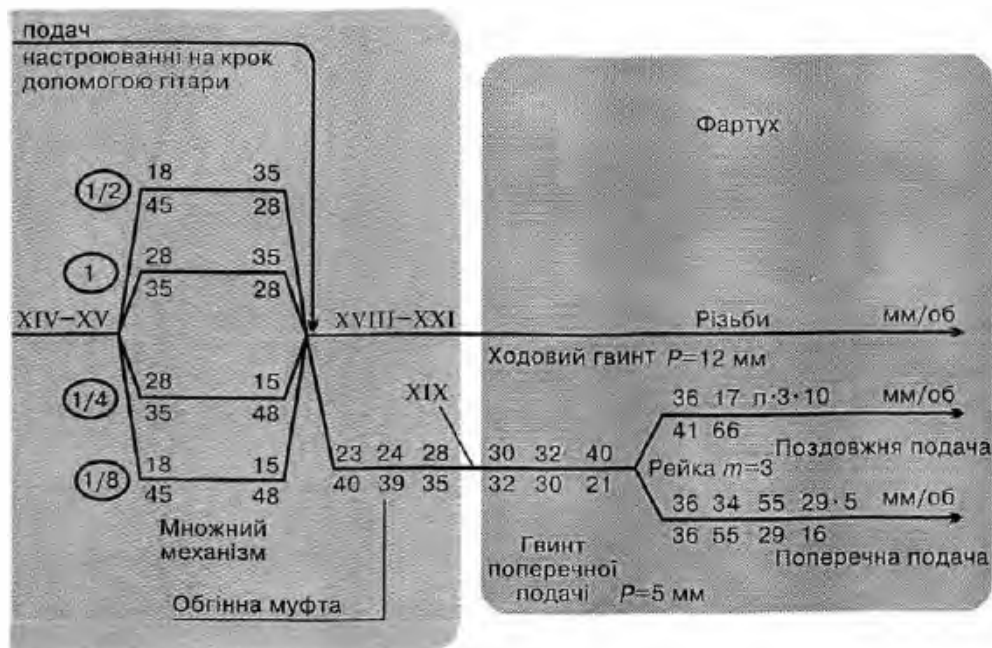
$$i_{\text{под. мет}} = 1 \frac{60}{60} \frac{30}{45} \frac{40}{86} \frac{86}{64} \frac{28}{28} \frac{38}{34} \frac{35}{26} \frac{30}{33} \frac{28}{35} \frac{23}{28} \frac{23}{40} \pi \times \frac{24}{39} \frac{28}{35} \frac{30}{32} \frac{32}{30} \frac{4}{21} \frac{31}{41} \frac{17}{66} \pi \cdot 3 \cdot 10 = 0,659 \text{ мм/об}$$

(у табл. 5 значення $i_{\text{под. мет}}$ округлено до 0,7 мм/об).

Для поперечної подачі вмикають муфту M_1 (або M_2), вмикають муфту M_3 (або M_4), і рух від ходового вала ХХ буде передаватися на гвинт поперечної подачі. Числові значення поперечних подач удвоє менші, ніж подовжніх, при тих самих положеннях рукояток коробки подач, оскільки додається кінематичний ланцюг:

$$\frac{34}{55} \frac{55}{29} \frac{29}{16} S$$

(див. рис. 10.13); тому



ПОЗНАЧЕННЯ ВАЛІВ ДИВ. НА РИС. 10.13

$$S_{\text{позд.}} = 0.021 \text{ мм/об} \quad 0.021; 0.043 \times 0.5.$$

Розрахункові значення поздовжніх подач наведені у відповідній таблиці паспорта верстата. Ті з них, що повторюються і надто великі, а також ті, що майже не використовуються, в таблиці не вміщено. У цій самій таблиці вказано крок нарізування різьби. Таблицю прихрилено до передньої стінки коробки подач верстата.

Основні вузли й органи керування верстата. Основа верстата — це станок, на якій монтують основні вузли. Станину (рис. 10.20) виготовляють із лисокомічного модифікованого чавуну. Вона має коробчасту форму з поперечними ребрами жорсткості. По передніх призматичних і задніх плоских напрямних станини переміщується каретка супорта, а по передніх плоских і задніх призматичних — задня бабка. Завдяки цьому спрацювання напрямних, по яких рухається каретка, не впливає на положення центра задньої бабки.

Станина встановлюється на монолітний основі, яка одночасно слугує для збирання стружки й резервуаром для охолоджувальної рідини. У лівій частині основи розташований головний електродвигун верстата.

Передня (шпиндельна) бабка становить чавунний корпус, всередині якого розміщено вал з зубчастою колесою механізму пере-

микання частот обертання шпинделя (жорстка швидкостей).

Шпиндель — головний робочий орган верстата — це масивний порожнистий вал, виготовлений із легированої сталі. На передньому кінці шпинделя міститься посадочний конус,

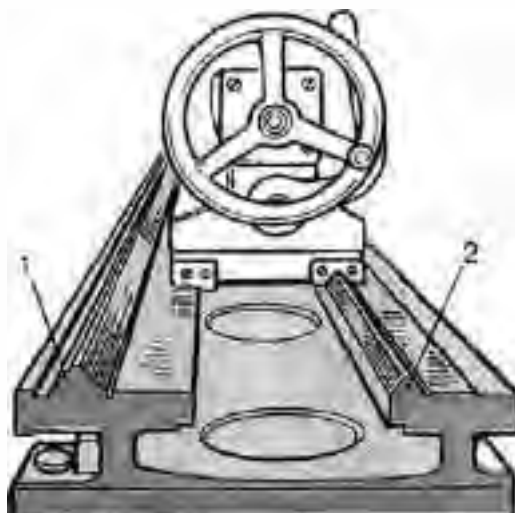


Рис. 10.20. СТАНИНА ВЕРСТАТА 16К20

1 — передня напрямна 2 — задня напрямна

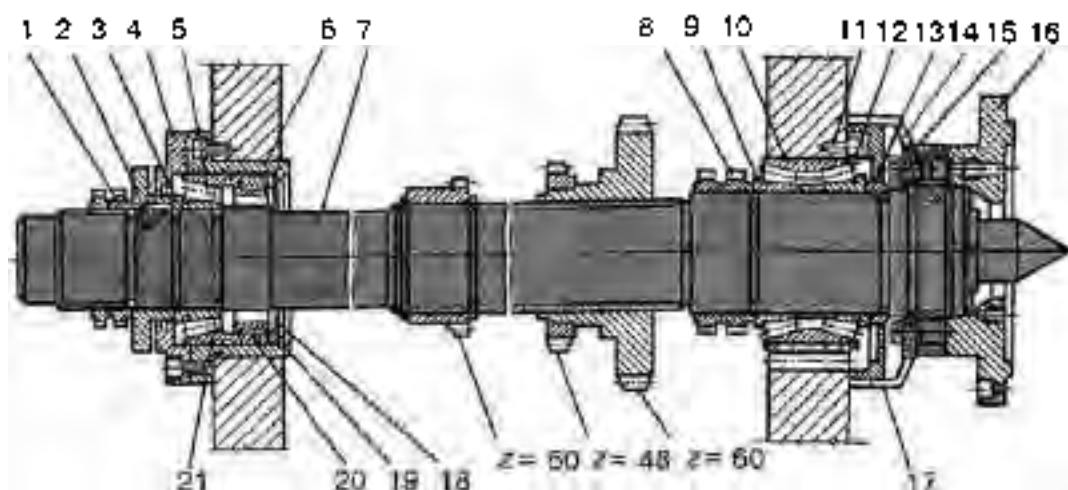


Рис. 10.21. ШПИНДЕЛЬНИЙ ВУЗОЛ ВЕРСТАТА 16К20.

1, 8 — гайки, 2 — фланець, 3 — внутрішнє кільце заднього підшипника; 4 — хвостик; 5 — задній радіально-упорний підшипник; 6 — штулка; 7 — шпиндель; 9 — ліве внутрішнє кільце переднього підшипника; 10 — зовнішнє кільце переднього підшипника; 11 — ролик, 12 — праве внутрішнє

кільце переднього підшипника, 13 — упорне кільце; 14 — хвостик; 15 — діючий диск, 16 — планшайба; 17 — ріжок в хвості; 18 — диск, 19 — кільце, 20 — пружина; 21 — зовнішнє кільце заднього підшипника

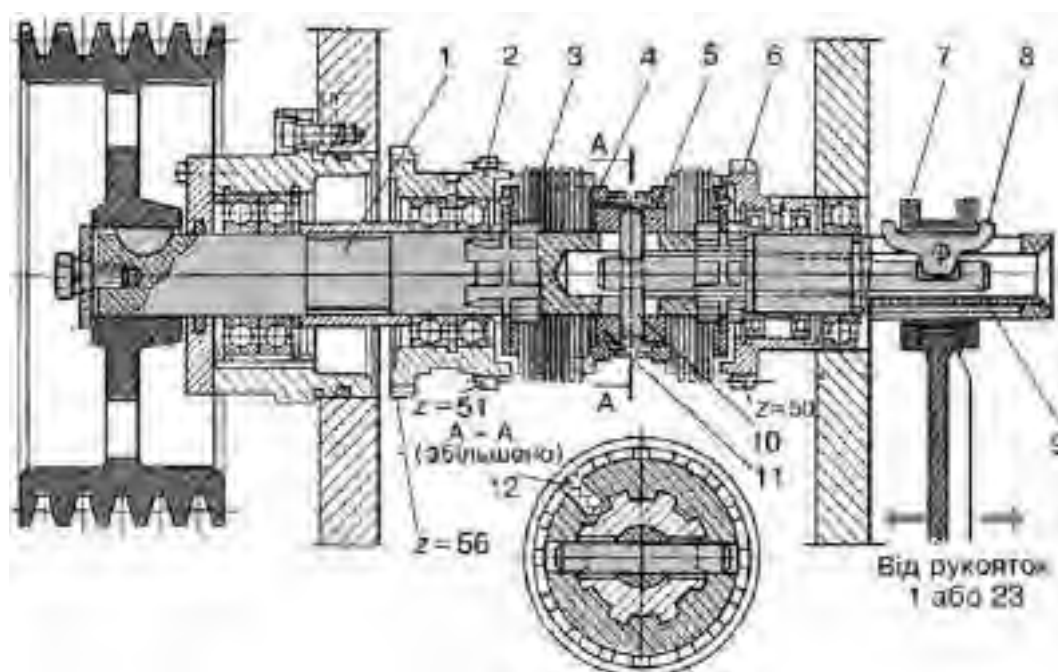


Рис. 10.22. ФРИКЦІЙНА МУФТА ВЕРСТАТА 16К20:

1 — порожнистий вал, 2 — зубчасте колесо прямого ходу; 3 — фрикційні диски, 4, 5 — регулювальні гайки; 6 — зуб-

часте колесо зворотного ходу; 7 — кільце; 8 — карман; 9 — тяга; 10 — палець; 11 — муфта, 12 — захочка

на якому базують патрони для закріплення заготовок. З переднього кінця шпindel розточено на стандартний конус Морзе № 6. У конічній розточці встановлюють передній центр або оправку. Шпindel (рис. 10.21) встановлено на двох опорах хочення. Передня опора — це регульований дворядний роликовий підшипник з роликами 11 і внутрішніми конічними кільцями 9 і 12. Підшипник регулюють затягуванням гайки 8, яка тисне на внутрішнє конічне кільце 9 підшипника. Кільце насувається на шийку шпинделя, і таким чином зменшується зазор між ним і роликами, який утворюється внаслідок сирацювання. Задня опора — це радіально-упорний підшипник 5. Постійний натяг у ньому забезпечують пружини 20, які опираються в диск 18 і відтискують зовнішнє кільце 21 роликопідшипника.

У середині передньої бабки на першому валу I коробки швидкостей (див. рис. 10.12) міститься фрикційна реверсивна муфта M_1 , а на валу III — стрічкове гальмо.

Фрикційну муфту зображено на рис. 10.22. Блок зубчастих коліс 2 прямого ходу (блок 56—51 на рис. 10.13) має маточину з пазом. Таку ж саму маточину має й колесо 6 зворотного ходу (колесо $z = 50$ на рис. 10.13). У середині містяться сталеві фрикційні диски 3, зовнішні виступи яких входять у пази маточини, і диски 12 із шліцьовим отвором. Виступи шліців отвору входять у канавки шліців порожнистого вала I.

Робота фрикційної муфти полягає в тому, що при відтискуванні дисків 3, які обертаються з валом I, до дисків 12 завдяки тертю між ними виникає зчеплення і обертання від вала I через диски передається до блока 56—51 або до колеса $z = 50$. Фрикційні диски вмикаються муфтою 7 (M_1 на рис. 10.13). При вмиканні муфти вліво вмикається прями обертання шпинделя, а при вмиканні вправо — зворотне обертання.

Стрічкове гальмо. На валу III коробки швидкостей (див. рис. 10.13) закріплено гальмовий шків 5, охоплений сталевим гальмовим стрічком 4. Гальмо вмикається при нейтральному положенні фрикційної муфти. Гальмо регулюють натягом гальмового стрічка 4 та гайкою 3 (рис. 10.23). При правильно відрегульованому гальмі час гальмування шпинделя (без патрона й заготовки), який обертається з частотою 1000 об/хв, час не перевищує 1,5 с.

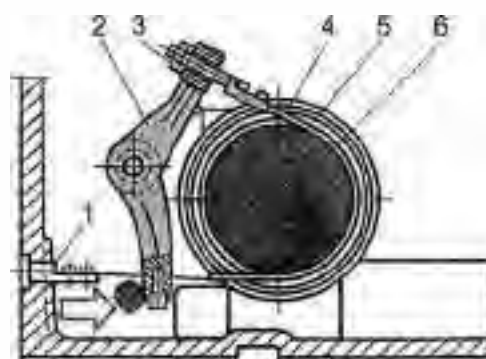


Рис. 10.23. вузол натягу гальмової стрічки
1 — палець; 2 — шків; 3 — натяжна гайка; 4 — гальмовий стрічок; 5 — шків; 6 — вал III коробки швидкостей (див. рис. 10.13)

Органи керування верстатом показано на рис. 10.24. Для керування фрикційною муфтою і гальмом призначені рукоятки 1, 23. Конструкція механізму виключає можливість вмикання або ж вимикання фрикційної муфти при випадковому натисканні рукояток 1, 23, оскільки вони заблоковані й повторюють рухи одна одної.

Частоту обертання шпинделя встановлюють рукоятками 7 і 8, розташованими на передній стінці коробки швидкостей (передньої бабки) верстата. У табл. 4 наведено частоти обертання шпинделя (при прямому обертанні) й відповідні положення рукояток 7 і 8. За допомогою рукояток 7 керують блоками 34—39 і 47—55—38 (див. рис. 10.14) коробки швидкостей і встановлюють в одну із шести позицій, позначених цифрами на маточині рукоятки. Відповідну цифру суміщують з вертикальною стрілкою, зображеною над рукояткою.

За допомогою рукоятки 8 керують перебором (блок 45—60) і блоком 48—60 (див. рис. 10.13); її встановлюють в одну з чотирьох позицій, що забезпечують передавальні відношення 1:32; 1:8; 1:2; 1,25:1, тобто чотири ряди (шапарони) частот обертання.

Рукоятка 6 слугує для перемикавання з нормального на збільшений крок різби (вмикання ланки збільшення кроку), а також для вимикання механізму подач лерса діленням у разі нарізування багатоходової різби.

За допомогою рукоятки 5 керують трензлем, тобто настроюванням на праву й ліву різби. Рукоятка 3 перемикає зворотний механізм

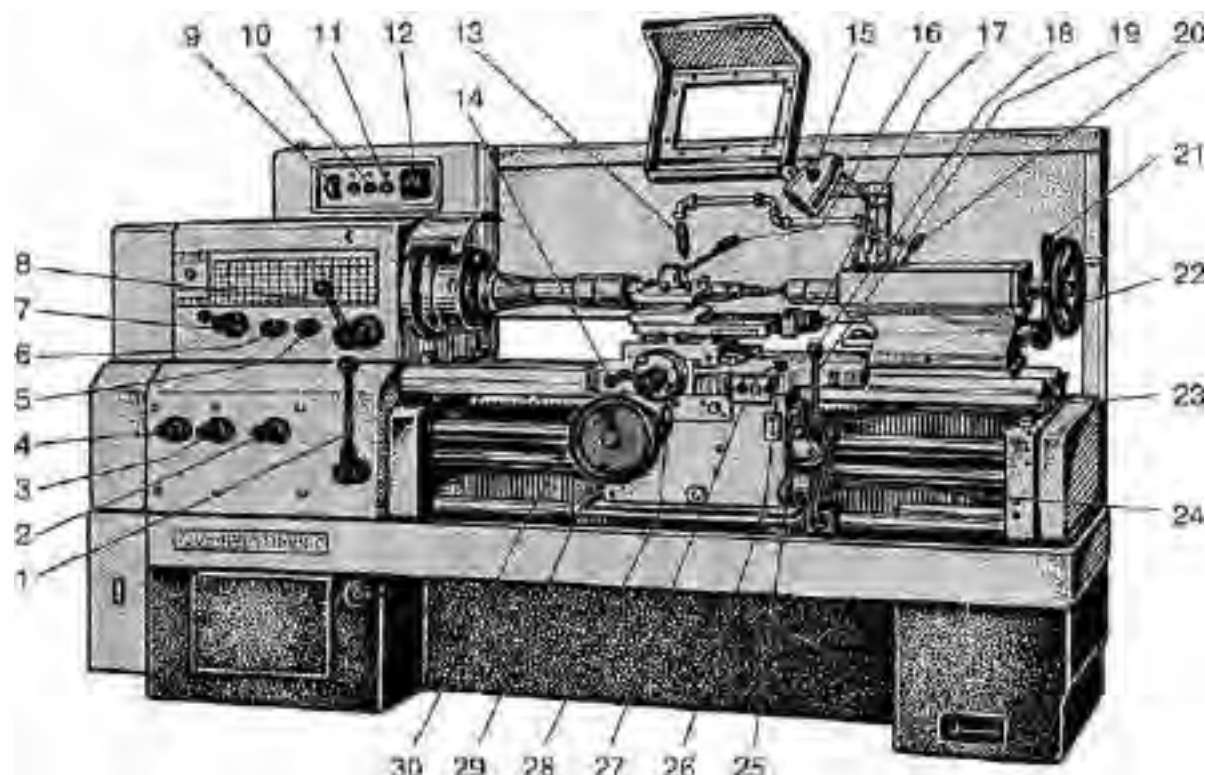


Рис. 10.24. ОРГАНИ КЕРУВАННЯ ВЕРСТАТОМ 16К20

рукоятки: 1, 23 — керування фрикційною муфтою головної передачі; 2 — встановлення подачі й кроку різьби та відмикання механізму коробки подачі; 3 — встановлення подачі й кроку нарізальної різьби; 4 — встановлення подачі й кроку різьби; 5 — вигинювання правої й лівої різьби; 6 — встановлення нормального або збільшеного кроку різьби й положення при події багатозубчаста різьби; 7, 8 — встановлення частоти обертання шпинделя; 14 — перемищеский поперечний положіє супорта вручну; 16 — повороту й затискання різьотримача; 17 — переміщення поздовжніх положіє супорта вручну; 19 — керування переміщенням каретки й поперечних пазів супорта; 20 — затискання пінолі задньої бабки; 21 — закріплення задньої бабки на станині; 24 — вмикання й вимкнення розв'язної гайки

кодового гвинта; 25 — пилування подачі; 28 — вмикання й вимкнення рейкової шестірки; вимкнати. 9, 11, 15 (у — увідний автоматичний); 11 — електронна подача баляджуальної різьби; 15 — лампи місцевого освітлення; 16 — сигнальна лампа; 12 — показчик навантаження верстака; 13 — регульоване сопло подачі охолоджувальної рідини; 18, 19 — кнопки (18 — вмикання електродвигуна привою прискореної подачі каретки й поперечних положіє супорта; 19 — золотник зм'ясування напрямних каретки й поперечних пазів супорта); 22, 29 — механізми (22 — переміщення пінолі задньої бабки; 29 — переміщення каретки вручну); 26 — болт закріплення на станині; 27 — кнопкова станція вимкнення й вимкнення електродвигуна головної передачі

коробки подачі на робочі подачі, нарізування метричної і дюймової різьби (ланцюг А) або на нарізування модульної різьби (ланцюг Б).

Коробка подачі закріплена на станині нижче від передньої бабки; всередині міститься механізм передачі обертання від гітари до ходового вала й ходового гвинта (див. рис. 10.13).

Необхідні подачі й кроки різьби встановлюють за допомогою рукоятки 4 (див. рис. 10.24), яка, по чергову займаючи положення А, Б, С, Д, дає змогу керувати перемиканням блоків зворотного механізму, а також рукояткою 2 (поло-

ження I, II, III, IV), за допомогою якої керують перемиканням блоків множного механізму коробки подачі. Подачі й кроки нарізаних різьби, які забезпечує механізм коробки подачі у поданні з ланкою збільшення кроку і гітарою, наведено в табл. 5.

Супорт (рис. 10.25) складається з каретки 2, яка рухається по напрямних станини, фартуха 1, поперечних полозків 3, що переміщуються по напрямних каретки, поворотної плити 7, верхніх (різцевих) полозків 6, на яких закріплено різьотримач 4. Для обробки коніч-

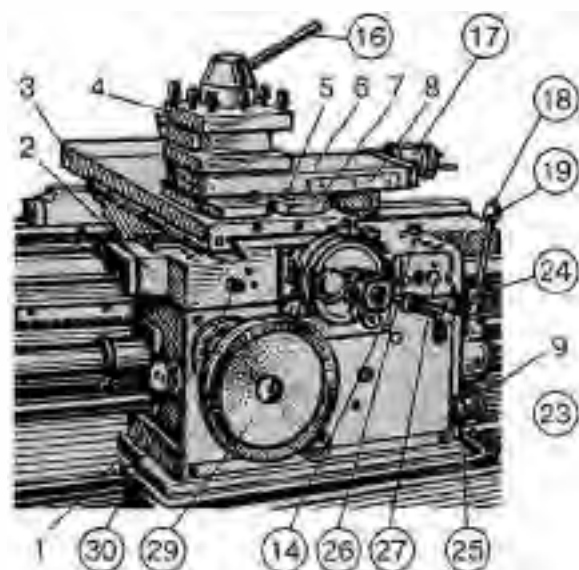


Рис. 10.25. СУПОРТ ВЕРСТАТА 16К20

1 — фартук; 2 — каретка; 3 — поперечні полозків; 4 — різьбленик; 5 — гайки притискання плити; 6 — верхні полозків; 7 — поворотна плита; 8 — паличка верхніх полозків; 9 — регулююча гайка запобіжного пристрою (цифри в кружечках див. на рис. 10.24)

них полерхонь, верхні полозків супорта повертаються разом із поворотною плитою (при шліфувальні двох фіксуючих гайок на гвинтах).

Спрацювання гайки поперечних полозків спричиняє «мертвий хід»: при обертанні рукоятки гвинта поперечні полозків починають рухатися не відразу, а лише після того, як вибрано люфт. «Мертвий хід» знижує точність обробки (рис. 10.26).

Для зручності визначення від час роботи значення переміщення поперечних і верхніх полозків супорт оснащено масштабними лінійками з ціною поділки 1 мм. Значення переміщення верхніх полозків відлічують за візором, який закріплений на поворотній плиті супорта, а переміщення поперечних полозків контролюють візором, закріпленим на них. Конструкція лінійки, закріпленої на каретці, передбачає можливість установлення жорсткого упору, який обмежує поперечні переміщення. Вмикаючи й реверсування поздовжніх і поперечних подач, тобто керування муфтами M_3 , M_4 , M_5 , M_6 (див. рис. 10.13), здійснюють однією рукояткою 19 (див. рис. 10.24), розташовану праворуч від фартуха верстата. Положення рукоятки 19 відповідає напрямку подачі: швидко, вправо, вперед, назад.

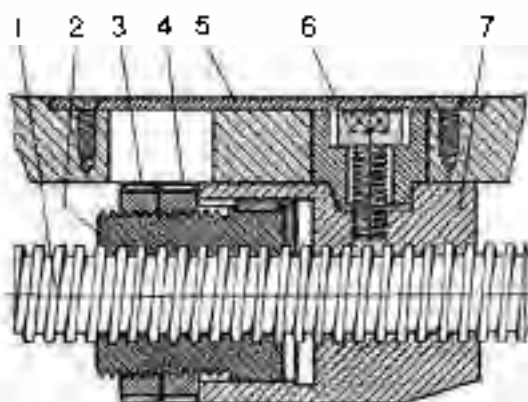


Рис. 10.26. ГАЙКОВИЙ МЕХАНІЗМ УСТАНОВЛЕННЯ «МЕРТВОГО ХОДУ» І ВІВІЛА ПОПЕРЕЧНОГО СУПОРТА

1 — ходовий гвинт; 2 — регулююча паличка подачі; 3 — контргайка; 4 — регулююча паличка; 5 — кришка; 6 — гвинт; 7 — основна паличка подачі

Подачу каретки вручну здійснюють маховичком 27, на вал якого насаджено лямбда-подовжньої подачі. Одна поділка лямбда-подовжньої каретки на 1 мм. Для прискореного руху каретки по напрямних станини або поперечних полозків по напрямних каретки натиснуть на кнопку 18 рукоятки 19 і встановляють рукоятку у положення, яке відповідає необхідному напрямку подачі. У цьому разі ходовий вал дістає обертання від електродвигуна прискореного ходу (див. рис. 10.13).

У супорті верстата 16К20 вмонтовано механізм автоматичної подачі верхніх полозків. Конічне зубчасте колесо $z = 20$ (див. рис. 10.13) гвинта верхніх полозків дістає обертання від колеса $z = 29$ фартуха через колесо $z = 18$, конічну пару 20, 20, колеса $z = 20$, 23, 30, 28, 36 і конічне колесо $z = 20$. За допомогою цього пристрою можна обробляти короткі конічні поверхні (на довжину, що не перевищує хід верхніх полозків) під будь-яким кутом конуса з автоматичною подачею верхніх полозків.

Середу каретки до супорта прикріплений фартук — коробка, всередині якої міститься механізм для перетворення обертального руху ходового вала й ходового гвинта на прямолінійний поступальний рух супорта. У фартусі розміщено також запобіжний пристрій — муфту M_7 (див. рис. 10.13), який призначений для захисту верстата від перевантажень, автоматичного вимкнення подачі при досягненні кареткою переднього упору, закріпленого на передній поверхні

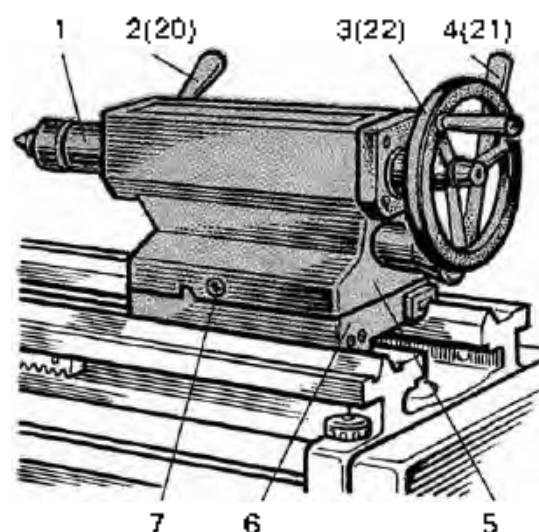


Рис. 10.27. ЗАДНЯ БАБКА ВЕРСТАТА 16Х20:

1 — піноль, 2 — рукоятка затискання пінолі; 3 — маховичок (показаний у дужках підпадає під схему розміщення органів керування на рис. 10.25), 4 — рукоятка затискання задньої бабки на напрямник, 5 — корпус, 6 — опорна плита, 7 — гвинт поперечного зміщення.

ний верстат, або при досягненні поперечним супортом нерухомого упора, закріпленого на каретці.

При переантаженні в ланцюзі руху подачі супорт миттєво зупиняється, а з ним і весь кінематичний ланцюг фартуха. Черв'ячне колесо $z = 21$ також зупиняється й пригальмовує обертання чотиризахідного черв'яка. Проте, оскільки ходовий вал XXI зубчасті колеса $30-32-30$ (див. рис. 10.13) продовжують обертатися, то черв'як, зісковзуючи по скосах торцевих кулачків запобіжної муфти, відходить від муфти, і передача обертання на рейкову шестірню припиняється.

Притискування черв'яка до муфти регулюють гайкою 9 (див. рис. 10.26), що розташована праворуч на фартусі. Після спрацювання запобіжного пристрою подачу вмикають рукояткою 25 (див. рис. 10.25). Запобіжний пристрій дає змогу працювати з упором автоматичної подачі при поздовжньому й поперечному точінні.

Ходовий гвинт верстата має трапецієподібну різьбу з кроком 12 мм. Гвинт з'єднується з різнімною гайкою, яка складається з двох півгайок, розміщених у фартусі станка. Замікають півгайки на ходовому гвинті рукояткою 24 (див. рис. 10.24), що робить можливим нарізування різьби.

Задня бабка встановлюється на правому кінці станини й переміщується по її напрямних (див. рис. 10.13). Корпус 5 (рис. 10.27) може мати поперечне зміщення відносно плити 6, що необхідно при обточуванні довгих конічних поверхонь. Поперечне зміщення виконують гвинтом 7. В отворі корпусу рухається піноль 1. Гвинт подачі пінолі обертається за допомогою маховичка 3, задню бабку закріплюють на станині рукояткою 4 (рукоятка 21 на рис. 14.24). Для фіксації положення пінолі слугує рукоятка 2.

Задню бабку верстата встановлено на аеростатичній опорі (повітряній подушці), що значно знижує зусилля пересування задньої бабки.

§ 10.4. Посібник з експлуатації і паспорт верстата

Завод-виготовлювач до кожного верстата додає спеціальний документ «Посібник з експлуатації верстата». «Посібник» містить короткий опис призначення; області застосування верстата; інструкцію щодо переміщення (перевезення), розпаковування й установлення верстата (з кресленням фундаменту); опис конструкції основних складальних одиниць (вузлів) верстата; інструкцію з пуску й обслуговування верстата; паспорт електроустаткування й електричну схему верстата.

Окремою частиною «Посібника» є паспорт верстата, оформлений на спеціальних бланках. У паспорті вміщено основні дані верстата (характеристику), специфікацію складальних одиниць (вузлів) верстата; таблицю основних параметрів зубчастих коліс, черв'яків, гвинтів і гайок, кінематичну схему верстата; таблицю механіки головної руху (положення рукояток і відповідні частоти обертання шпинделів, найбільш допустимі обертальні моменти, потужності, ККД, вказано на слабкі ланки верстата); таблицю механізму подачі (положення рукояток і відповідні значення подач і кроків різьби), схему розташування й специфікацію підшипників. До «Посібника» додають креслення деталей верстата, які найчастіше спрацьовуються й замінюються.

Ознайомлення з новим верстатом токар починає з вивчення «Посібника з експлуатації» й паспорта. Цими документами користуються також при ремонті й регулюванні верстата, заміні мастила, модернізації верстата або ж установленні на ньому спеціальних пристроїв.

§ 10.5. Регулювання токарного верстата

У процесі експлуатації токар повинен самостійно перевіряти, а в разі потреби й регулювати головні вузли верстата. Розглянемо основні прийоми регулювання токарного верстата 16K20 (КА 280).

Якщо фрикційна муфта починає пробуксовувати через спрацювання дисків, то її регулюють таким чином: поворотом гайки 4 (див. рис. 10.22) за годинниковою стрілкою при зтопленій (натиснутий) заскоці 12 підтягують муфту прямого обертання шпинделя, а поворотом гайки 5 проти годинникової стрілки — муфту зворотного обертання.

Потрібного натягу пасів привода головного руху досягають, опускаючи вниз підмоторну плиту. Для цього треба послабити гвинти, а потім закрутити їх до відмови.

Гальмо регулюють натягуванням гальмової стрічки 3 гайкою 4 (див. рис. 10.23). При правильно відрегульованому гальмі час гальмування шпинделя (без патрона й заготовки), який обертася з частотою 1000 об/хв, має не перевищувати 1,5 с.

У разі нерівномірного або тугого переміщення каретки по напрямних станини чи поперечних і верхніх полозків по своїх напрямних, а також при появі качання супорта в напрямних регулюють притискування планок позаду каретки й підтягують клини полозків.

Для регулювання зазору між гвинтом і гайкою поперечних полозків супорта знімають кришку 5 (див. рис. 10.26) і за допомогою воронки вщільнюють контргайку 3, а потім прокручують регульовану гайку 4. Зазор визначають за лімбом поперечної подачі (допускається «мертвий хід» у межах до однієї поділки лімба). Після регулювання закручують контргайку 3 і встановлюють кришку 5 на місце.

§ 10.6. Випробування й приймання токарного верстата

Кожен новий верстат, а також верстат після капітального ремонту піддають прийнятно-здавальним випробуванням на холостому ході і під навантаженням, а також на відповідність нормам точності.

При випробуванні верстата на холостому ході перевіряють: наявність заземлення; дію систем змащування й охолодження; чіткість та безвідмовність усіх органів керування, кинематичність показів на лімбах, рукоятках, кнопках та

інших органах керування паспортним даним; дію механізмів головного руху й подач, рух супорта та інших робочих органів верстата на всіх ступенях частоти обертання; безвідмовність дії пристроїв захисту й блокування.

При випробуванні верстата під навантаженням слід упевнитися: у відповідності найбільшої потужності й найбільшого обертового моменту на шпинделі паспортним даним; у правильності дії при навантаженні фрикційної муфти, гальма, всіх механізмів верстата, електро- і гідроапаратури, систем змащування й охолодження, пристроїв захисту від перевантаження; у відсутності вібрацій.

Випробування верстата на точність здійснюють за державними стандартами. Наведемо основні перевірки верстата на точність.

Перевірка радіального биття центрувальної шийки шпинделя передньої бабки (рис. 10.28, а). Допустиме биття при обробці заготовки з найбільшим діаметром 400 мм становить 0,006...0,015 мм. Перевірку здійснюють за допомогою індикатора, встановленого на напрямних станини. Вимірковальний штифт індикатора має торкатися центрувального конуса, частота обертання шпинделя при контролі 10...20 об/хв.

Перевірка співвісності шпинделя, передньої бабки та пінолі задньої бабки (рис. 10.28, б). Допустиме відхилення 0,01 мм (вісь пінолі може розташовуватися лише над віссю шпинделя). Задню бабку з повністю висунутою піноллю встановлюють приблизно на 1/2 найбільшої відстані між центрами. Між центрами, закріпленими у шпинделі й пінолі, розміщують точну циліндричну оправку, а на супорті — індикатор так, щоб його вимірковальний штифт торкався оправки. Супорт переміщують у поздовжньому напрямі. Індикатор при цьому показує зміщення осі пінолі відносно осі шпинделя. Контроль виконують у вертикальній площині (індикатор торкається поверхні оправки зверху) і горизонтальній (індикатор торкається поверхні оправки спереду).

Перевірка паралельності осі шпинделя передньої бабки напрямку поздовжнього переміщення супорта (рис. 10.28, в). Допустиме відхилення на довжині 300 мм у вертикальній площині становить 0,030 мм, а в горизонтальній — 0,015 мм. В отвір шпинделя щільно встановлюють точну загартовану й відшліфовану циліндричну оправку, а на супорті встановлюють індикатор так, щоб його вимірковальний штифт торкався поверхні оправки. Супорт переміщують уздовж станини.

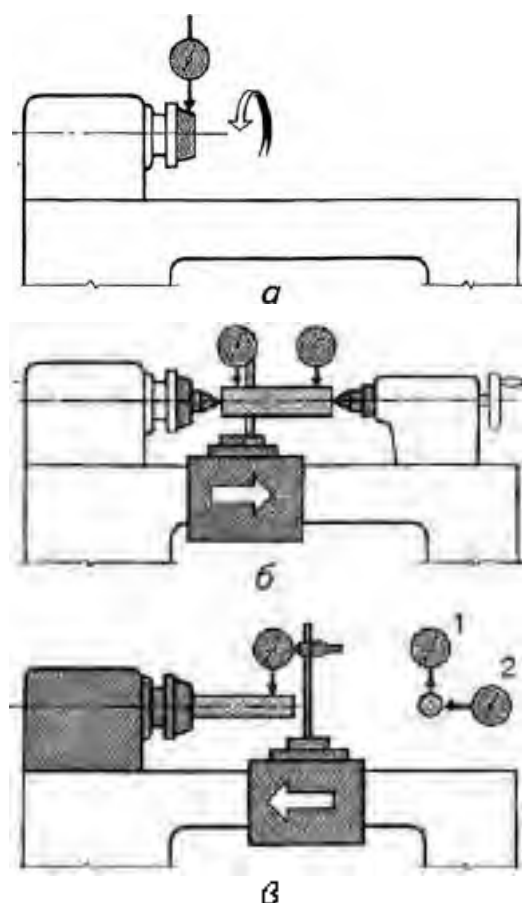


Рис. 10.28. ОСНОВНІ ПЕРЕВІРКИ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА НА ТОЧНІСТЬ.

а — радіального биття центрувального конуса шпинделя.
б — співвісності осей шпинделя та вихови, в — паралельності шпинделя напрямку руху кареток; 1, 2 — індикатори

Для токарних верстатів передбачено 18...25 різноманітних перевірок їх здійснює відділ технічного контролю (ВТК). Токар перевіряє верстат на точність тільки в разі систематичної появи дефекту в оброблюваних деталях, тобто тоді, коли необхідно переконатися: чи не є неточність верстата причиною браку.

§ 10.7. Змащування верстата

Для забезпечення нормальної роботи і продовження терміну служби верстата його необхідно правильно й регулярно змащувати. На верстаті 16К20 функціонує автоматична центр

ралізована система змащування шпіндельної бабки й коробки подач.

Для змащування застосовують масло «Індустріальне-20». Схему змащування верстата 16К20 подано на рис. 10.29.

Шестерінчастий насос 12, який приводиться в дію від електродвигуна головного приводу через пасову передачу, засмоктує масло з резервуара 18 і подає його через сітчастий фільтр 11 до підшипників шпинделя та на маслорозподільні лотки. Обертання диска маслопоказчика свідчить про нормальну роботу системи змащування. При зупинці диска верстат одразу викликають й очищають фільтр 11. Для цього фільтр виймають з корпусу резервуара 18, попередньо від'єднавши труби, відкручують гайку, розміщену в нижній частині, і знімають фільтрувальні сітчасті елементи в пластмасовій оправі. Кожен елемент промивають у гасі до повного очищення.

Зі шпіндельної бабки й коробки подач масло зливають у резервуар 18 через сітчастий фільтр з магнітним вкладишем 13.

Перед початком роботи перевіряють за показником 18 рівень масла в резервуарі. Масло доливають через отвір 8. Рівень масла контролюють за маслопоказником 7.

Напрямні каретки та поперечних полозків змащують на початку і в кінці зміни, по чергово «проганяючи» на швидкому ході каретку і поперечні полозки до появи тонкої масляної плівки на напрямних.

Опори ходового вала, ходового гвинта й поперечних полозків змащуються гнітими з резервуарів, куди масло заливають через отвори 5 і 6, які закриваються ковпачками. Резервуар задньої бабки заповнюють до витікання масла через отвір 4.

Масло в резервуарах необхідно міняти один раз на шість місяців. Після зливання відпрацьованого масла резервуар промивають бензином або ж чистим гасом. З метою фільтрації масло пропускають через сітку.

Змінні шестірні та вісь проміжної змінної шестірні (точка 15) змащують консистентним мастилом (солшолом) вручну, а решту точок змащують за допомогою маслянки.

До паспорту верстата додається карта змащування, з якої узаконено точки змащування, способи й періодичність змащування, а також періодичність заміни й марки змащувальних матеріалів.

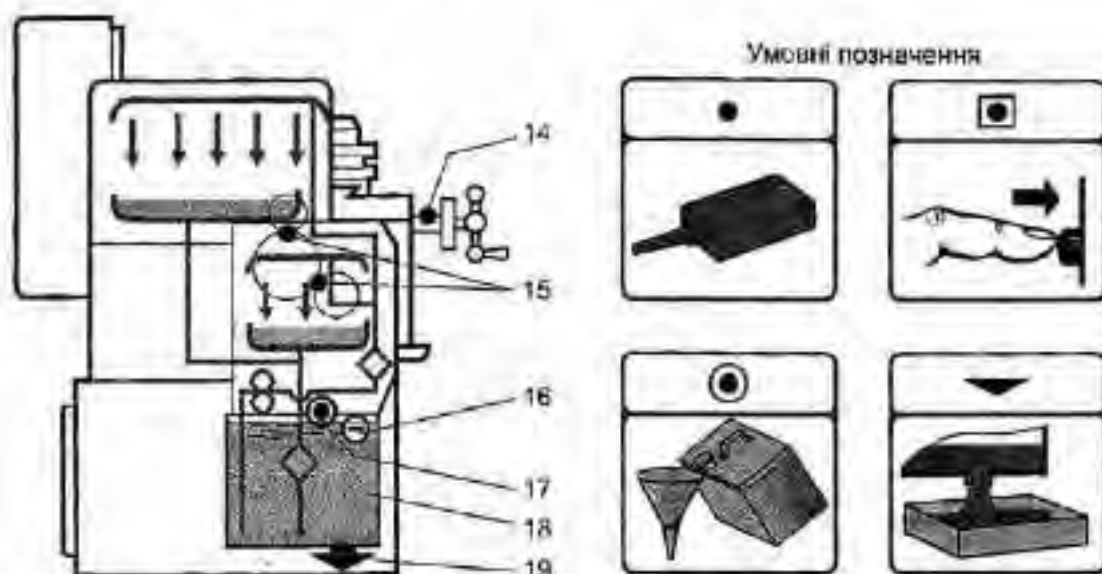
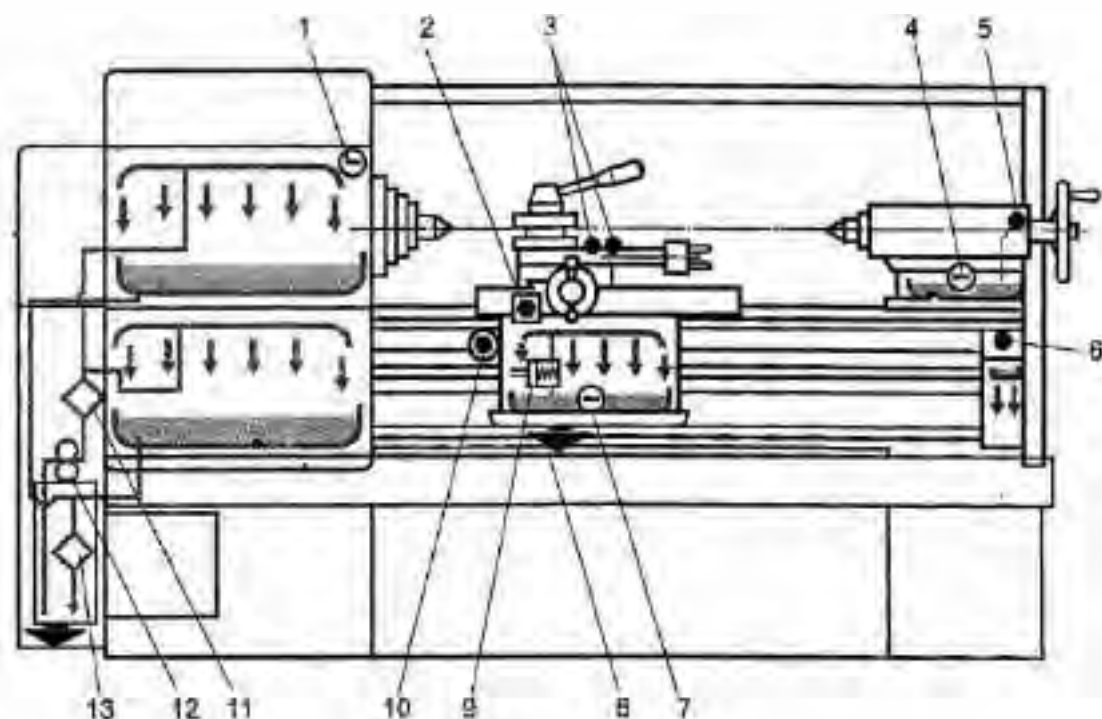


Рис. 10.29. СХЕМИ ЗМАЇЗУВАЇЗІЗІЯ ВЕРСТАТА 16К20

1, 7 — маслопоказники; 2 — кнопка запобігання змішуванню нагріваних; 3, 14, 15 — місця ручного змащування; 4, 16 — показник рівня масла; 5, 6, 10, 17 — отвори для заливки

масла; 8, 19 — отвори для зливання; 9 — піднісуючий пружинний насос; 11, 13 — сітчастий фільтр 12 — шесте річковий насос; 18 — резервуар

§ 10.8. Догляд за верстатом та усунення неполадок

Для забезпечення тривалої роботи верстата без перебоїв необхідно дотримуватися основних правил догляду за верстатом, наведених нижче.

1. До початку зміни токар повинен прийняти верстат від свого змінника: перевірити загальний стан верстата і систему вмикання двигуна; опробувати роботу фрикціону, ввімкнувши спочатку малу частоту обертання, й перевірити на слух, чи немає якихось незвичайних шумів у коробці швидкостей, коробці подач і в механізмі фартуха; перевірити за маслопожирачем при малій частоті обертання шпинделя, чи працює змащувальний насос; опитати напрямні станини (наявність вибоїв та подряпин), перевірити хід каретки супорта, поперечних і верхніх подозків супорта, вмикання й перемикачів подач, замикання й розмикання розімної гайки; переконатися у справності насоса для подачі охолоджувальної рідини й системи трубопроводів, освітлювальних пристроїв верстата, запобіжного штифта у верстаті, заземлення.

2. Співчасно й правильно змащувати верстат згідно з картою змащування, регулярно перевіряти й час від часу очищати змащовані отвори, стежити за своєчасною заміною мастила в коробках швидкостей та подач, фартусі супорта.

3. Під час роботи не класти заготовки, деталі, різальні й мірні інструменти на напрямні станини, а використовувати для цього дерев'яні планшети.

4. Щоб не порушити надійність закріплення різьотримача, не вдаряти молотком чи металевим стержнем по його рукоятці. Треба періодично знімати різьотримач, очищати його опорну поверхню від бруду, промивати гасом і протирати гнізда фіксаторів.

5. Не залишати двигун верстата ввімкненим на тривалий час, вмикати верстат на час вимірювання деталей, що виготовляються, при перериванні подачі електроенергії, при налагоджувальних чи ремонтних роботах. Під час

виконання ручних робіт (розгортання, нарізування різьби мітчиком, свердління з ручною подачею пінолі, полірування), коли не потрібна автоматична подача супорта, відмикати механізм подачі, встановивши рукоятку гнзеля у нейтральне положення.

Верстат, зупинений на тривалий час (понад п'ять діб), необхідно заохолити, а всі нефарбовані поверхні ретельно змастити.

6. Бажано, щоб обробка чавунних заготовок не перевищувала 20 % загальної кількості робіт. При переході від обробки чавунних заготовок до обробки сталевих із застосуванням змащувально-охолоджувальної рідини спочатку слід очистити напрямні від чавунної стружки, бруду й масла, протерти їх ганчіркою, змоченою в гасі, а потім протерти їх насухо й знову змастити.

7. Ретельно очищати верстат після роботи; стежити, щоб на напрямних станини й супорта не залишилися стружка, бруд, волога. Після протирання на поверхнях не має бути ворсу з обтиральних матеріалів та частинок стружки.

8. Не рідше ніж раз на місяць робити загальне прибирання верстата й робочого місця (доцільно це робити разом із своїм змінником): промити верстат теплим содовим розчином і витерти; промити сітку корита; повністю замінити емульсію в резервуарі, промити ходові гвинти; ретельно очистити напрямні, протерти внутрішні поверхні захисних кожухів; очистити робоче місце, очистити і в разі потреби відремонтувати режітку; навести порядок у робочій тумбочці.

Після загального прибирання повністю змастити верстат. Двічі на рік здійснювати генеральне прибирання верстата й робочого місця; бажано це об'єднати з плановим профілактичним оглядом верстата.

9. Емульсію в резервуарах міняти щомісяця, а влітку — через кожні два тижні.

10. Верстат має бути надійно встановлений на фундаменті або ж на віброуловачах з гумовими шайбами.

11. Температуру в приміщенні, де встановлено верстат, підтримувати в межах 10...30°C, відносну вологість 90...80 % при 10°C або 60 % при 30°C.

Характерні несправності, що виникають при роботі верстата, і способи їх усунення наведено в табл. 6.

Таблиця 6. Можливі неполадки у роботі верстатів 16К20 і заходи щодо їх усунення

Неполадка	Причина виникнення неполадки	Заходи щодо усунення
Верстат не запускається	Спрацьовують блокувальні пристрої	Перевірити наявність закриття дверей шафи, кожуха коробки передач
	Стал або ж відсутність напруги в електричній мережі	Перевірити наявність та значення напруги в мережі
Самостійна змикаюча електро двигуна під час роботи	Спрацювало теплове реле від перевантаження двигуна	Зменшити швидкість різання або подачу
Обертальний момент на шпинделі менший від вказаного у «Посібнику»	Недостатній натяг пасів	Збільшити натяг пасів
	Слабко затягнута фрикційна муфта	Збільшити затяжку муфти
Надто повільне гальмування	Слабко настигнуто гальмову стрічку	Збільшити натяг гальмової стрічки
Не обертається диск маслопокажника	Немає масла в системі	Залити масло
	Засмітився один із фільтрів	Очистити фільтр
Зусилля подачі супорта менше від вказаного у «Посібнику»	Недостатньо затягнута пружина (на перевантажувальних пристроях)	Підтягнути пружину
Насос охолодження не працює	Недостатня кількість рідини	Долити рідину
	Перегорили запобіжники	Замінити
Вібрування верстата	Неправильно встановлено верстат на фундаменті	Нивіювати верстат за матеріалом
	Спрацював стик напрямних супорта	Підтягнути притискові планки та клин
	Неправильно вибрано режим різання, неправильно заточено різець	Змінити швидкість різання, подачу, переточити різець
Верстат не забезпечує потрібну точність обробки	Поперечне зміщення задньої бабки при обробці в центрах	Відрегулювати положення задньої бабки
	Деталь, яку закріплено в патроні, має великий виліт	Деталь підтримати лінійкою або ж підтягнути центром
	Нежорстке кріплення різцегримача	Підтягнути рукоятку різцетримача
	Нежорстке кріплення патрона на шпинделі	Підтягнути кріпильний гвинт патрона

Контрольні запитання та завдання

1. Як класифікують токарні верстати за ціловим призначенням?
2. Як типові передачі застосовують у металообрізних верстатах?
3. Що таке передаточне відношення? Наведіть формули передаточного відношення для пасової, зубчастої та черв'ячної передачі.
4. Наведіть типові механізми коробів швидкостей.
5. Наведіть кінематичний ланцюг шпиндельного шпинця.
6. Як дані вміщено в паспорті верстата?
7. Наведіть чотири типи універсально-гнотворізного верстата 16820.
8. Які основні правила безпеки за токарним верстатом?

Глава 11

НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ РІЗЦЯМИ

§ 11.1. Налаштування токарно-гвинторізного верстата 16К20 на нарізування різьби різцем

Для нарізування різьби із заданим кроком P обертання шпинделя токарно-гвинторізного верстата пов'язують з обертанням ходового гвинта кінематичним ланцюгом таким чином, щоб за один оберт деталі змищення супорта дорівнювало кроку різьби P .

Сучасні токарно-гвинторізні верстати наст-
роюють на нарізання різьби з будь-яким кро-
ком за допомогою постійних наборів змінних
зубчастих коліс гітари та певних варіантів заче-
плення шестерень коробки подач. На гітарі вер-
стата 16К20 для нарізування метричної та дюй-
мової різьби установлюють зубчасті колеса (ше-
стерні) $\frac{K}{L} \frac{M}{N} = \frac{40}{86} \frac{86}{64}$ (рис. 11.1), а для нарізуван-

ня модульної різьби — колеса $\frac{K}{L} \frac{M}{N} = \frac{60}{73} \frac{86}{36}$

Потрібний крок різьби встановлюють переми-
канням відповідних механізмів коробки подач
рукоятками, розміщеними на її передній стінці.

При нарізуванні різьб, крок яких не наведе-
но в таблиці, закріпленій на передній бочці,

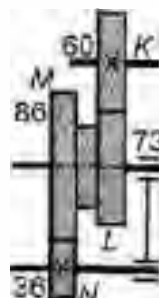


Рис. 11.1. СХЕМА НАСТРОЮВАННЯ ГИТАРИ ВЕРСТАТА 16К20 НА НАРІЗАННЯ МОДУЛЬНОЇ РІЗЬБИ ЛАНЦЮГОМ

верстат налагоджують, добираючи змінні зубча-
сті колеса за такими формулами:
для метричної різьби

$$\frac{K}{L} \frac{M}{N} = \frac{5}{8} \frac{P_n}{P_r},$$

де P_r — крок різьби, яку нарізують; P_n — крок
різьби за таблицею, найближчий до P_n ;
для дюймової різьби

$$\frac{K}{L} \frac{M}{N} = \frac{5}{8} \frac{n_r}{n_n},$$

де n_r — табличне значення числа витків на 1",
найближче до числа витків на 1" різьби, що на-
різується;

для модульної різьби (див. рис. 11.1)

$$\frac{K}{L} \frac{M}{N} = \frac{60}{73} \frac{86}{36} \frac{m_r}{m_n},$$

де m_r — модуль різьби, що нарізуються; m_n —
табличне значення різьби, найближче до моду-
ля різьби, яку нарізують.

Значення стандартних кроків різьби і відпо-
відних положень рукояток коробки подач по-
дач наведено в таблиці, яку прикріплено до передньої
стілки коробки подач. Така ж сама таблиця є в
у паспорті верстата. На внутрішньому боці кри-
шки гітари є таблиця постійних налаштувань
гітари.

§ 11.2. Нарізані різці та гребінки

Розрізняють різці *циліндричні* й *твердо-*
сплавні для нарізування зовнішніх та внутрішніх
різьб (рис. 11.2). Кут профілю різьби забезпечує
відповідний кут профілю різця: 60° — для мет-
ричної різьби, 55° — для дюймової, 30° — для
трапецієдної, 40° — для модульної. Оскільки в



Рис. 11.2. НАРІЗНІ РІЗЦІ:

а — різці в роботі (1 — зовнішній різець, 2 — внутрішній); б — геометрія твердосплавного нарізного різця

процесі нарізування різьби різцем простежується деяке «розбирання» профілю різьби, то фактично профіль різця при заточуванні знижують; для різців із швидкорізальної сталі на $10...20^\circ$, для твердосплавних різців на $20...30^\circ$.

Передній кут γ для чистових нарізних різців дорівнює 0° , для чорнових $\gamma = 5...10^\circ$. Задній кут на бічних кромках має становити $3...5^\circ$, що автоматично задає задній кут при вершині різця $12...15^\circ$.

Для того щоб при нарізуванні різьби з великим кроком задні поверхні головки різця не терлися об стінки різьбових каналок, при заточуванні задній кут різця з того боку, куди спрямована подача супорта, роблять більшим, ніж кут підйому різьби. Для правої різьби $\alpha_{зад.пра} = \mu + \alpha$, а для лівої — $\alpha_{зад.лів} = \mu + \alpha$, де μ — кут підйому різьби; α — номінальний задній кут (рис. 11.3, а). Проте за такої заточки фактичні передні кути правого та лівого робочих клинів

різця будуть різними: у правого клина (для правої різьби) передній кут набуває від'ємне значення, що погіршує умови роботи (виникає вібрація, знижується клас шорсткості поверхні). Для усунення цього недоліку можна повернути різець на кут підйому витків μ (рис. 11.3, б). У цьому разі передні кути обох клинів будуть однаковими. Таку можливість надає спеціальна оправка з поворотною головкою (рис. 11.4).

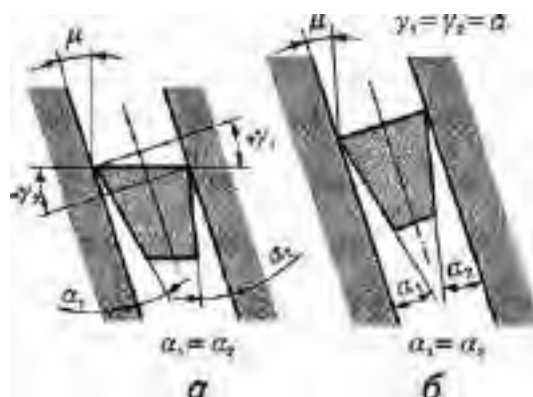


Рис. 11.3. СХЕМА ВОСТАНОВЛЕННЯ НАРІЗНОГО РІЗЦЯ

а — без повороту, б — з поворотом

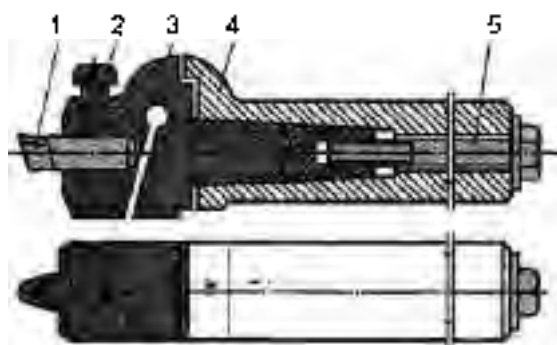


Рис. 11.4. ДЕРЖАВКА З ПОВОРОТНОЮ ГОЛОВКОЮ ДЛЯ НАРІЗНОГО РІЗЦЯ:

1 — різець, 2 — гвинт, 3 — поворотна головка; 4 — корпус, 5 — затискний гвинт

Для економії інструментальної сталі, спрощення процесу переточування інструмента та скорочення часу на його заміну застосовують *призматичні* (рис. 11.5, а) і *дискові* (рис. 11.5, б) нарізні різці, які переточуються тільки по перерізі поверхні.

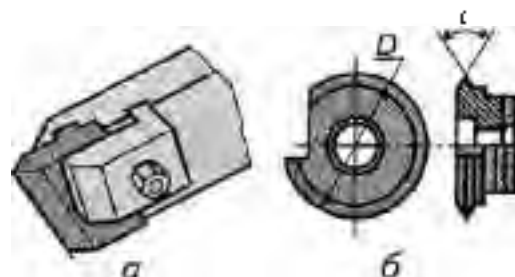


Рис. 11.5. НАРІЗНІ РІЗЦІ, ЯКІ ПЕРЕТОЧУЮТЬСЯ ПО ПЕРЕДНІЙ ПОВЕРХНІ:

а — призматичний; б — дисковий

Наскрізні різьби (з вільним виходом різця) доцільно нарізати нарізними гребінками. Гребінка складається ніби з низки нарізних різців, причому на різальній частині висота їх плавно зростає, а на калібрувальній — постійна. Різьбу нарізають за один робочий хід гребінки. Найбільш раціональними є призматичні й дискові конструкції гребінок, які переточують по передній поверхні (рис. 11.6).

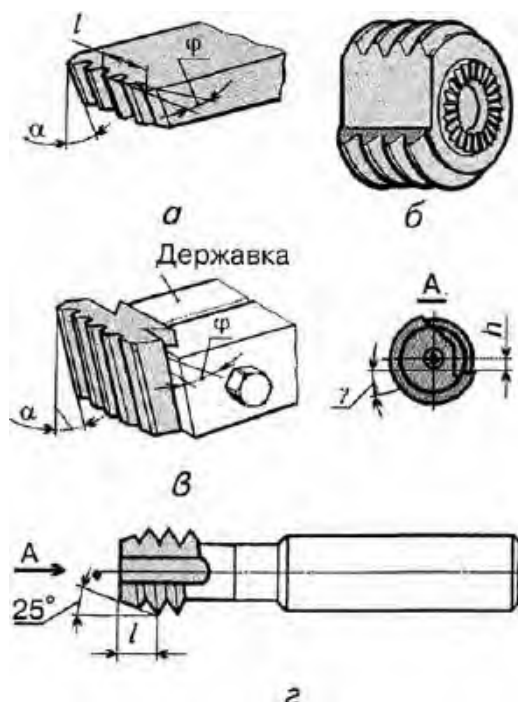


Рис. 11.6. НАРІЗНІ ГРЕБІНКИ

а — стержнева; б — кругла для зовнішньої різьби; в — призматична; г — кругла для внутрішньої різьби; і — різальна частина гребінки

§ 11.3. Способи нарізування різьби різцями

Діаметр стержня й отвору під різьбу залежить від оброблюваного матеріалу і кроку різьби. Його беруть за довідником [2], але це значення потребує уточнення після обробки перших деталей партії. В кінці різьбового відрізка заготовки проточують канавку для виходу різця (рис. 11.7, а). Ширина канавки має бути не меншою, ніж крок різьби, а при нарізуванні твердосплавними різцями її беруть такою, що дорівнює 2—3 крокам. Глибина канавки має бути більшою, ніж глибина різьби, на 0,1–0,2 мм. Іноді на кресленні деталі позначено не канавку в кінці різьби, а довжину «збігання» (рис. 11.7, б), тобто відрізок, на якому різець виводиться (різьба на цьому відрізку буде неповною).

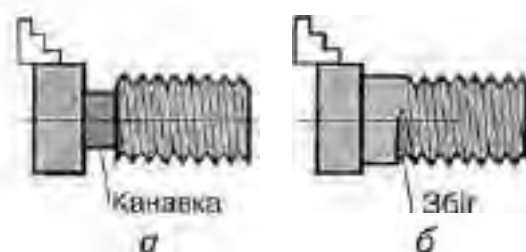


Рис. 11.7. СФОРМУВАННЯ ВИХОДУ РІЗЬБИ

а — канавка; б — збіг різьби

Нарізний різець слід установлювати точно по центру заготовки: розташування нижче центра спричиняє спотворення профілю різьби, а підняття над центром «затирає» різці. Щоб дістати правильний профіль різьби, спеціальний шаблон прикладають до заготовки (деталі) на різні осі, різець уводять у профільний виріз, перевіряючи правильне положення різальних кромок «на просвіт», потім різець закріплюють і шаблон забирають (рис. 11.8).

Різьбу нарізають за кілька робочих ходів; після кожного ходу різця виводять із канавки, супорт повертають у вихідне положення (без розмикання рознімної гайки, тобто за допомогою рукоятки реверса) і знову починають робочий хід. Якщо крок ходового гвинта ділиться без остачі на крок різьби, що нарізується (різьба «ларна»), то різець буде потрапляти у западину різця при вмиканні рознімної гайки в будь-якому положенні супорта. Тому для синхронізації ходового гвинта і рознімної гайки повернення супорта при розмиканні рознімної гайки прискорюють.

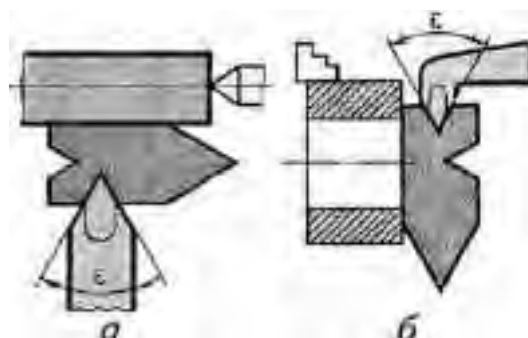


Рис. 11.8. УСТАНОВЛЕННЯ НАРІЗНОГО РІЗЦЯ ЗА ШАБЛОНОМ

а — для зовнішньої різьби, б — для внутрішньої різьби

Якщо різьба «непарна», тобто крок ходового гвинта не ділиться на крок різьби без остачі, супорт повертають у вихідне положення за допомогою рукоятки (фрикційної подачі, вмикаючи прискорене зворотнє обертання шпинделя й відповідно прискорене обертання ходового гвинта (зворотним ходом). При поверненні супорта у вихідне положення зворотним ходом у спрйженні ходового гвинта і рознімної гайки утворюється люфт (зазор), для усунення («вибирання») якого супорт проганяють на 2--3 кроки за межі різьбового відрізка.

Кількість робочих ходів і глибина вірізування для кожного робочого ходу залежить від кроку різьби, яку нарізують, і матеріалу різця. Наприклад, при нарізуванні різьби з кроком 3 мм різцем із швидкорізальної сталі Р6М5 рекомендується зробити п'ять шість чорнових і три чистових робочих ходи, а при нарізуванні твердо-сплавним різцем Т15К6 — три чорнових і два чистових робочих ходи.

Глибина різання для кожного робочого ходу визначається за умови сталого навантаження на різь, тобто приблизної рівності сумарної площі вірізу для кожного робочого ходу. Це означає, що глибина різання має характер спадної прогресії в кожному робочому ході. Глибина останнього робочого ходу береться в межах 0,1...0,2 мм.

Вірізування перед кожним робочим ходом виконують за межами заточки перпендикулярно до осі різьби (поперечне вірізування) (рис. 11.9, а). Після поперечного вірізування в нарізуванні різьби одночасно беруть участь обидві різальні кромки, через що може виникнути вібрація різця. Тому різьбу великого кроку (понад 2 мм) нарізують не з поперечним, а з

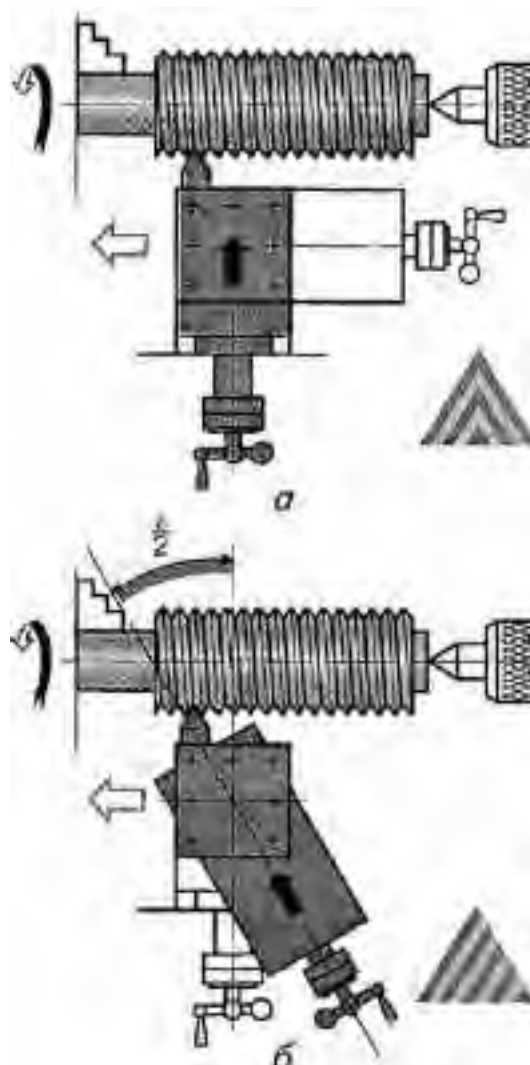


Рис. 11.9. СХЕМИ ВІРІЗАННЯ РІЗЦЯ ПРИ НАРІЗУВАННІ РІЗЬБИ

а — поперечне, б — бічне з розворотом верхніх ползків супорта під кутом

бічним вірізуванням різця, при цьому працює лише одна різальна кромка (рис. 11.9, б). Це полегшує процес різання, підвищує якість різьби. Для бічного вірізування верхню частину супорта розвертають під кутом $\epsilon/2$ (для метричної різьби $\epsilon/2 = 30^\circ$) відносно нормального положення, і вірізування здійснюють за допомогою рукоятки верхніх ползків супорта. Останні один-два чистових робочих ходи виконують з поперечним вірізуванням. Нарізний

різець, що працює з бічним врізуванням, рекомендується заточувати так, щоб у лівого робочого клина (для правої різьби) передній кут був додатним, що полегшує процес різання.

Ліва різьба нарізується при обертанні ходового гвинта у напрямку, протилежному напрямку обертання шпинделя. Для цього перемикають трензель — механізм реверсування обертання ходового гвинта. Врізування виконують у канавку, що є за різьбою, з супорт з різцем переміщують зліва направо (від передньої бабки до задньої).

Конічну різьбу можна нарізати, приєднуючи поперечні полозки супорта до лінійки копіювального пристрою, яку встановлено на необхідний кут похилу конуса.

Глибину різання визначають за кількістю робочих ходів. Для останніх ходів рекомендують брати $t = 0,1 \dots 0,2$ мм. Подача дорівнює кроку різьби. Швидкість різання залежить від оброблюваного матеріалу й матеріалу різця: при нарізуванні різьби по сталі швидкохідними різцями $v = 20 \dots 35$ м/хв, по чавуну $10 \dots 15$; при обробці твердосплавними різцями відповідно $100 \dots 150$ і $40 \dots 60$ м/хв. Для чистових робочих ходів швидкість різання збільшують у 1,5 рази, а при нарізуванні внутрішньої різьби швидкість різання знижують на 20...30 %.

§ 11.4. Нарізування трапецієдної та прямокутної різьб

Різьби, призначені для передачі руху, як правило, мають трапецієдні та прямокутні профілі.

Профіль **трапецієдної** різьби має вигляд рівнобедреної трапеції з кутом між сторонами 30° . Позначення трапецієдної різьби: $Tr\ 20 \times 2 - 5e$ — гвинт, $Tr\ 20 \times 4 (P2) - 5 H$ — гайка з двоххідною різьбою.

Профіль **прямокутної (стрічкової)** різьби — це прямокутник (див. рис. 4.1). Глибина канавки дорівнює половині кроку.

Черв'яки, що спряжені з черв'ячними колесами, мають **модульну різьбу** з профілем з вигляді рівнобедреної трапеції з кутом $\alpha = 40^\circ$. Крок різьби кратний стандартному модулю: $P = \pi m$.

Трапецієдні (рис. 11.10, а) упорні й прямокутні різьби з кроком до 3 мм нарізують різцями відповідного профілю за кілька робочих хо-

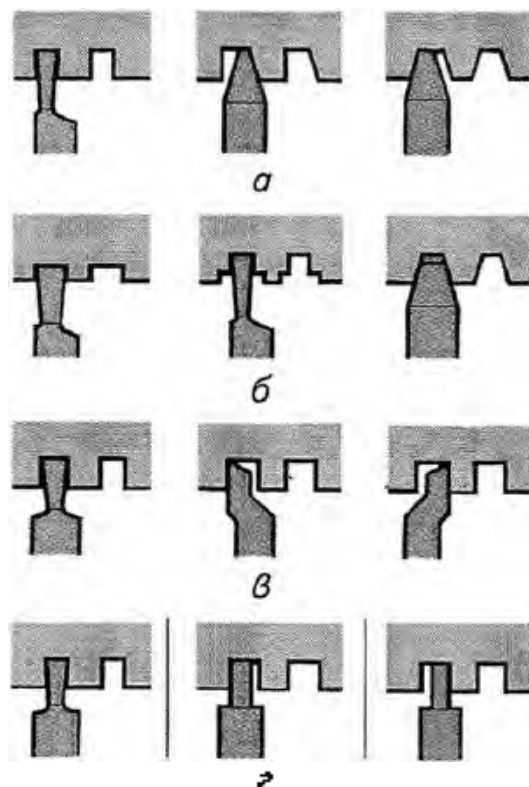


Рис. 11.10. НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ РУХУ

а — трапецієдної двома різцями; б — трапецієдної трьома різцями; в — прямокутної трьома різцями; г — прямокутної двома різцями

дів так само, як і трикутні. Трапецієдні різьби великого кроку спочатку нарізують широким прорізним різцем на глибину $0,25 h$ (h — висота профілю), потім — вузьким на повну глибину профілю й остаточно — чистовим різцем трапецієдного профілю (рис. 11.10, б). Врізування здійснюють під кутом $\alpha/2$ (рис. 11.11, а). Практикують також поєднання поперечного та бічного врізувань (рис. 11.11, б).

Прямокутну різьбу нарізують двома прорізними різцями: чортовим і чистовим (див. рис. 11.10, г). При нарізуванні крупної прямокутної різьби спочатку застосовують прорізний різець, потім праву й ліву сторони витків обробляють начисто (окремо).

Кут і профіль трапецієдної і прямокутної різьби контролюють за допомогою шаблонів (рис. 10.12), а в лабораторних умовах — за допомогою інструментального мікроскопа.

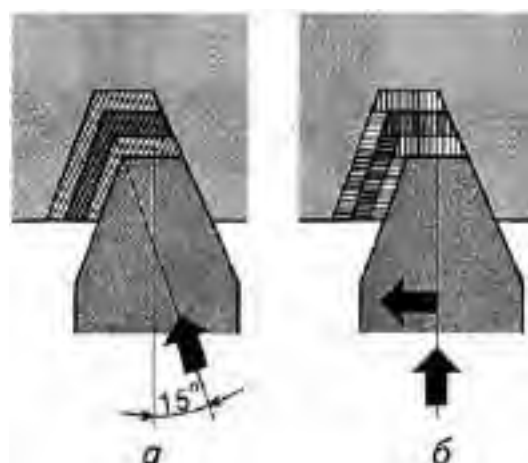


Рис. 11.11. СХЕМИ ВРІЗАННЯ РІЗЦЯ ПРИ НАРІЗУВАННІ ТРАПЕЦОЇДНОЇ РІЗЬБИ:
а — бічне врізання, б — комбіноване

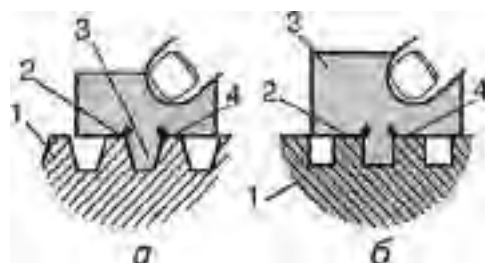


Рис. 11.12. КОНТРОЛЬ ТРАПЕЦОЇДНОЇ (а) ТА ПРЯМОКУТНОЇ (б) РІЗЬБИ ЗА ДОПОМОГОЮ ШАБЛОНІВ.
1 — гвинт, 2, 4 — зовнішня перевірка різьби; 3 — шаблон

§ 11.5. Швидкісне нарізування різьби

Швидкісне нарізування різьби твердосплавними різцями забезпечує істотне підвищення продуктивності праці й поліпшення якості обробки. Складність швидкісного нарізування полягає в можливості безпечного врізання різця в заготовку після виходу з різьби, оскільки токар може не встигнути одразу вийняти різць із канавки і ввімкнути реверс. Для запобігання цьому обробку здійснюють «на вихід»: різць вводять у канавку й нарізують різьбу при зворотньому обертанні шпинделя. Подача при цьому буде не справа-наліво, а зліва-направо,

тобто за межі заготовки (для правої різьби) (рис. 11.13, а). Для нарізування внутрішньої різьби цим способом використовують нарізний різць, відігнутий управо від державки (рис. 11.13, б).

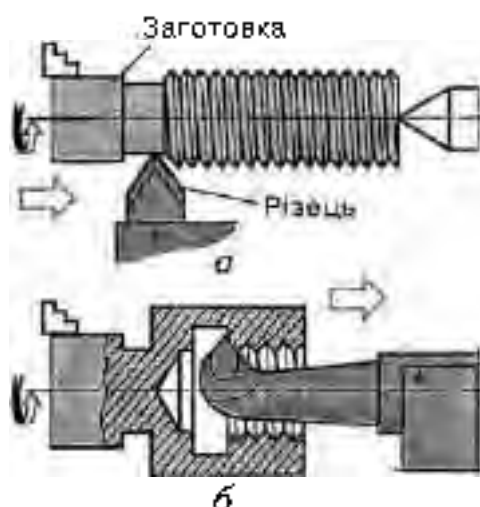


Рис. 11.13. НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ «НА ВИХІД»:
а — зовнішньої; б — внутрішньої

Для автоматичного відведення різця в кінці проходу при швидкісному нарізуванні різьби застосовують різні пристрої. Один із них — з різцевою державкою, яку відкидає вгору пружина в кінці проходу, коли різць входить у канавку і припиняється дія зусилля різання, показано на рис. 11.14 (запропоновано новатором В. І. Гургалем, м. Львів).

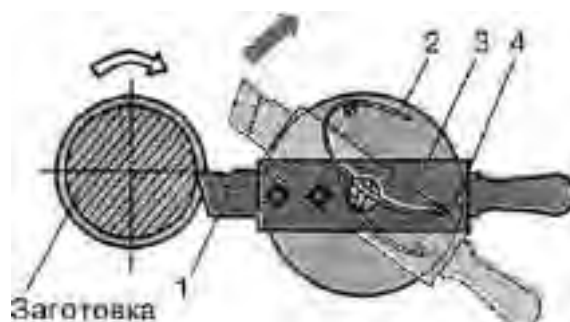


Рис. 11.14. ПРИСТІЙ ГУРГАЛЯ ДЛЯ ШВИДКІСНОГО НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ:
1 — різць; 2 — корпус; 3 — скользящая державка; 4 — пружина

Швидкоїсне нарізування різьби доцільно здійснювати різцями з механічним кріпленням твердосплавних пластин. Одну з конструкцій такого різця подано на рис. 11.15.

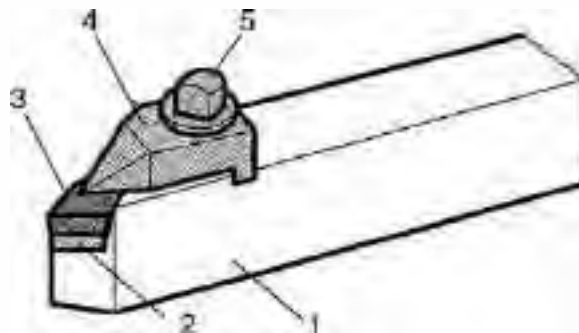


Рис. 11.15. Нарізний різець з механічним кріпленням ромбичної пластинки з твердого сплаву

1 — держалка; 2 — опорна пластинка; 3 — ромбична пластинка; 4 — цвп; 5 — різьба

При серійному й масовому виготовленні довгих гвинтів з трапецієподібною різьбою застосовують пристрій для швидкоїсного «вихрового» нарізування різьби (рис. 11.16). На поперечних подозках супорта замість поворотної плити і верхніх подозків установлюють циліндричну голівку з прожвинистим циліндром, в якому закріплено чотирьохрізцевий тримач 5 з твердосплавними різцями потрібного профілю. Шпиндель приводиться в обертання електродвигуном 1 через пасову подачу 2. Гвинт, що нарізується, затиснутий у патроні, пропущений крізь циліндричну голівку й підтиснутий заднім центром. Вісь голівки зміщена відносно осі гвинта (ексцентриситет e), і тому при обертанні голівки різці торкаються гвинта послідовно на коротких відрізках. Шпиндельську голівку встановлюють під кутом, що дорівнює куту лійової гвинтової канавки. Голівка з різцетримачем дає високі швидкості обертання (до 2000 об/хв), а заготовка гвинта — низьку (до 20 об/хв). Одночасно змінюють подачу верстата на крок різьби, як при звичайному нарізуванні різьби різцем. Різьба утворюється (за рахунок поєднання цих трьох рухів) за один робочий хід на повну глибину різбової канавки. «Вихрове» нарізування забезпечує високу продуктивність праці й 7-й клас шорсткості різбової поверхні. При такому нарізуванні різьби утворюється вилуч дрібних стружок, тому пристрій прикривають щитком.

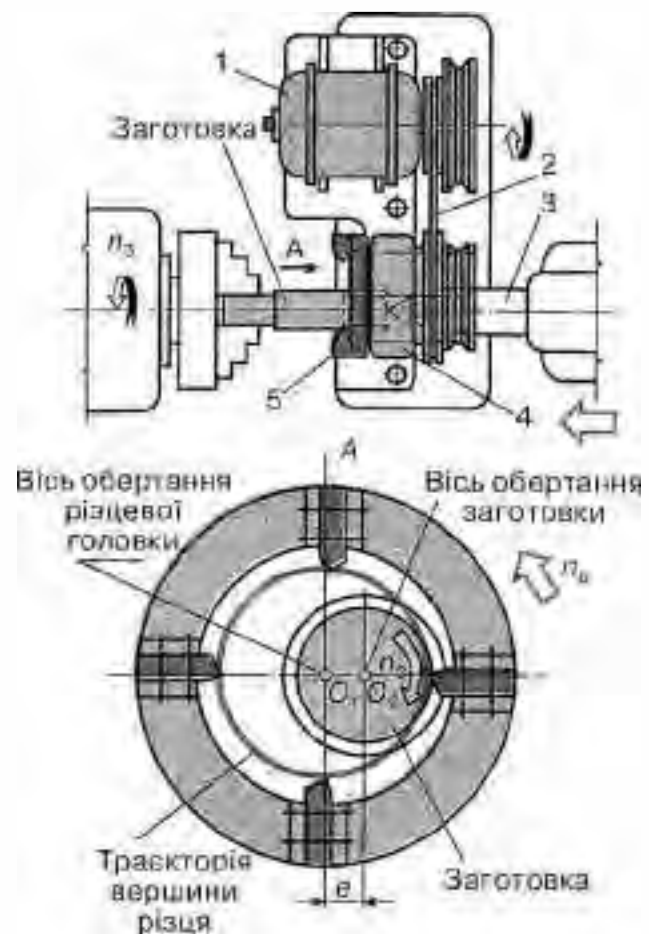


Рис. 11.16. Швидкоїсне і-вихрове нарізування різьби

1 — електродвигун; 2 — клинопасова передача; 3 — циліндрична голівка; 4 — шпиндельська голівка; 5 — чотирьохрізцевий тримач

§ 11.6. Нарізування багатозахідної різьби

Для нарізування багатозахідної різьби верстат налаштовують не на крок різьби P , а на хід $H = KP$, де K — кількість заходів різьби. Якщо різьба тризахідна з кроком у 2 мм (хід $H = 3 \cdot 2 = 6$ мм), верстат налаштовують на крок 6 мм. Після прорізування першої канавки виконують пошлі, тобто повертають заготовку на кут $360 : K$ (для нашого прикладу $K = 3$). Поворот слід здійснити на 120° (при роз'єднанні зв'язку між шпинделем верстата і ходовим гвинтом).

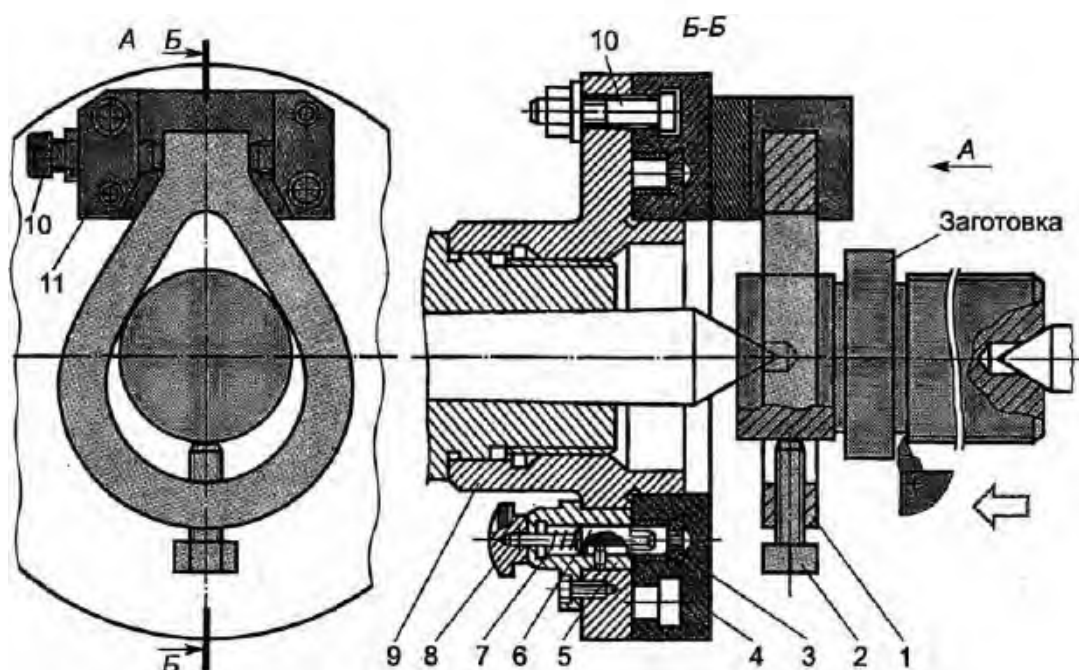


Рис. 11.17. Ділильна пласинка з повідково-вим хомутиком

1 — хомут, 2 — шийт хомутки, 3 — птулка; 4 — ділильна пласинка, 5 — корпус фіксатора, 6 — фіксатор, 7 — пружина, 8 — рукоятка фіксатора; 9 — корпус; 10 — шпindel, 11 — торцевик

Верстат 16K20 (КА28) має на передньому кінці шпинделя спеціальне ділильне кільце з 360 поділками. Шпиндель відводять від кінцевої

тичної ланцюга позач, тобто від ходового гвинта. Ділильне кільце повертають вручну на число рисок, яке відповідає числу заходів нарізування різьби (при двох заходах — на 30 рисок, при трьох — на 20 рисок і т. д.). Після поділу шпиндель знов приєднують до кінематичного ланцюга. Для верстатів, у яких немає ділильного кільця, використовують спеціальні ділильні пристрої. Один із таких пристроїв зображено на рис. 11.17. Корпус 9 насаджується на шпиндель. На корпусі розміщено ділильний диск з

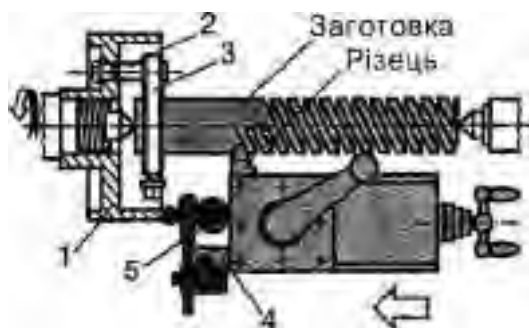


Рис. 11.18. НАРІЗУВАННЯ БАГАТОЗАХІДНОЇ РІЗЬБИ СПОСОБОМ ЗМІЩЕННЯ РІЗЦЯ

1 — пласинка; 2 — довідковий палець, 3 — хомут, 4 — держак індикатора; 5 — індикатор

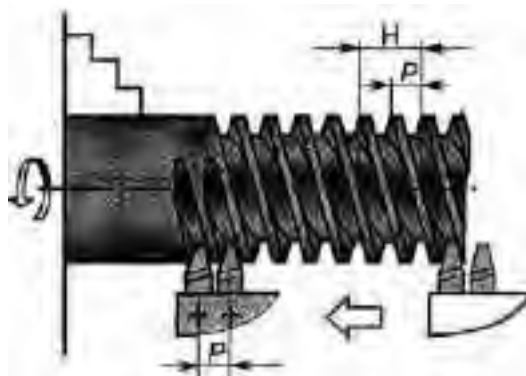


Рис. 11.19. СХЕМА НАРІЗУВАННЯ ДВОЗАХІДНОЇ РІЗЬБИ ДВОМА РІЗЦЯМИ

кільцевим пазом, Т-подібним у перерізі. У диск запресовані по колу 24 загартовані втулки (для найбільш часто використовуваних поділів на 12, 8, 6, 4, 3, 2 заходи). Фіксатор 6, який під дією пружини 7 засакає в одну із втулок, фіксує положення ділильного диска відносно корпусу 9. Гвинти 10 (3 шт.) після кожного ділення заточують, надійно зв'язуючи цим паводок 11 планшайби з корпусом.

Поділ можна виконати також змищенням верхніх полозків супорта на заданий крок після кожного робочого ходу (рис. 11.18). Змищення контролюють за допомогою лімба верхніх полозків, мірних плиток або ж індикаторів.

Двозахідні наскрісні різьби можна нарізати одночасно двома різними (рис. 11.19), відстань між якими дорівнює кроку різьби деталі, а верстат налагоджують на хід $H = 2 P$.

Контрольні запитання

1. Як нарізують трапецоїдну й прямокутну різьби?
2. Як виконуються ділення при нарізуванні багатозахідної різьби?
3. Для яких робіт використовують нарізні гребінки?
4. У чому полягають особливості геометрії варіантного різця?
5. Як викладається передаточне відношення ступінчастої черв'ячної передачі?
6. Які пристрої застосовують при шнелісному нарізуванні різьби?

Глава 12

ОБРОБКА ЗАГОТОВОК ЗІ СКЛАДНИМ УСТАНОВЛЕННЯМ

§ 12.1. Обробка в чотирикулачковому патроні

Основним пристроєм для закріплення несиметричних заготовок, а також циліндричних поховок або відливок з нерівною поверхнею є чотирикулачковий патрон з незалежним переміщенням кулачків (рис. 12.1). У пазах корпусу 1 патрона (планшайби) розміщені гвинти 4 з трапецієвидною різьбою, а на торцях кулачків 5 нарізані напівгайки, спряжені з гвинтами. Повертанням ключа, який вводить у гіршод гвинта, здійснюють по чергове переміщення кулачків для закріплення заготовок.

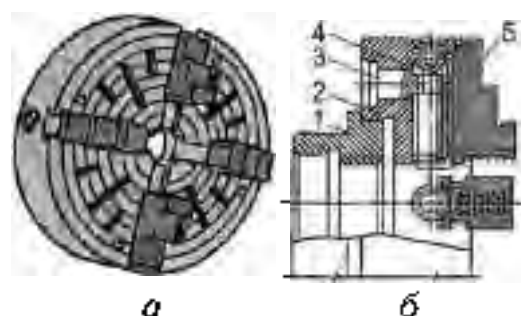


Рис. 12.1. ЧОТИРИКУЛАЧКОВИЙ ПАТРОН

а — загальний вигляд, б — вузол кріплення кулачка, 1 — планшайба; 2 — корпус; 3 — сухар; 4 — гвинт; 5 — кулачок

Спочатку подожження заготовки орієнтують відносно центра патрона по концентричних кільцевих рисках, які нанесено на торці планшайби, а остаточне центрування виконують вивіренням на паралельність осі заготовки осі шпинделя в горизонтальному й вертикальному напрямках на биття, тобто на співвісність, а також на торцеве биття, тобто перпендикулярність торця заготовки до осі шпинделя.

Найпростіший спосіб вивірення «на крейду»: при повільному обертанні шпинделя до заготовки підводять шматочок крейди, яким на відрізках биття прохреслюють риску. Щоб кисть руки, в якій тримають крейду, була стійкою, її спирають на спеціальну підставку, що закріплена в різцетримачі (рис. 12.2). Відтискуючи один кулачок і підтискуючи протилежний,



Рис. 12.2. ВИВІРЕННЯ ЗАГОТОВКИ «НА КРЕЙДУ» У ЧОТИРИКУЛАЧКОВИЙ ПАТРОНІ

токар намагається, щоб крейдяна риска прохреслюлася по всій поверхні заготовки. Після вивірення заготовку надійно закріплюють усіма кулачками. Вивірення слід здійснювати обережно, слідкуючи, щоб заготовка не випала з патрона. Аналогічне вивірення виконують і по торцю заготовки, де усувають биття, постукуючи по заготовці молотком.

Більш точним вважається вивірення за рейсмусом. Рейсмус (рис. 12.3, а, б) складається зі стійки з опорною п'ятою та контрольною голкою. Рейсмус установлюють на лизі,

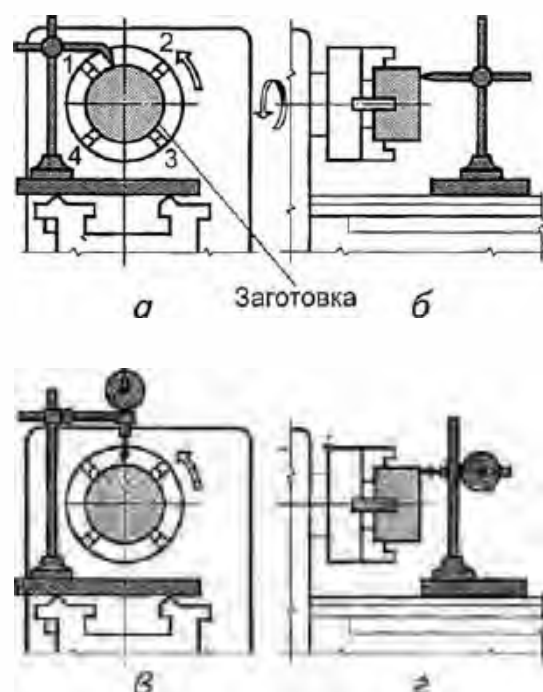


Рис. 12.3. вивірення заготовки у чотири-КУЛАЧКОВОМУ ПАТРОНІ.

а — рейсмусом по зовнішній поверхні; *б* — рейсмусом по торцю; *в* — індикатором по зовнішній поверхні; *г* — індикатором по торцю

що лежить на напрямній станині, а загнутий кінець голки підводять до поверхні заготовки з деяким зазором. Цилиндри від'єднують від коробки швидкостворів і прокручують його вручну за патрон; при цьому стежать за зміною зазора між рейсмусом і заготовкою. Змішуючи кулачки, домагаються точного центрування. Вивірення по торцю здійснюють голкою рейсмуса.

Точним є також вивірення за індикатором (рис. 12.3, а, б), що має рухомий штифт, переміщення якого викликає відхилення стрілки кругової шкали з ціною поділки 0,01 мм. Державку індикатора закріплюють на стійку, встановленому на плиті під патроном, або безпосередньо у різьблених отворах. Кінець штифта підводять до поверхні заготовки і при повороті шпинделя вручну стежать за відхиленням стрілки індикатора. Змішуючи кулачки, можна точно відцентрувати заготовку, тобто домогтися, щоб стрілка індикатора не відхилялася.

Положення несиметричних заготовок зручніше визначати за допомогою штангенрейсмуса (рис. 12.4), який встановлюють на пласкій під патроном. Вістрь ніжки штангенцир

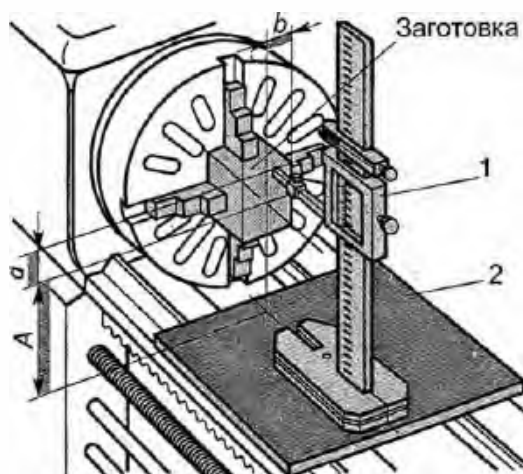


Рис. 12.4. вивірення заготовки у чотири-КУЛАЧКОВОМУ ПАТРОНІ за допомогою ШТАНГЕНРЕЙСМУСА.

1 — штангенрейсмус; *2* — плита

куля підводять до заготовки і здійснюють вивірення за попередньо нанесеними розмічальними рисками. Повзун з нульовим дає змогу контролювати переміщення кулачків і точно встановлювати їх на потрібній відстані від центра планшайби.

У процесі обробки заготовки, закріпленої у чотирикулачковому патроні, необхідно час від часу контролювати надійність затискування

§ 12.2. Обробка на планшайбі та на косинці

Заготовку складної форми закріплюють безпосередньо на планшайбі (корпусі) чотирикулачкового патрона або на спеціальній планшайбі — чавунному диску з Г-подібними радіальними пазами.

Заготовку до планшайби кріплять:

болтичи через паз планшайби (якщо в заготовці є отвори).

прихватами з Г-подібною головкою («костильчико») (рис. 12.5, а).

плінками прихватами (рис. 12.5, б).

При нагвинчуванні гайки на гвинт 7 один кінець плінки (прихвата) 6 спирається на прикріплену опору 5, а другий — притискає заготовку до планшайби.

плінками через заготовку (рис. 12.5, в)

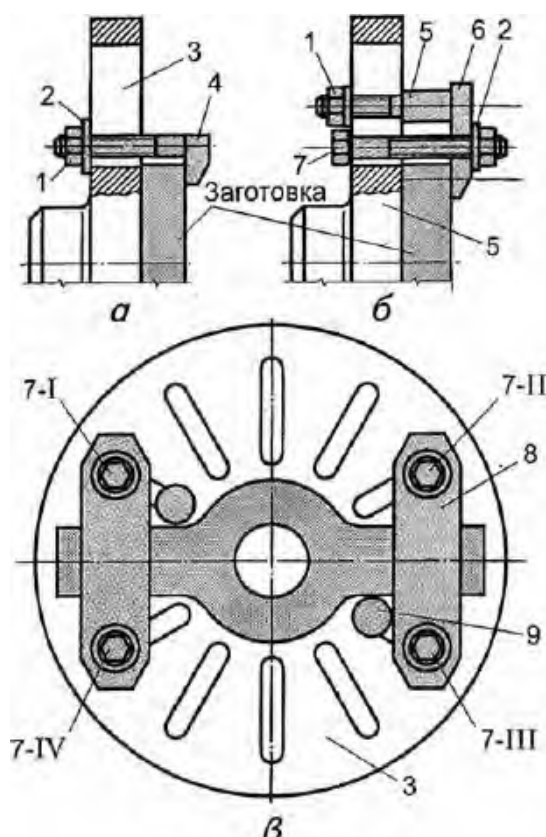


Рис. 12.5. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ НА ПЛАНШАЙБІ:

а — «костильчик»; б — планка-ці-прихватами; в — планками через заготовку; 1 — гайка; 2 — шайба; 3 — планшайба; 4 — «костиль»; 5 — плора; 6 — планка-прихват; 7 — тини; 8 — планка; 9 — уторзи

Спочатку затягують гайки попередньо «хрест навхрест», а потім — остаточно. Після закріплення й обробки першої заготовки на планшайбі встановлюють уторзи 9, по яких фіксують положення наступних заготовок партії, що скорочує час на вивірення й закріплення.

Можливе поєднання кріплення заготовки кулачками й прихватами, кулачками й планками через заготовку, прихватами й планками (рис. 12.5, в).

Несиметричні заготовки деталей типу корпусів підшипників, кронштейнів, патрубків тощо обробляють, закріплюючи їх на косинці (рис. 12.6). Косинці бувають литі або зварні. Їх приєднують болтами до планшайби, а заготовку закріплюють на косинці (болтами через отвори на заготовці, «костильми» або прихватами).

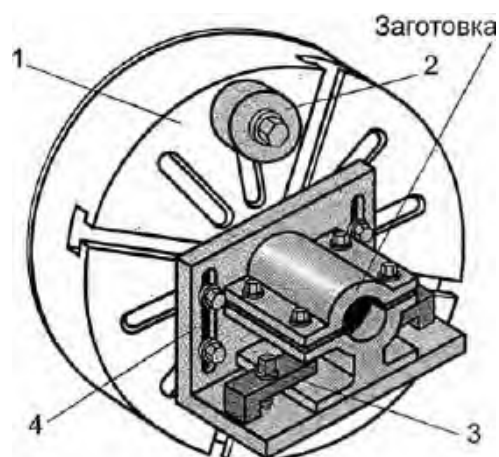


Рис. 12.6. УСТАНОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ НА КОСИНЦІ

1 — планшайба; 2 — протинага; 3 — прихват; 4 — косинці

Важливим для обробки на косинці є зрівнювання заготовки й косинця протинагою, яку складають з чавунних шайб однакового діаметра, але різних за товщиною, тобто за масою, і закріплюють болтами у казу планшайби навпроти незрівноваженої маси. Для цього шпindelю виключають від механізму хробки швидкостей, щоб він мав вільне обертання. Планшайбу різко повертають вручну, стежачи, в якому положенні і як швидко вона зупиниться. Якщо планшайба зупинилася із заготовкою і косинцем униз, то масу протинаги збільшують, якщо ж навпаки, то масу протинаги зменшують, щоб він мав вільне обертання. Планшайбу різко повертають вручну, стежачи, в якому положенні і як швидко вона зупиниться. Якщо планшайба зупинилася із заготовкою і косинцем униз, то масу протинаги збільшують, якщо ж навпаки, то масу протинаги зменшують. Вважають, що зрівнювання досягнуто, якщо після провороту планшайба зупиняється в будь-якому положенні незалежно від розташування незрівноважених мас. Ретельне балансування необхідно для забезпечення точності верстата, оскільки незрівноваженість призводить до прискореного спрацювання лідшипників шпинделя й погіршує якість обробки.

Регульований косинець показано на рис. 12.7. Положення заготовки відносно осі шпинделя регулюють горизонтальним 1 та вертикальним 4 гвинтами.

На машинобудівних підприємствах серійно й індивідуально застосовують систему складання станочних пристроїв з деталей стандартного комплексу (універсально-складальні пристрої (УСП)). До комплексу входять плити, планшайби, косинці, планки, уторзи, прихвати, гвинти, гайки та інші деталі, виготовлені з високою точністю. На складання УСП з комплек-

§ 12.3. Обробка нежорстких валів

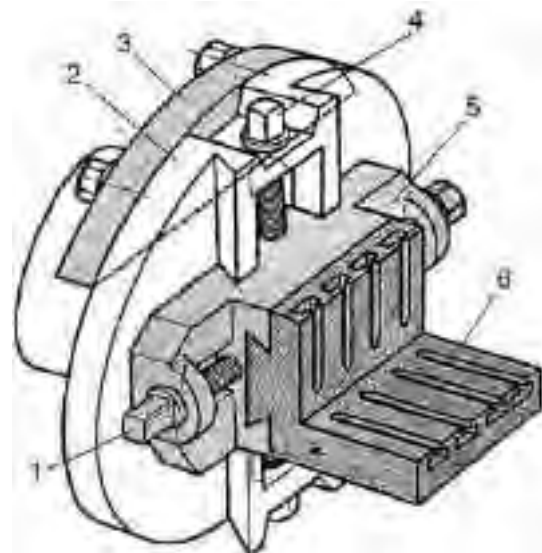


Рис. 12.7. РЕГУЛЬОВАНИЙ КОСИНЕЦЬ:

1 — горизонтальний гвинт; 2 — планшайба; 3 — протипага; 4 — пертикаційний гвинт; 5 — каретка; 6 — косинець

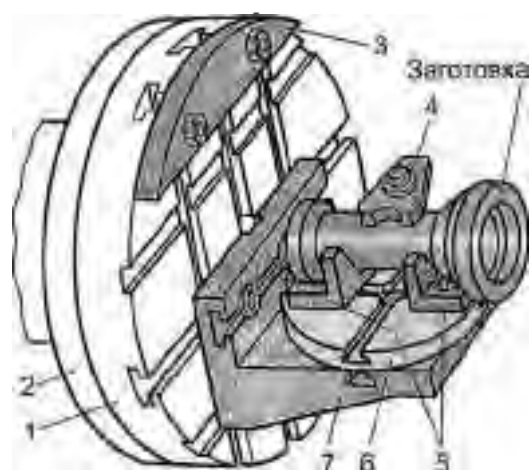


Рис. 12.8. ТОКАРНИЙ ПРИСТРІЙ «КОСИНЕЦЬ», СКЛАДЕНИЙ З ДЕТАЛЕЙ КОМПЛЕКТУ УСП

1 — базова плита; 2 — планшайба; 3 — протипага; 4 — прихват; 5 — прижим; 6 — поперетна плита; 7 — косинець

ту витрачають від 20 хв до 2 год. Після обробки партії заготовок УСП розбирають і деталі розкладають по ячейках спеціальних касет. На рис. 12.8 показано пристрій типу «косинець», складений з деталей комплексу УСП для обробки деталі «патрубок» з обох боків.

Вали характеризуються жорсткістю, тобто здатністю протистояти силам, що викликають деформацію. При співвідношенні $l/d \geq 8$ деталь типу «вал» вважається нежорсткою.

При обробці в центрах нежорсткий вал відтискується, що призводить до деякого збільшення розмірів його середньої частини (бочкоподібність), вібрації і навіть до виривання заготовки із центрів. Тому нежорсткі вали обробляють в центрах з додатковою підтримкою спеціальними пристроями — люнетами.

Застосовують *нерухомі* люнети, які закріплюють на напрямних станини (рис. 12.9, а), і *рухомі*, які закріплені на каретці супорта й переміщуються разом із ним (рис. 12.9, а, в).

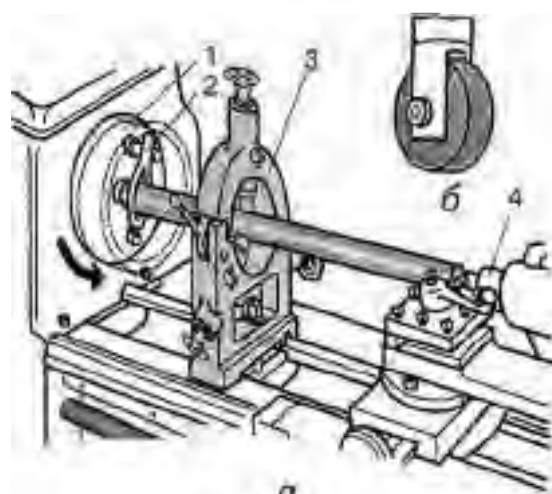
Люнети мають бронзові кулачки, що притиснуті до заготовки й перешкоджають її відтискуванню в процесі різання. Кулачки періодично змащують. Для безпеки роботи забороняється надмірно затискувати кулачки люнета на валу. Спиральовані кулачки слід своєчасно замінювати.

При обточуванні нежорстких валів твердосплавними різцями на високій швидкості різання люнети оснащують роликовими кулачками (рис. 12.9, б).

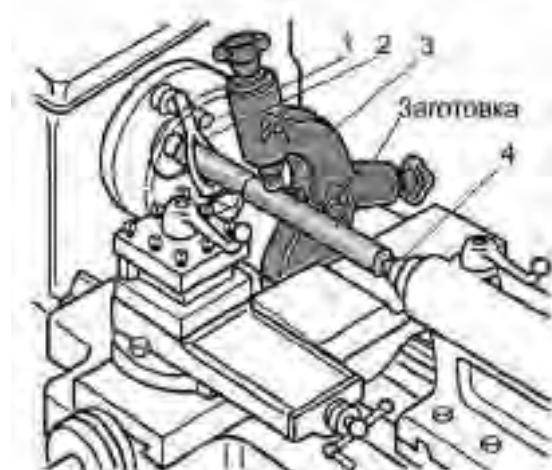
Закріплення довгого вала одним кінцем у патроні, а другим — у нерухомому люнеті, дає змогу підрізати торці і обробляти осевий отвір (рис. 12.10).

Послідовність обробки гладенького вала, закріпленого в центрах і нерухомому люнеті, показано на рис. 12.11. Вал устатковують у центрах і в середній його частині (ближче до передньої бабки) проточують на зниженому режимі шийку під люнет. На напрямній станині закріплюють нерухомий люнет і його кулачками обхоплюють проточену шийку заготовки. Після встановлення люнета заготовку обточують від задньої бабки до люнета. Потім вал повертають, знову закріплюють у центрах і люнеті й обточують другий кінець. Чистову обробку довгого вала досить виконувати за допомогою рухомого люнета.

Якщо ж із якихось причин проточування шийки на поверхні заготовки неможливе або небажане (нерівномірний припуск, особливо нежорстка заготовка), то на заготовку надягають і закріплюють гвинтами так звану люнетну втулку з гладенькою зовнішньою поверхнею (рис. 12.12). Заготовку встановлюють у центрах, а кулачками люнета обхоплюють втулку. Положення втулки на заготовці визначають за допомогою індикатора.



а



б

Рис. 12.9. ОБРОБКА НЕЖОРСТКИХ ВАЛІВ ЗАКРІПЛЕНИХ У ЦЕНТРАХ ТА В НЕРУХОМОМУ (а) І РУХОМОМУ (б) ЛЮНЕТІХ (а — РОЛИКОВИЙ КУЛАЧОК)
1 — планшайба, 2 — вомутки; 3 — люнет; 4 — задній центр

На рис. 12.13 наведено запропоновану новатором В.К. Семинським послідовність обробки нежорсткого вала в центрах без люнета спочатку з одного боку, а потім з другого при закріпленні гвинтами поздовжньої планшайби за середню частину. Кінець вала, що обробляється, входить всередину шпинделя і упирається у шпиндельний центр, встановлений у цангову (розрізну) втулку. При підтягуванні пінолі задньої бабки кінцевий хвостовик центра розтискує втулку і стопорить її у середині шпинделя.

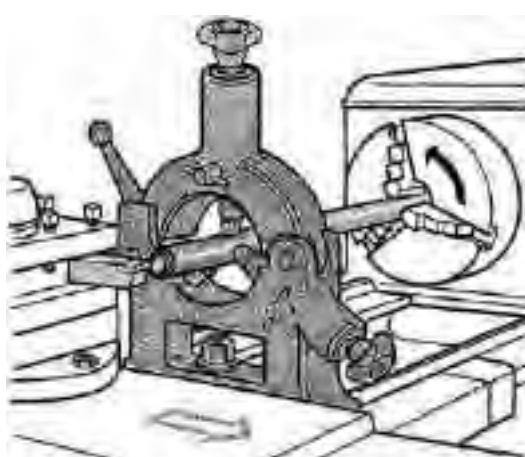


Рис. 12.10. ПІВРІЗАННЯ ТОРЦЯ ВАЛА, ЗАКРІПЛЕНОГО В ЛЮНЕТІ ТА ЛЮНЕТІ

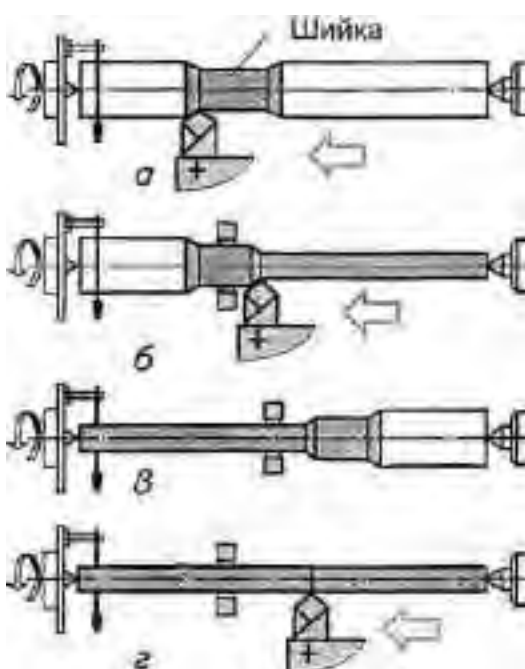


Рис. 12.11. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ОБРОБКИ НЕЖОРСТКОГО ВАЛА:

а — обточування шийки під люнет, б — обточування першого кінця; в — закріплення люнета на обробленому кінці; г — обробка другого кінця

У токарній справі часто доводиться обточувати довгі прутки. Нежорсткість їх ускладнює обробку звичайним способом у центрах і навіть у центрах з підтримкою люнетом. У цьому разі

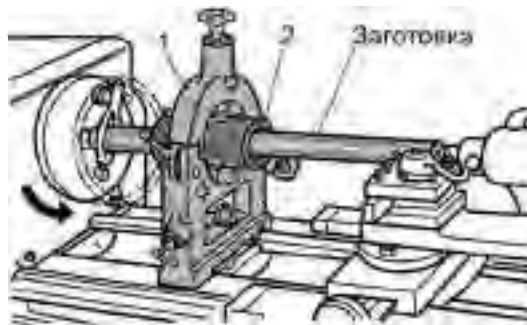


Рис. 12.12. ЗАСТОСУВАННЯ ЛЮНЕТНОЇ ВТУЛКИ.
1 — люнет, 2 — втулка

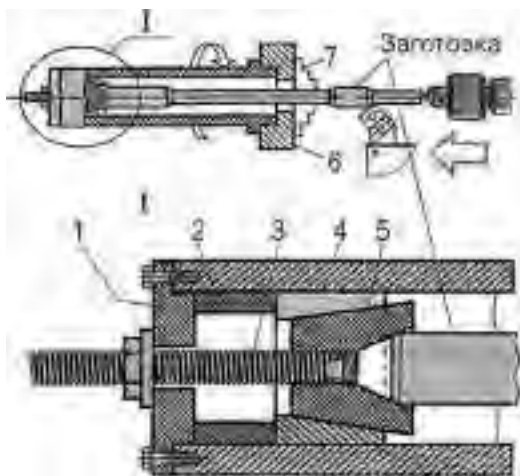


Рис. 12.13. ОБРОБКА НЕЖОРСТКОГО ВАЛА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШПИНДЕЛЬНОГО ЦЕНТРА:
1 — шпиндель, 2 — втулка; 3 — гвинт, 4 — пали, 5 — поперечний центр «чашка»; 6 — зімнішайба; 7 — кулачок патрона



Рис. 12.14. ОБРОБКА ТОНКОЇ ЗАГОТОВКИ (ПРУТКА) ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЛЮНЕТНОЇ ВТУЛКИ
1 — втулка; 2 — люнет

перед прохідним упорним різцем установлюють люнетну планку з отвором, який відповідає діаметру заготовки-прутка й розташований точно на рівні осі шпинделя. Різець підводять до отвору впритул так, щоб різальна кромка перекривала частину отвору на задану глибину різання (рис. 12.14). Налаштування на розмір виконується регулюванням вильоту різця (лімбом при цьому не користуються).

§ 12.4. Обробка заготовок ексцентрикових деталей

Деталі, в яких осі різних поверхонь зміщені, але водночас паралельні між собою, називаються *ексцентриковими*. До них належать ексцентрикові диски (кулачки) (рис. 12.15), ексцентрикові вали (рис. 12.16), колічасті вали (осі шатунних штифів зміщені відносно осей корінних штифів) (рис. 12.17). Відстань між центрами ексцентричних елементів деталей називається *ексцентриситетом*.

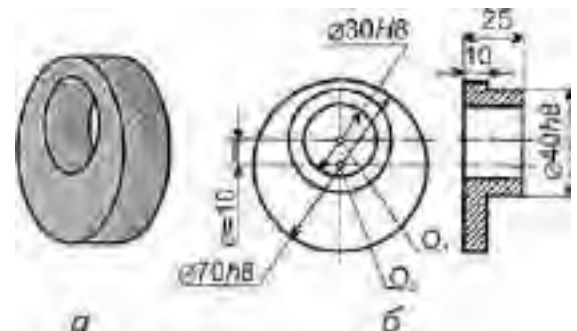


Рис. 12.15. ЕКСЦЕНТРИКОВІ ДИСКИ:
а — без заточених країв; б — з заточеними краями; O_1 — центр зміщеного отвору; O_2 — центр диска; e — ексцентриситет

Типовий технологічний маршрут обробки ексцентрикового кулачка: *операція 1* — обточування основної зовнішньої циліндричної поверхні; *операція 2* — свердління й розточування зміщеного отвору. Для здійснення операції 2 заготовку деталі закріплюють у чотирьохкулачковому патроні й центрують по зовнішній поверхні за допомогою рейсмуса. Потім змішують заготовку на величину ексцентриситету. Для цього патрон прокручують до горизонтального розташування однієї пари кулачків, а до заго-

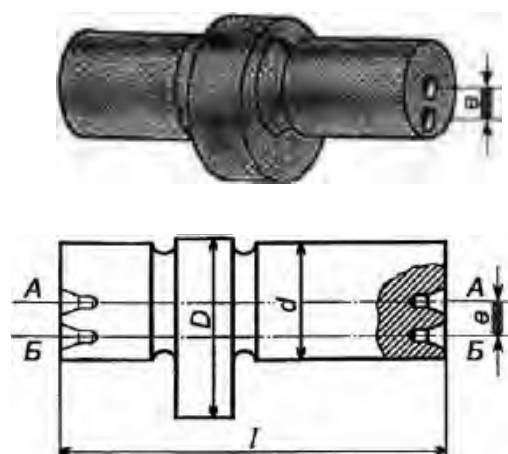


Рис. 12.16. ЕКСЦЕНТРИЧНИЙ ВАЛ

А, Б — місця корінних шийок, В — В — місця шийки; e — ексцентриситет

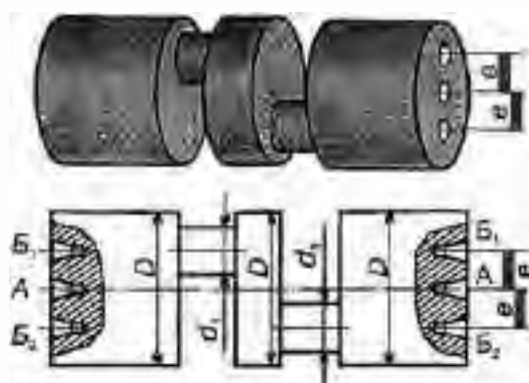


Рис. 12.17. КОЛІЩАСТИЙ ВАЛ

А, Б — центральні отвори; e — ексцентриситет

товки підводять металевий стержень, закріплений у різцетримачі. На лівій гвинті поперечних полозків супорта відмічають поділку, яка відповідає стику стержня та заготовки, і рукояткою поперечних полозків відводять стержень «на себе» на величину ексцентриситету, контролюючи її за лімбом (рис. 12.18). Після цього кулачки суміщують до стикування заготовки зі стержнем і надійно закріплюють заготовку. Точніший контроль зміщення кулачків при обробці ексцентриків виконують за допомогою індикатора, закріпленого у різцетримачі.

Застосовують також інший технологічний маршрут: диск насаджують заздалегідь обробле-

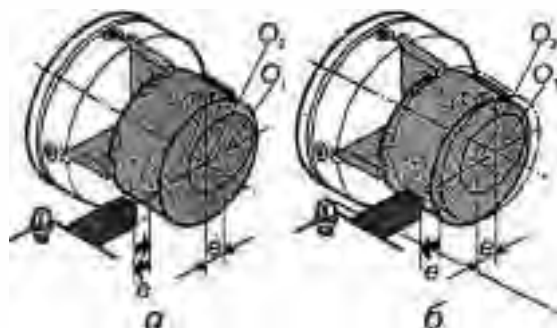


Рис. 12.18. КОНТРОЛЬ ЗМІЩЕННЯ КУЛАЧКІВ ПРИ УСТАНОВЛЕННІ ЕКСЦЕНТРИЧНОГО ДИСКА В ЧОТИРИКУЛАЧКОВОМУ ПАТРОНІ

а — стержень відведено від поверхні заготовки на відстань e і контроль за лімбом; б — заготовку зміщено в кулачках патрона до торкання зі стержнем і затиснуто; D — радіус зміщеного отвору, e — ексцентриситет

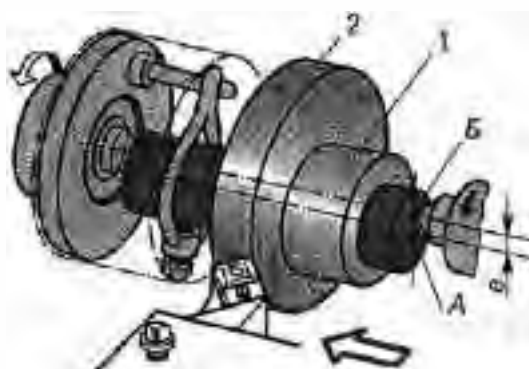


Рис. 12.19. ОБРОБКА ЕКСЦЕНТРИЧНОГО ДИСКА НА ЦЕНТРОВІЙ ОПРАВЦІ

А, Б — центральні отвори для обробки поперечень 1 і 2 відносно, e — ексцентриситет

ним отвором на оправку. Затиснуто в чотирикулачковому патроні, й зміщують на ексцентриситет описаним вище способом.

Ексцентричний диск можна обробляти на центровій оправці зі зміщеними додатковими центральними отворами Б (рис. 12.19).

Короткі ексцентричні валки обробляють у чотирикулачковому патроні з координатним зміщенням на ексцентриситет e . Довгі ексцентричні валки обробляють у центрах. Центрові отвори на торцях валів попередньо засвердлюють на свердильному верстаті по розмітку або за допомогою спеціальних пристроїв-кондукторів. Спочатку вал установлюють на центрових отво-

рах A (див. рис. 12.16), які відповідають осі вала, і проточують цапфи; потім на зміщених центрових отворах B обточують ексцентрикові шийки.

Аналогічно обробляють і колінчастий вал (рис. 12.17) — спочатку на центрах A , а потім на B_1 та B_2 . У колінчастого вала великих розмірів вісь ексцентричних шийок проходить поза його межами, тому в цьому разі застосовують центрозміщувальні шайби (рис. 12.20), які закріплюють на заздалегідь проточених корінних шийках вала. На торцях центрозміщувальних шайб є зміщені на заданий ексцентриситет центрові отвори. При обробці ексцентричних шийок

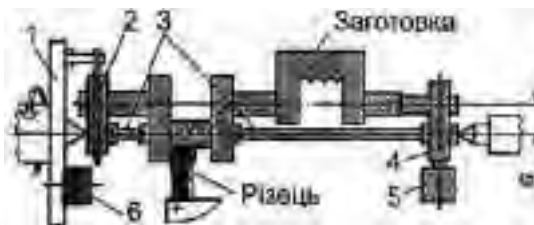


Рис. 12.20. ОБРОБКА КОЛІНЧАСТОГО ВАЛА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЦЕНТРОЗМІЩУВАЛЬНИХ ШАЙБ

1 — планшайба; 2, 4 — центрозміщувальні шайби; 3 — різні, 5, 6 — протиски; e — ексцентриситет

заготовку встановлюють у центрах на зміщених центрових отворах шайб. Для підвищення жорсткості системи слугують розпирки, а зміщені частини заготовки зрівноважуються протиском.

§ 12.5. Обробка втулок

Втулки характеризуються наявністю отворів і вимогами до concentричності зовнішньої та внутрішньої поверхонь. Типовий технологічний процес виготовлення втулки з буртиком з пруткової заготовки в умовах одиничного виробництва наведено на рис. 12.21. Обробку здійснюють за одну операцію. В установі A заготовку обробляють з боку меншого діаметра (обточування зовнішніх поверхонь $\varnothing 45$, свердління й розточування отвору $\varnothing 25$). Допустимі радіальні биття $0,05$ мм забезпечуються обробкою зовнішньої поверхні й отвору від однієї бази. В установі B заготовку закріплюють за обточеною поверхню з діаметром $\varnothing 45$ і підрізають торець з боку буртика.

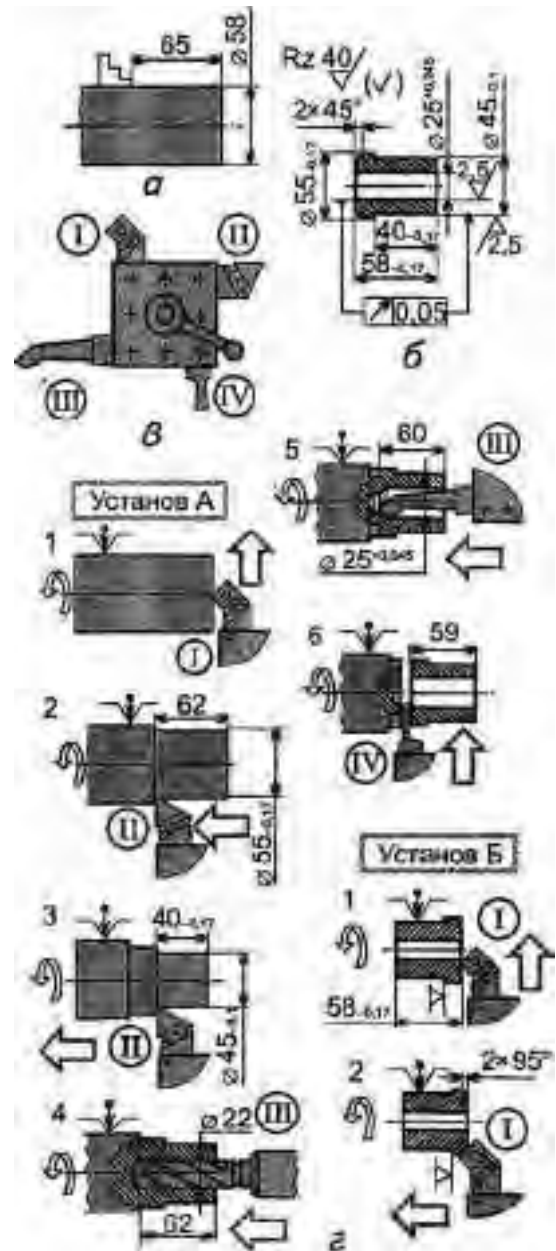


Рис. 12.21. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ВТУЛКИ З ПРОКАТУ

1 — б — переходи, 1 — IV — різці a — заготовка-пруток; б — деталь «втулка»; в — налагодження різальних інструментів, г — технологічний процес

В умовах серійного виробництва таку втулку доцільно виготовляти зі штучних заготовок, відрізаних від прутка, за дві операції: I — обробка з одного боку зі свердлінням отвору; II —

обробка з іншого боку із закріпленням в розточених кулачках патрона за чистову базу $\varnothing 45$ (рис. 12.22). Лінійні розміри 55 та 40 забезпечують за допомогою упору

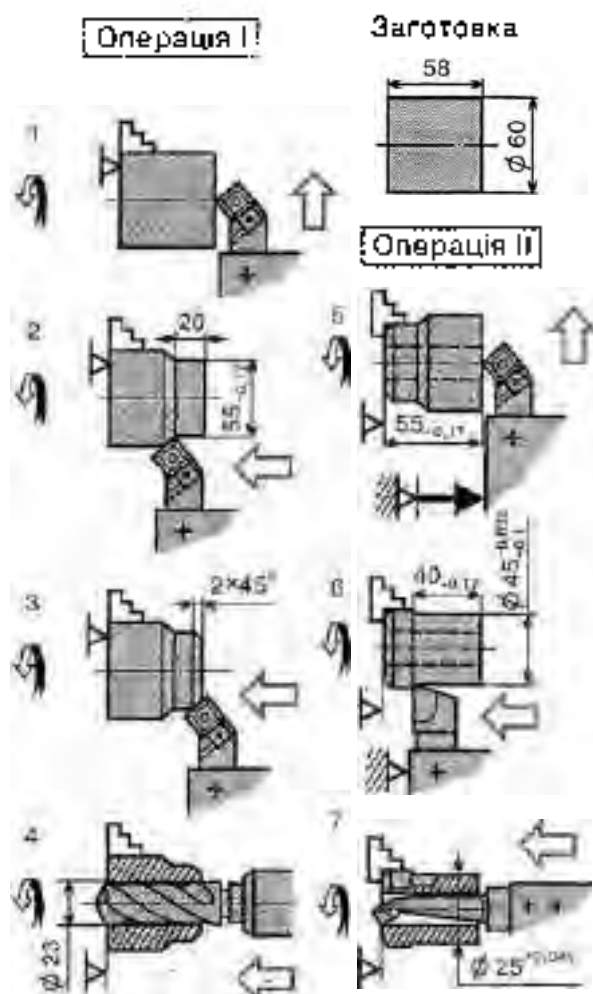


Рис. 12.22. Технологічний процес виготовлення втулки із шестигранних заготовок за дві операції.

1-7 — послідовні

При серійному виготовленні ефективна обробка втулок з базуванням по отвору на оправці. Оправка — це стержень, зовнішній діаметр якого відповідає діаметру базового отвору заготовки (деталі). Оправка забезпечує точне центрування втулки по отвору, швидко й надійно її закріплення.

Закріплення втулки на циліндричній оправці показано на рис. 12.23. Повільком слугує план

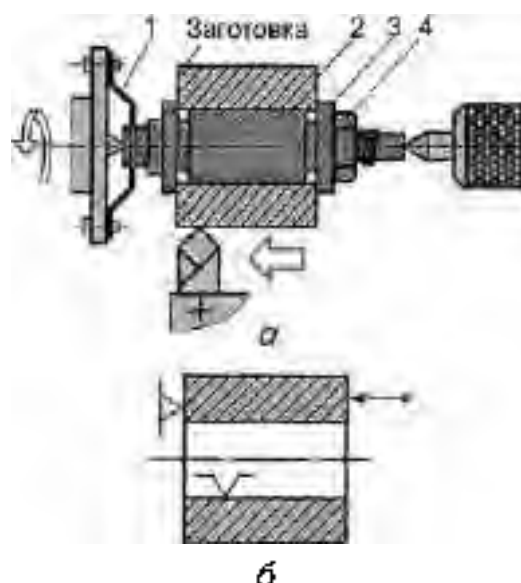


Рис. 12.23. Закріплення заготовки втулки на циліндричній оправці (а) та умовне позначення (б):

1 — поводок; 2 — оправка; 3 — шпилька; 4 — гайка

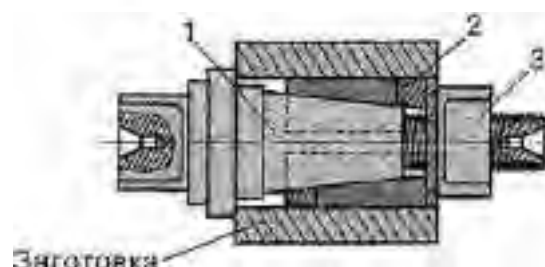


Рис. 12.24. Канавка розтискна оправка

1 — корпус; 2 — цапга; 3 — натискна гайка

ка з квадратним віконцем, в яке входить квадратний хвостовик оправки.

Конструкцію канавної розтискної оправки зображено на рис. 12.24. Оброблювана втулка закріплюється сталеву загартованою цапгою (ятулкою з прорізами), підтиснутою гайкою на конус корпусу. Приклад технологічного процесу виготовлення втулки з канавкою із трубчасті заготовки із застосуванням канавної оправки наведено на рис. 12.25. В операції I при базуванні по зовнішній поверхні $\varnothing 65$ підрізують торці й обробляють отвір $\varnothing 32$ Н8. В операції II заготовку базують по отвору $\varnothing 32$ Н8 на розтискній канавній оправці й обробляють за чотки-

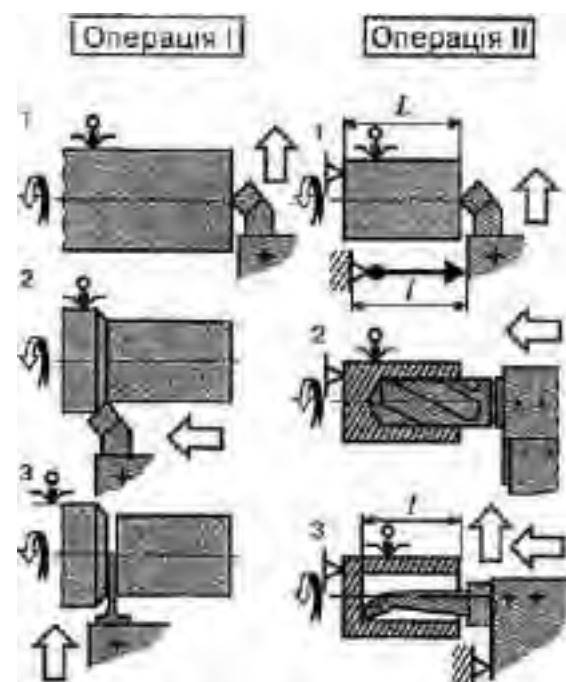


Рис. 12.27. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ СТАКАНА З ПРОКАТУ В СЕРІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

1—3 — переходи

Схему технологічного процесу виготовлення стакана з глухим дном із прокату в умовах серійного виробництва подано на рис. 12.27. Операція I — обточування зверху, підрізування торця й відрізування. Операція II — підрізування другого торця, свердління й розточування отвору. Концентричність зовнішньої і внутрішньої циліндричних поверхонь забезпечується завдяки тому, що чисовою базою при цьому є оброблена зовнішня поверхня.

Схему технологічного процесу обробки стакана зі штампованої заготовки в умовах серійного виробництва із застосуванням різної оправки, грибкового обертового центру й віккидного упора подано на рис. 12.28.

Базування стакана по задальній обробленому отвору можна забезпечити за допомогою цангової оправки (рис. 12.29). Гайка 3 навірчується на різьбу оправки і переміщує вліво штифт 4, котрий зв'язаний з ходовиком конуса 2 і змушує його вплив: конус розтискує цангову (розтискну) частину оправки й закріплює заготовку.

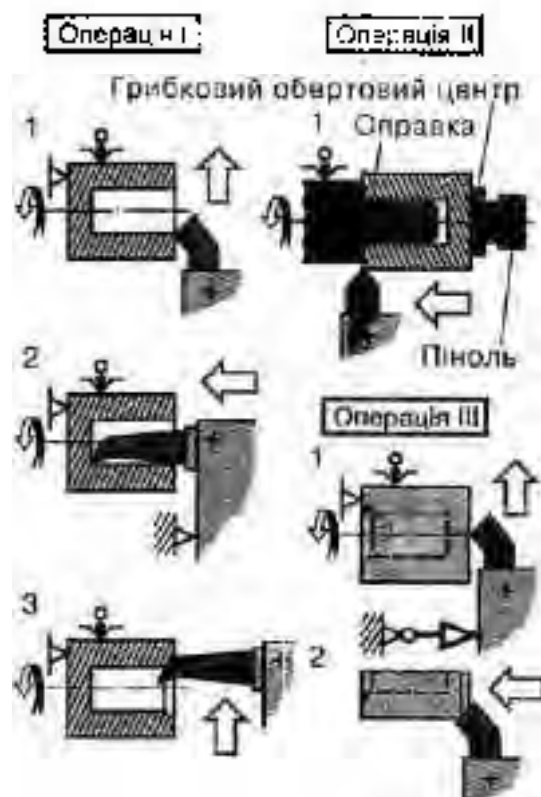


Рис. 12.28. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ СТАКАНА ІЗ ШТАМПОВАНОЇ ЗАГОТОВКИ
1—3 — переходи

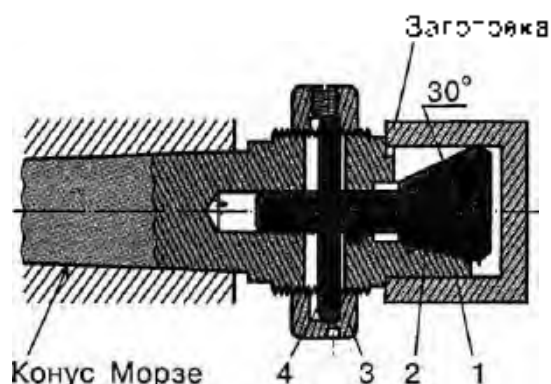


Рис. 12.29. ЦАНГОВА ОПРАВКА ДЛЯ ОБРОБКИ СТАКАНІВ.

1 — корпус цангою; 2 — розтискний конус; 3 — гайка; 4 — штифт

Розточування тонкостінної гільзи, затиснутої в трикулачковому патроні, може призвести до викривлення оброблюваного отвору вна-

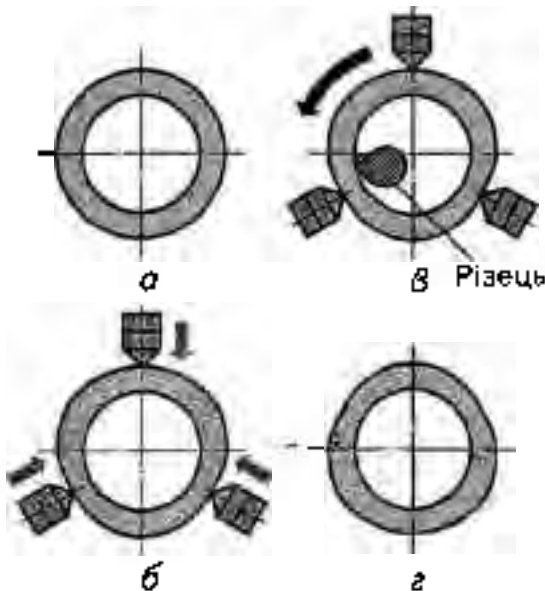


Рис. 12.30. СХЕМА ДЕФОРМУВАННЯ ТОНКОСТІННОЇ ВТУЛКИ ПІСЛЯ ЗАТИСКАННЯ В ТРИКУЛАЧКОВОМУ ПАТРОНІ:

а — трубиаста заготовка; б — затискання заготовки; в — відступування; г — вигляд деталі після розтиснення кулачків

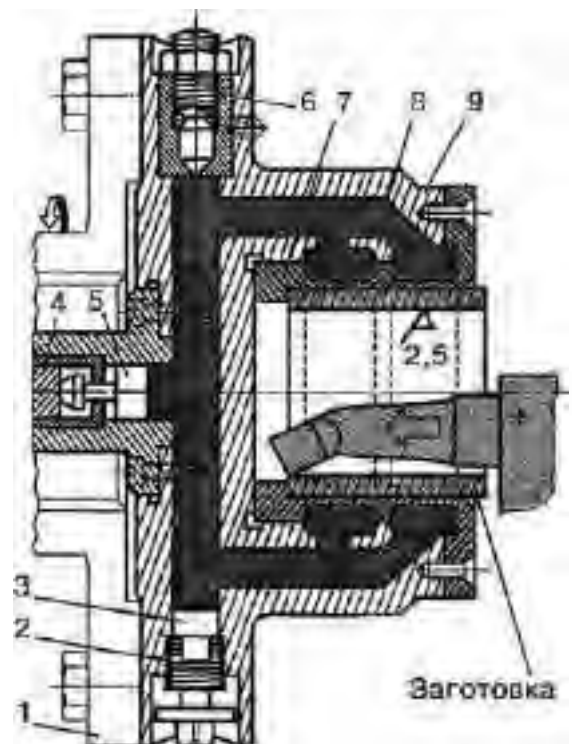


Рис. 12.32. ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОПЛАСТНОГО ПАТРОНА ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ТОНКОСТІННОЇ ВТУЛКИ (ГІЛЬЗИ).

1 — плунжер; 2 — гвинт; 3, 5 — циліндри; 4 — тяга від пневмоциліндра; 6 — пробка; 7 — затискна втулка; 8 — від робочий; 9 — корпус

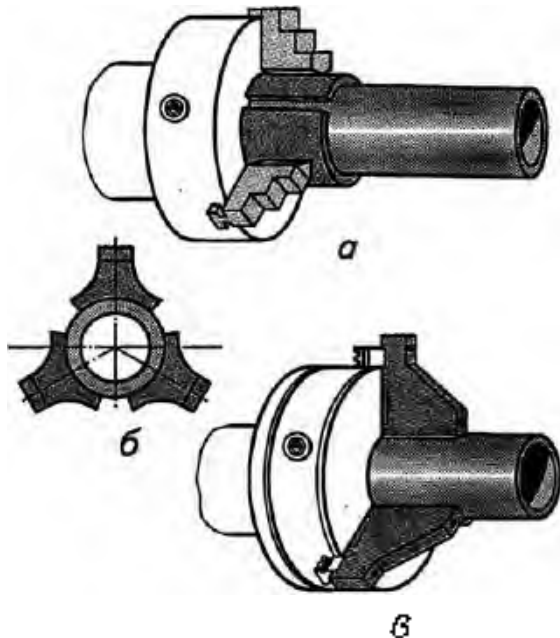


Рис. 12.31. РАЦІОНАЛЬНІ СПОСОБИ ЗАКРІПЛЕННЯ ТОНКОСТІННИХ ВТУЛОК (ГІЛЬЗ) У ТРИКУЛАЧКОВОМУ ПАТРОНІ:

а — через розрізну втулку; б — у широкі (сегментні) кулачки; в — у подовжені кулачки

слідок деформації заготовки під дією тиску кулачків патрона. Після розтискування патрона деформовані відрізки втулки займають попереднє положення і розточений отвір виходить некрутим (рис. 12.30). Тому рекомендується для закріплення тонкостінних втулок застосовувати розрізну втулку (рис. 12.31, а) або широкі (сегментні) чи подовжені кулачки патрона (рис. 12.31, б, в).

Для закріплення гільз із товщиною стінки 1...2 мм доцільно застосовувати гідропластний патрон (рис. 12.32). Заготовку встановлюють в еластичну затискну втулку 7. Тяга пневмоциліндра, переміщуючись вправо, тисне на плунжер 5, котрий передає тиск гідропласту 6. Гумоподібний гідропласт деформує еластичну втулку 7, яка й затискує заготовку. Якщо немає стиснутого повітря, затискання можна здійснити за допомогою гвинта 2 і плунжера 3. Зов-

інше обточування тонкостінних гільз виконують при закріпленні заготовки по отвору на цанговій розтискній або на гідропластних оправках.

§ 12.7. Обробка кілець

Заготовками для кілець слугують індивідуальні відливки або ковкни. Заготовки великого розміру вирізають із листового прокату. Як заготовки використовують також стандартні труби або трубчасті відливки — «маслоти» (відцентрове лиття).

Кільця з трубчастих заготовок досить часто нарізують одночасно кількома відрізними різцями, як показано на рис. 12.33.

При вирізуванні кільця з листового прокату на токарному верстаті заготовку (листянку) притискують заднім центром до загартованих штифтів технологічної планшайби (рис. 12.34, а). Кільце вирізають різцем, бокові задні поверхні якого заточено по радіусу. Для безпеки праці вирізування виконують різцем із різальною кромкою завширшки до 6 мм при низькому режимі різання: подача 0,1...0,3 мм/об, швидкість різання 25...50 м/хв. Кільця з круглого прокату після попереднього прорізування канавок прорізним різцем вирізують або ж висвердлюють (рис. 12.34, б, в). Чистова обробка зовнішньої поверхні кільця виконується з кріпленням кільця на повороті тертя (рис. 12.35).

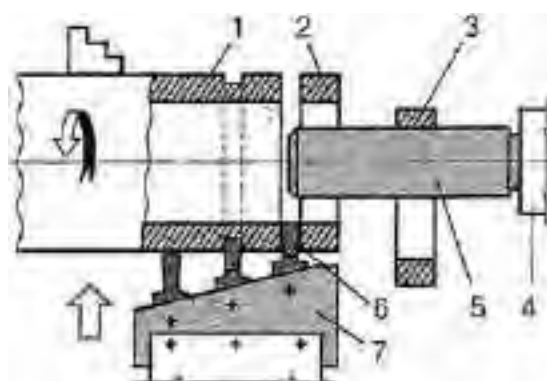


Рис. 12.33. СХЕМА ВІДРІЗАННЯ КІЛЕЦЬ З ТРУБЧАТОЇ ЗАГОТОВКИ:

1 — заготовка-труба; 2 — деталь — кільця; 3 — вирізальне кільце; 4 — піхоль задньої бабки; 5 — штанга задньої бабки; 6 — прорізний різць; 7 — державка

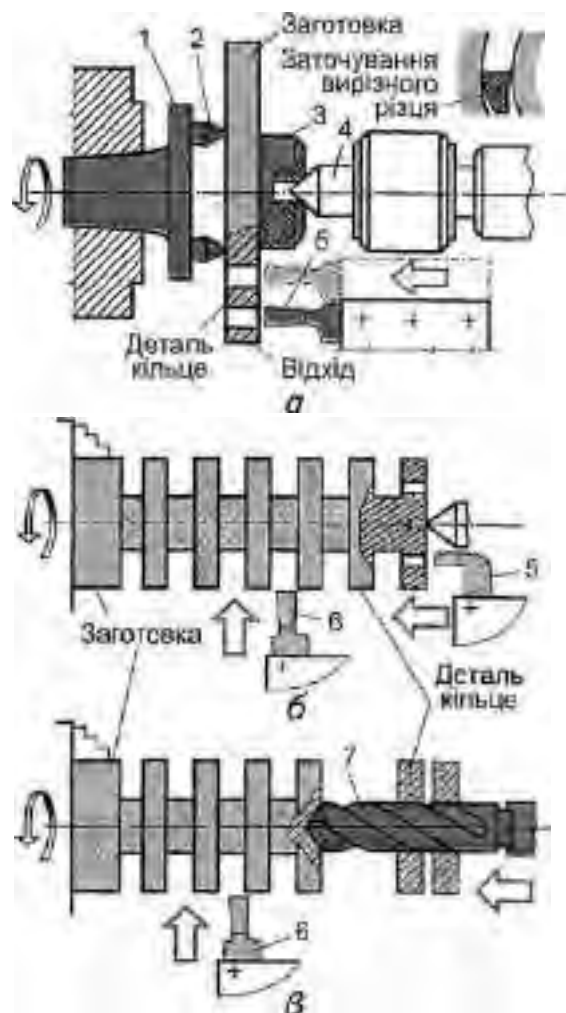


Рис. 12.34. СХЕМИ ВИГОТОВЛЕННЯ КІЛЕЦЬ.

а — вирізування з листового прокату; б — прорізування з круглого прокату; в — висвердлювання з круглого прокату; 1 — технологічна планшайба; 2 — загартований штифт; 3 — притискач тертя; 4 — центр задньої бабки; 5 — штифтний різць; 6 — прорізний різць; 7 — свердло

Для ліквідації жорсткості заготовки при чистовій обробці торця кілець застосовують розпірку-хрестовину, яку закріплюють усередині кільця до затискування кільця у патроні (рис. 12.36).

У масовому виробництві чистову обробку кілець виконують із закріпленням у касетних пристроях (рис. 12.37).

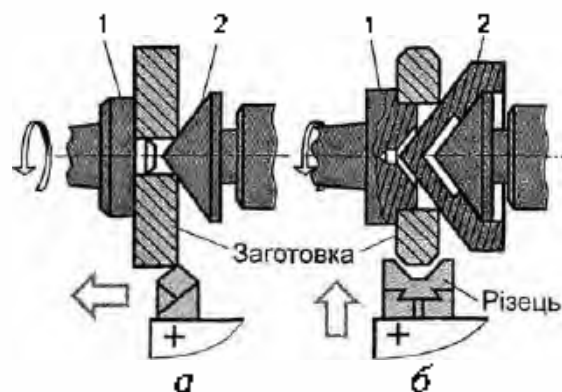


Рис. 12.35. ЗАКРІПЛЕННЯ КІЛЦЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИТІСКАЧІВ ТЕРТЯ

а — обточування, б — зняття фасок; 1 — центри опраки; 2 — гніздовий центр

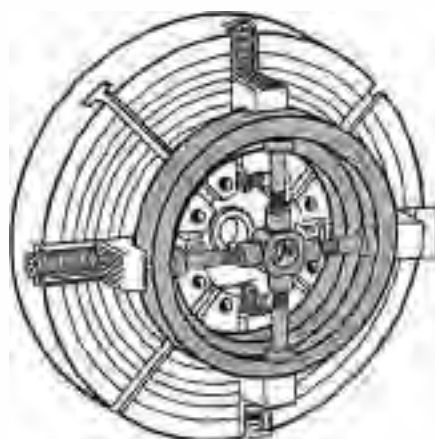


Рис. 12.36. РОЗПІРНА ХРЕСТОВИНА

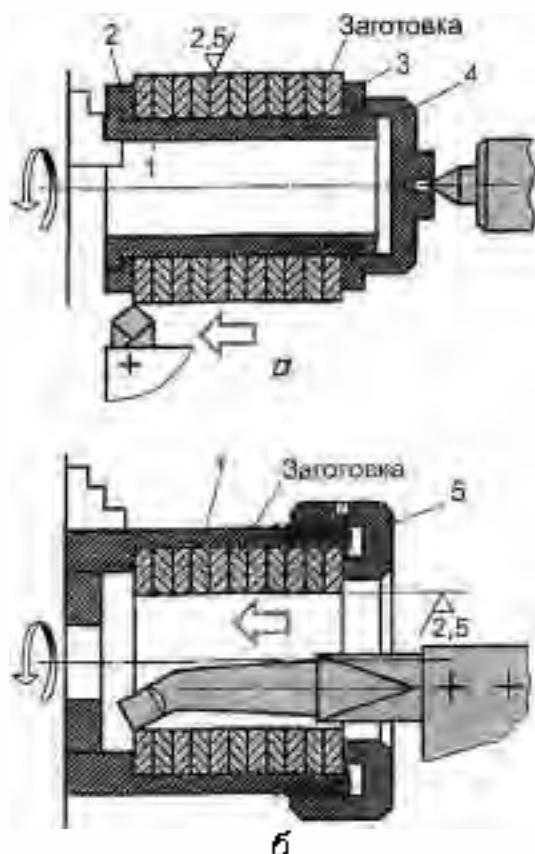


Рис. 12.37. ОБРОБКА КІЛЦЬ КОМПЛЕКСНО ІЗ ЗАКРІПЛЕННЯМ У КАСЕТНИХ ПРИСТРОЯХ.

а — зовнішнє обточування, б — розточування; 1 — касета; 2, 3 — шпindel; 4 — натискна кришка; 5 — натискна гайка

Контрольні запитання та завдання

1. Які бувають пристрої для закріплення несиметричних заготовок?
2. Як вивіряють положення заготовки за допомогою спеціальних пристроїв?
3. Назвіть універсально-складальні пристрої, які застосовуються на машинобудівних підприємствах.
4. Як застосовують рухомі й нерухомі лонети при обробці гладенького вала?
5. Які деталі називаються ексцентрисовими?
6. Розробіть схему технологічного процесу обробки ексцентричного вала з пневматичної заготовки в умовах серійного виробництва.

Глава 13

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ

§ 13.1. Види виробництва.

Виробничий та технологічний процеси

У машинобудуванні розрізняють три види виробництва: одиничне, серійне та масове.

При одиничному виробництві деталі виготовляють або як окремі зразки, або у невеликій кількості (наприклад, в експериментальних цехах, у важкому машинобудуванні, в інструментальних та ремонтних цехах); при серійному виробництві деталі випускають серіями (партиями), які періодично повторюються, наприклад, щомісячно (верстатобудування, пресобудування та інші галузі машинобудування), при масовому виробництві виготовляють деталі у великій кількості (десятки, а то й сотні тисяч одиниць) протягом тривалого часу (наприклад, кількох років). Масове виробництво характерне для автомобіле- та тракторобудування, виробництва сільгоспмашин, а також випуску, наприклад, підшипників тощо.

В одиничному виробництві застосовують універсальне технологічне обладнання, тут відсутня спеціальна оснастка. Причому для виконання замовлення потрібна висока кваліфікація робітників. У серійному ж виробництві поряд з універсальними верстатами використовують обладнання з програмним керуванням, а в окремих випадках спеціалізоване устаткування й спеціальну оснастку. Для масового виробництва характерне широке застосування спеціальних верстатів, напівавтоматів та автоматів, автоматичних ліній, спеціальних пристроїв та інструментів; допускається порівняно невисока кваліфікація обслуговуючого персоналу (операторів).

Виробничий процес — це сукупність усіх дій, спрямованих на перетворення вихідної сировини у готовий виріб. У виробничому процесі беруть участь усі робітники підприємства,

які працюють як в основних — обробних і складальних — цехах, так і в допоміжних цехах, відділеннях, службах.

Технологічний процес — це послідовність виконання різноманітних видів обробки, спрямованих на перетворення заготовки на готову деталь або на складання виробу (предмета виробництва). Технологічний процес є частиною виробничого процесу і в ньому беруть участь лише особи, які безпосередньо виконують роботи з виготовлення предмета виробництва.

§ 13.2. Елементи технологічного процесу

Завершена частина технологічного процесу, яку виконують на одному робочому місці, називається *операцією*. Після зняття готової деталі зі станка і закріплення нової заготовки розпочинається нова операція.

Частина технологічної операції, яку виконують, не змінюючи закріплення оброблюваної заготовки, називається *установом*.

Закінчена частина технологічної операції, для якої характерні постійність застосовуваного інструмента й оброблюваних поверхонь, називається *технологічним переходом*. Приклади технологічних переходів: підрізування торців, обточування поверхні зверху, розточування отвору, виточування ханавки тощо.

При великому припуску на обробку перехід поділяють на кілька робочих ходів (проходів). *Робочий хід* — це закінчена частина технологічного переходу, яка складається з одноразового переміщення інструмента відносно заготовки, що супроводжується зміною форми, розмірів або шорсткості поверхні заготовки, тобто перетворення її на готовий виріб (деталь).

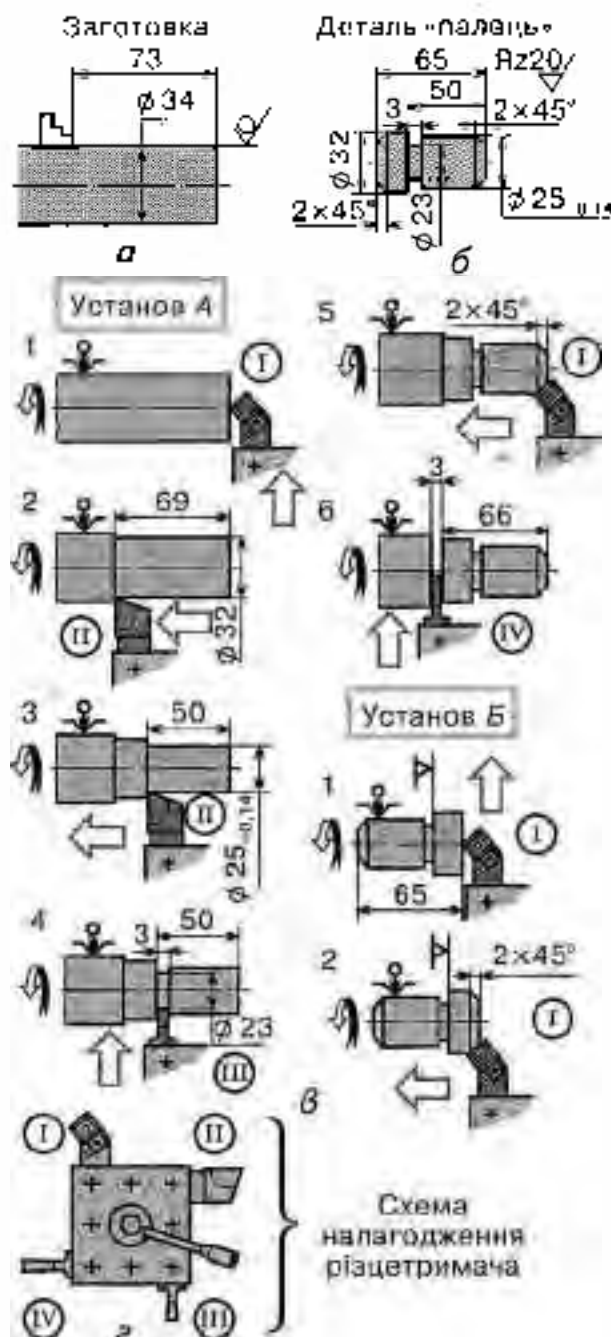


Рис. 13.1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ПАЛЕЦЬ» В УМОВАХ ОДИНИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА ОДНУ ОПЕРАЦІЮ.

а — заготовка, б — деталь «палець», в — схема технологічного процесу, г — схема налагодження різцетримача, I—б — переходи, I—IV — різці (I — прохідний відгнутий; II — прохідний уперний, III — канавковий; IV — шарпінг).

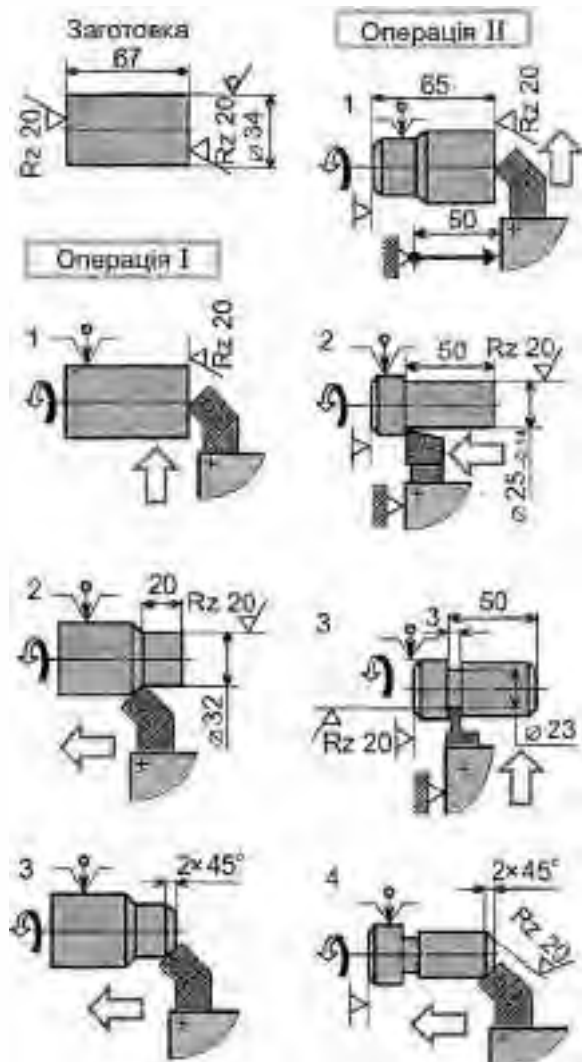


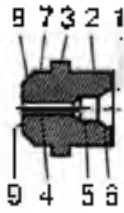
Рис. 13.2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ПАЛЕЦЬ» В УМОВАХ СЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА ДВІ ОПЕРАЦІЇ.

I—б — переходи

Для однічного виробництва характерна можна обробка заготовки за одну операцію, а за умов серійного й масового виробництва технологічний процес поділяють на кілька операцій, які виконуються послідовно на одному верстаті або на різних.

У виробничій технологічній документації технологічний процес часто зображують технологічними схемами. Пристрої для закріплення заготовки на цих схемах показують умовними символами згідно з державними стандартами.

Таблиця 7. Технологічний процес обробки деталі «ступка»

Ескиз деталей групи	Переходи									Комплексна деталь
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Підрізка торця	Підточування поверхні	Обточування поверхні	Свердління отвору	Свердління отвору	Розточування корпусу	Обточування циліндра	Обточування фаски	Нарізання	
	◆	◆		◆					◆	
	◆	◆	◆	◆			◆		◆	
	◆	◆	◆	◆					◆	
	◆	◆	◆	◆	◆	◆			◆	
	◆	◆	◆	◆		◆			◆	
	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	

Схему технологічного процесу обробки деталі «шпатель» за одну операцію в умовах одиничного виробництва подано на рис. 13.1. Заготовка — пруток (прокат) $\varnothing 34$ мм. П о с л і д о в н і с т ь о б р о б к и. У с т а н о в а А. Підрізати торець проходним відігнутим різцем 1; обточити зовнішню поверхню $\varnothing 32$ мм і $\varnothing 35$ мм проходним уторним різцем 3, виточити канавку за ширишки 3 мм прорізним різцем 3, зняти фаску $2 \times 45^\circ$ різцем 1; відрізати деталь відрізним різцем 4 у розмір 66 мм. У с т а н о в а Б. Підрізати торець у розмір 65 мм різцем 1; зняти фаску $2 \times 45^\circ$ різцем 1. Виліт прутка з патрона становить 73 мм і визначається з урахуванням ширини відрізного різця, відстані від відрізного різця до патрона й припусків на підрізання торців.

Різиці закріплюються у різцетримачі в послідовності їх викристання і вводяться в роботу поворотом різцетримача. Установлення різців у різцетримачі називається *налагодженням різцетримача* (рис. 13.1, г).

Ту саму деталь за умов серійного виробництва виготовляють із задалегідь нарізаних заготовок за дві операції (рис. 13.2). У різцетримачі налагоджують три різці. Застосовують поздовжні упори

§ 13.3. Типові технологічні процеси

Одні із шляхів підвищення продуктивності праці на машинобудівних підприємствах — це застосування типових технологічних процесів (метод групової обробки). Основною перевагою їх є істотне скорочення допоміжного часу при виконанні перспективних операцій за умов серійного, малосерійного та одиничного виробництва.

Технологічний процес розробляють не на окрему деталь, а на групу деталей із загальними конструктивними ознаками, які можуть бути виготовлені на одягатипному устаткуванні за допомогою одних і тих самих пристроїв і різальних інструментів. Добираючи деталі у групу, враховують їхню форму, розміри,

точність виготовлення й необхідний клас поверхневості поверхні.

На основі креслень групи деталей розробляють креслення так званої *комплексної деталі*, яка має всі поверхні, властиві деталям групи. Технологічний процес механічної обробки розробляють на цю комплексну деталь, і верстат налагоджують на обробку заготовки комплексної деталі. Таке налагодження називають *груповим*. При виготовленні конкретної деталі з групи потрібне лише невелике підналагодження верстата, яке полягає у зміні вильоту різни, заміни розвертки чи мітчика тощо.

Ескізи групи деталей типу втулок і ескіз комплексної деталі подано в табл. 7 (нумерація поверхонь комплексної деталі відповідає нумерації переходів).

Для закріплення заготовок, що обробляються за типовим технологічним процесом, застосовують групові пристрої, які забезпечують можливість обробки заготовки будь-якої деталі групи при мінімальних витратах часу на переналагодження, необхідну точність розмірів і високу продуктивність.

§ 13.4. Загальні відомості про бази

Установочна база — це поверхня, по якій заготовку закріплюють і орієнтують відносно станка з різального інструмента. При токарній обробці за установочні бази можуть вважати зовнішні (рис. 13.3, а), внутрішні (рис. 13.3, б) або торцеві поверхні, центрові отвори. Можливе

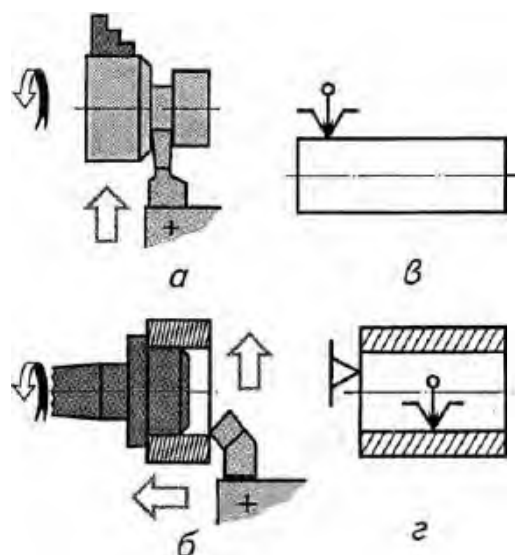


Рис. 13.3. СХЕМИ БАЗУВАННЯ ЗАГОТОВКИ ПО ПОВЕРХНЯХ

а — зовнішня; б — внутрішня. 1, 2 — умовні позначення

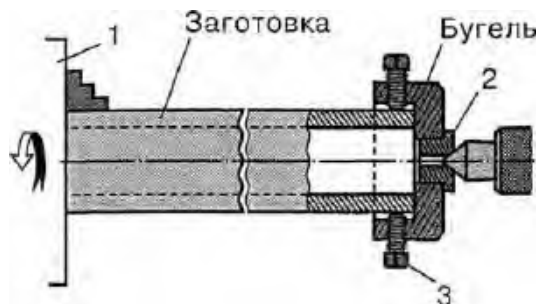


Рис. 13.4. ЗАСТОСУВАННЯ БУГЕЛЯ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ПОРОЖНИСТОЇ (ТРУБЧАТОЇ) ЗАГОТОВКИ:

1 — патрон; 2 — центрувальні втулки; 3 — гвинт

поєднання двох поверхонь як базових. Наприклад, при закріпленні заготовки у патроні з упором у кулачки базовими є зовнішня поверхня і торцьові заготовки (див. рис. 13.3, б), а при закріпленні вала у центрах і патроні зовнішня поверхня заготовки та фланець центрового отвору.

В окремих випадках (наприклад, якщо заготовка є труба) для базування використовують спеціальний насадний *бугель*, який закріплюють на заготовці (рис. 13.4).

У наведеному вище прикладі (див. рис. 13.1), де йдеться про обробку деталі «палець», заготовка прутки при установі А закріплюється за зовнішню поверхню, яка в цьому разі є установочною базою. При установі Б установочними базами будуть оброблена поверхня $\varnothing 25$ і торцьові.

База, яку використовують при першому установі, називається *чорною*. За чорнову установочну базу беруть ту поверхню, яка надана і не підлягає обробці або коли її розмір задано з найбільшим допуском. Наприклад, зовнішня поверхня заготовки $\varnothing 34$ на рис. 13.1, а є чорною базою.

Установочна база, яка утворилася внаслідок чорнової обробки й використовується для закріплення заготовки при подальшій обробці, називається *чистою*. Наприклад, на рис. 13.1, б оброблена поверхня $\varnothing 25$ (при установі Б) є чистою базою.

Установочна база вважається *основною*, якщо вона є поверхнею, важливою для роботи деталі у вузлі виробу. Наприклад, поверхня пальця $\varnothing 25$ буде спряжена з отвором у другій деталі, тому вона є чистою основною базою.

Поверхні, вибрані як установочні, але які не спряжені з поверхнею деталі, називаються *допоміжними базами* (наприклад, центрові отвори на торцях валів для встановлення шпindel у центрах).

Поверхні оброблюваної заготовки, від яких починається відлік розміру, називають *вимірювальними базами*. Так, для вимірювання деталі «палець» в 50 мм (див. рис. 13.1) вимірною базою є торць деталь.

Установочні та вимірювальні бази називають *технологічними*. Розрізняють також *складальні бази*, по яких деталь орієнтують у вузлі виробу. Наприклад, у зубчастому колесі складальною базою є центральний отвір, яким колесо насаджується на вал.

При виборі баз орієнтуються на важливе *правило єдиності баз*: одна й та сама поверхня, по можливості, має бути й складальною, й технологічною базою. Дотримання цього правила

забезпечує високу точність деталей і виробу в цілому.

В окремих випадках, коли неможливо повністю виконати вимогу правила, прагнуть забезпечити *співність установочної і контрольної баз*.

Виконання правила єдиності баз виключає можливість появи дефектів при подальшій обробці. Наприклад, деталь, яку зображено на рис. 13.5, можна було б на першій операції базувати по поверхні 1 ($\varnothing 120$), або 2 ($\varnothing 65$), оскільки заготовка-штамповка може мати деяке зміщення поверхонь 1, 2. Якщо за базу взяти поверхню 2, котра підлягає обробці ($\varnothing 55$ Н8 і шорсткість 6 го класу), то весь оброблюваний від цієї бази отвору $\varnothing 30$ може виявитися зміщеною від осі ступеня 1 ($\varnothing 120$), і виправити цей дефект неможливо, оскільки $\varnothing 120$ обробці не підлягає (припуск на обробку не передбачено). Якщо за базу взяти поверхню 1 ($\varnothing 120$), то можлива неспівність отвору $\varnothing 30$ Н8 і поверхні $\varnothing 55$ Н8 легко усувається, бо ця поверхня має припуск на обробку.

За чорнову базу слід обирати поверхню, на якій немає нерівностей, уступів та інших дефектів, що важливо для забезпечення надійності закріплення заготовки.

При виборі чистових баз необхідно дотримуватися *правила стабільності баз*: від однієї і тієї самої чистової бази слід обробляти якомога більшу кількість поверхонь.

§ 13.5. Використання складних поверхонь як установочних баз

На відміну від циліндричної і плоскої поверхонь, конічна, фасонна та накатана поверхні, а також поверхні з різьбою і ліпцями називаються *складними*. В окремих випадках складні поверхні можуть слугувати установочними базами.

Конічна поверхня як чистова база забезпечує центрування, швидкість і надійність закріплення заготовки. Для базування заготовок по такій поверхні використовують конусні оправки (рис. 13.6) (якщо на заготовці є оброблений внутрішній конус) або конічні втулки (якщо на заготовці є оброблений зовнішній конус). Під дією сил різання заготовка може закінчитися на конусній оправці чи в конусній втулці, тому для зняття її з пристрою заготовку знімають гайку. Можна закріпити заготовку за конічну поверхню у розточних сирих кулач-

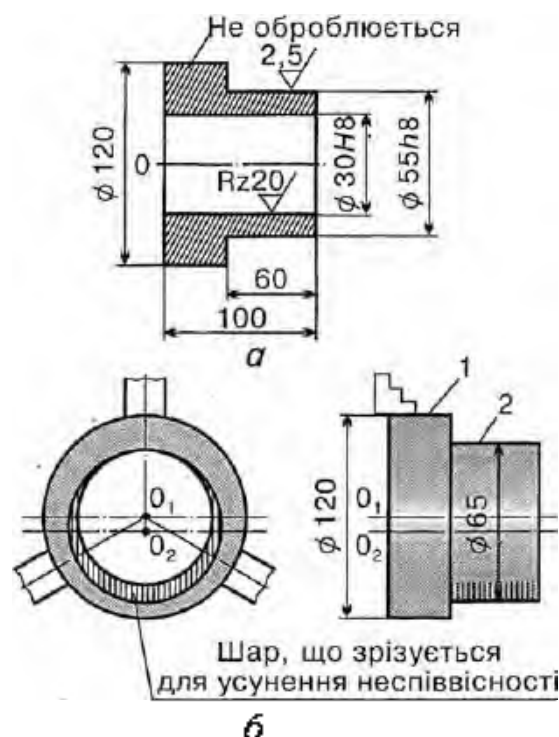


Рис. 13.5. ПРИКЛАД ВИБОРУ ЧОРНОВОЇ БАЗИ

а — зрізання деталі «ступінчаста втулка», б — схематичне зображення деталі за поверхню, яка потім не оброблюється. 1, 2 — поверхні



Рис. 13.6. Базування заготовки з конічним отвором на конусній оправці:

1 — оправка, 2 — різьбоне кільце

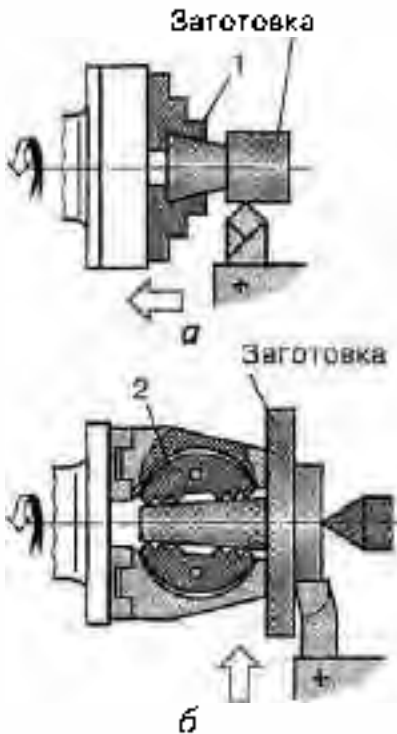


Рис. 13.7. Базування заготовки з конічною зовнішньою поверхнею:

а — у розточених «сприх» кулачках патрона; б — у двокулачковому патроні з «хитними» губками, 1 — розточений кулачок, 2 — «хитня» губка

ках патрона (рис. 13.7, а). Якщо конічна поверхня є чорловою базою, застосовують патрон із спеціальними хитними рифленими губками (рис. 13.7, б).

Для базування заготовки по фасонній поверхні використовують трикулачковий патрон з розточеними «сприх» кулачками (рис. 13.8, а) або двокулачковий патрон із спеціальними губками, які відтворюють профіль базової поверхні заготовки, що затискується (рис. 13.8, б).

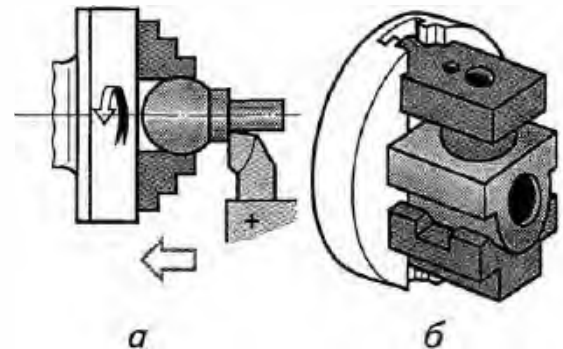


Рис. 13.8. Базування заготовки з фасонною зовнішньою поверхнею:

а — у двокулачковому патроні з спеціальними кулачками, б — у розточених «сприх» кулачках патрона



Рис. 13.9. Базування заготовки на різьбовій оправці:

а — по зовнішній різьбі, б — по внутрішній різьбі

Для базування заготовок по різьбовій поверхні слугують різьбові оправки, причому різьбу на цих оправках слід нарізувати безпосередньо на тому верстаті, на якому виконується обробка цієї ж заготовки: такий захід забезпечує необхідну співвісність різьбової поверхні заго-

товки з іншими її поверхнями. Для точного центрування при базуванні по різьбі на заготовці має бути циліндричний поясок або виточка, а на оправці — аналогічна контроповерхня (рис. 13.9).

Базування заготовки по попередньо протягнутому шліщовому отвору здійснюють на підійнятій оправці запресуванням оправки в отвір (рис. 13.10).

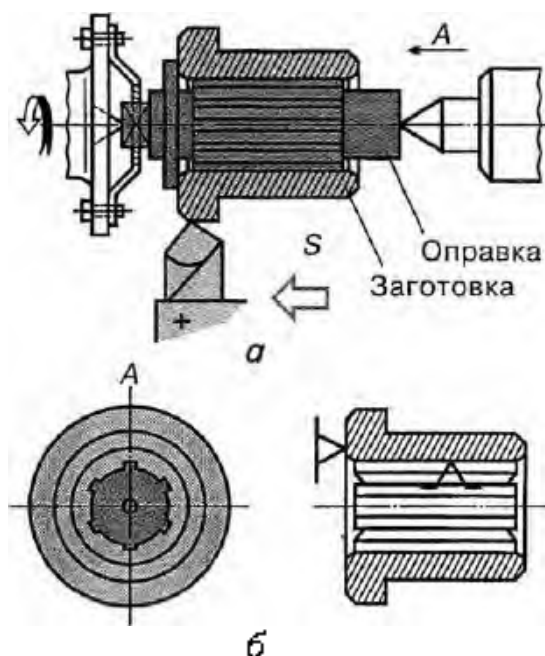


Рис. 13.10. Базування заготовки по шліщовому отвору (а) та умовне позначення (б)

Якщо за установочну базу використовують накатану поверхню, то заготовку затискують у кулачках патрона через розрізну втулку, щоб не пошкодити рифлення на накатаній поверхні.

§ 13.6. Правила побудови технологічного процесу

Технологічний процес є основою організації виробництва, оскільки від його змісту залежить кількість необхідного обладнання й робочої сили для виконання програми випуску деталей. Технологічний процес повинен забезпечувати найбільш економічне виготовлення деталей відповідно до креслень і технічних вимог.

Вихідні дані для побудови технологічного процесу:

1) *креслення деталі й технічні вимоги до її виготовлення*. На кресленні вказують форму та розміри поверхонь, матеріал заготовки, точність розмірів, точність взаємного розташування поверхонь (допустима неспіввідповідність, неперпендикулярність тощо), вимоги до шорсткості поверхонь;

2) *дані про заготовку*, з якої має бути виготовлена деталь (матеріал, спосіб виготовлення, термообробка);

3) *виробнича програма*, тобто кількість деталей, яку потрібно виготовити за одиницю часу (місяць, рік);

4) *характеристика верстата*, тобто дані про його технічні можливості (або паспорт верстата).

Правила побудови технологічного процесу для одиничного виробництва. Технологічний процес поділяють на кілька простих операцій. Для кожної з них передбачають виконання подовжніх розмірів за подовжнім упором або лімбом подовжньої подачі, а також поперечних розмірів — за поперечним упором або лімбом гвинта поперечних ползків супорта. На першій операції логують чистову базу, на останній — спочатку виконують переходи, при яких можна скористатися упорами й лімбами, а потім переходи, що залишилися.

Правила вибору способу обробки складної поверхні¹. Передусім дотримуються принципу забезпечення найвищої продуктивності обробки. Наприклад, короткі конуси доцільно обробляти при повернутих верхніх ползках супорта, а довгі положисті конусні поверхні — за допомогою конусної лінійки.

Для *фасонних поверхонь* вибір способу обробки (фасонним різцем, поєднанням двох подач, за допомогою копирного пристрою тощо) залежить також від розмірів і вимог до точності деталі, від величини партії деталей і можливостей технологічного обладнання.

Мітчиками й плашками найбільш ефективно нарізувати різьби з кроком до 2 мм. Крильові різьби з великим кроком, а також гвинти з трапецієподібною різьбою доцільно нарізувати на токарному верстаті твердосплавними різцями

¹ За розробкою Б. А. Обиначко.

Продуктивним і точним є спосіб накатування різьби.

Обробку конічної поверхні можна об'єднати з такими переходами, за яких інструмент закріплюють у задній бабі, а саме: у свердлінні, розгорінні тощо.

Конічну поверхню при повернутих вертних полозках супорта обробляють різцем, який переміщується не вздовж осі заготовки, а під кутом до неї, тому контролювати точність розмірів за упором і лімбом поперечних полозків неможливо. З цієї причини обробку конічної поверхні слід виділити у самостійну операцію, аби вона не заважала обробці циліндричних поверхонь за упором і лімбом.

Нарізування різьби різцем вимагає далаго лаження верстата на крок різьби (переключенням рукояток коробки подач, а в окремих випадках перестановкою шестерень гідари), переключення частоти обертання шпинделя; тому перекід нарізування різьби різцем доцільно не об'єднувати з іншими переходами, а виділити його у самостійну операцію.

Те саме стосується й обробки фасонних поверхонь за копіром, нарізування різьби «вихровим» способом, накатування рифлень та інших видів обробки. Виділення обробки складних поверхонь у самостійні операції забезпечує підвищення продуктивності праці й якості обробки.

§ 13.7. Документація технологічного процесу

Технологічний процес на виробництві оформляють спеціальними документами. До них належать:

маршрутна карта — документ, в якому описано всі операції технологічного процесу виготовлення виробу в технологічній послідовності із зазначенням відповідних даних про обладнання, оснастку, а також матеріальні, трудові та інші нормативи;

операційна карта — документ, в якому описано операції технологічного процесу виготовлення виробу з визначенням переходів, режимів роботи і розрахункових норм часу. Приклад операційної карти на другу операцію обробки деталі «палець» (див. рис. 13.1) наведено в дод. 2.

Карта ескіза і схем — документ, що містить графічну ілюстрацію технологічного процесу виготовлення виробу й окремих його елементів.

§ 13.8. Контроль якості продукції

До поняття якості виробу входять його екологічність і раціональність в експлуатації, кінцева продуктивність і безпека праці, стабільність показників точності, сучасний технічний рівень, дизайн, зручність у керуванні й обслуговуванні, надійність і довговічність.

На підприємствах технічний контроль якості продукції здійснюють відділи технічного контролю (ВТК). ВТК — це самостійний відділ підприємства, головним обов'язком якого є перевірка виробів, що випускаються на відповідність державним стандартам, технічним умовам, стандартам, кресленням, вимогам затвердженій документації технологічного процесу, а також періодична перевірка дотримання технології на всіх стадіях виробництва. Вся продукція, що випускається підприємством, може бути випущена споживачеві лише після прийняття її ВТК і оформлення відповідної документації.

Працівники ВТК не залежать від адміністрації цехів і відділів заводу, а підпорядковані лише начальникові ВТК.

До органів ВТК належать цехове бюро технічного контролю (ЦБТК), бюро технічного контролю (БТК), цеховий приймач, центральна вимірungskла лабораторія (ЦВЛ), БТК інструментального цеху, вимірungskла лабораторія (ВЛ) і контрольно-перевірні пункти (КПП) в цехах.

У механічному цеху підприємства з серійним і масовим виробництвом існують такі основні форми контролю якості продукції:

контроль, який здійснює сам робітник у процесі роботи (цей контроль є обов'язком робітника, оскільки за умов масового виробництва іншого шляху для забезпечення високої якості продукції немає);
вибірко́вий контроль, що здійснює виробничий майстер дільниці, яку він обслуговує;

операційний контроль, здійснюваний контролером ВТК. Цей контроль є головним засобом попередження браку в процесі обробки й забезпечення необхідної якості виконання кожної операції. Операційному контролю підлягають лише розміри й технічні вимоги до даної операції, які зазначено на операційному ескізі технологічної карти. Операційний

контроль здійснюють або безпосередньо на робочому місці, або на контрольному пункті (робочому місці контролера).

проміжний (міжопераційний) контроль, яким є контрольна операція, що виконує контролер на певній стадії незакінченого виробничого циклу виготовлення деталі;

остаточний контроль — обов'язкова завершальна операція для кожної деталі або складання вузла з метою виявлення можливого браку.

На продукцію, що пройшла проміжний і остаточний контроль, ставлять клеймо згідно з Порядком, установленим на підприємстві або ж указаним у технологічній операційній карті контролю.

Б р а к о м вважають продукцію, що не відповідає вимогам стандарту, кресленню, технічним умовам або технологічній документації. За можливістю подальшого використання брак

поділяють на *остаточний і такий, що можна виправити*. Остаточно забракованим є виріб, котрий не може бути використаний за призначенням внаслідок порушень вимог креслення та технічних вимог, оскільки не підлягає виправленню. Виріб з виправленим браком можна використати за призначенням за умови попереднього усунення недоліків, якщо таке виправлення економічно доцільне, тобто його вартість не перевищує вартості виготовлення нової деталі.

Виявлений у виробництві брак оформлюють у вигляді документа, який передають до бухгалтерії цеху для списування збитків від браку та утримання коштів за брак з винних згідно з чинними законами.

Контрольні запитання та завдання

1. Що таке технологічний процес і з яких елементів він складається?
2. Що таке операція, установка, технологічний перехід?
3. Назвіть основні дані для побудови технологічного процесу.
4. Які види документації технологічного процесу Вам відомі?
5. У чому полягає контроль якості продукції?
6. Назвіть види виробництва.

Глава 14

ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ ПРИ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ

§ 14.1. Продуктивність праці й технічне нормування

Під продуктивністю праці розуміють кількість продукції, виготовленої за одиницю часу. Підвищення продуктивності праці веде до скорочення робочого дня, зниження роздрібних цін на товари. Кожний робітник має прагнути підвищувати продуктивність праці на своєму робочому місці, виконувати норму виробітку. Норма виробітку — це кількість одиниць продукції (шт.), або обсяг робіт, які необхідно виконати за одиницю часу (за хвилину, годину, добу, зміну тощо). Норма виробітку залежить від технічної норми часу, тобто від кількості часу, необхідного для виконання одиниці заданої роботи (операції, туги, комплекта тощо).

Норма часу, або так званий штучно-калькуляційний час, складається з підготовчо-завершального та штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{п.з.}} + T_{\text{шт.}}$$

Підготовчо-завершальний час — це час, необхідний для ознайомлення із завданням, кресленнями, технологією, для ділової розмови з майстром, а також для виконання дії на завершення роботи (прибирання робочого місця, задача готової продукції).

До *штучного часу* входять основний, допоміжний час і час на обслуговування й вишчинок.

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}} + T_{\text{обсл.}}$$

Основний (машинний) час — це час, що його затрачають на зняття стружки. Основний час залежить від довжини оброблюваної поверхні, частоти обертання шпинделя верстата й прийманої подачі:

$$T_{\text{осн}} = L / ns,$$

Допоміжний час — це час, який затрачають на закріплення й зняття деталей, підведення та відведення інструмента, а також на контроль обробки.

Підвищення продуктивності праці досягається застосуванням раціональних режимів різання і змащувально-охолоджувальної рідини, швидкодіючих затискових пристроїв і пристроїв для ефективного виконання різноманітних операцій, пристроїв для швидкої замки інструментів, багатоінструментального налагодження, способів боротьби з вібраціями, надійного подрібнення стружки та ефективних методів праці.

§ 14.2. Високопродуктивні процеси токарної обробки металів

Силове точіння. *Силовим* називається точіння з великою подачею різця. У геометрії різця для силового точіння характерна наявність додаткової (зачисної) кромки з допоміжним кутом у плані $\phi = 0^\circ$ (рис. 14.1). Довжина цієї кромки має перевищувати подачу. Коли подача різця велика, додаткова кромка зрізає шорсткості, які залишає головна різальна кромка, й забезпечує шорсткість поверхні не нижче 7-го класу. Додаткову кромку ретельно доводять і встановлюють паралельно осі заготовки.

Силоне точіння застосовують для обдирної обробки заготовок на потужних токарних верстатах.

Ротажійне точіння. *Ротажійним* називається точіння обертливими різцями. Різальна кромка ротажійного різця становить коло. Різець установлено в корпусі (державці) вільно на підшипниках качення (рис. 14.2, а). Під дією сил тертя, що виникають у процесі різання в місцях контакту круглої різальної кромки різця із заго-

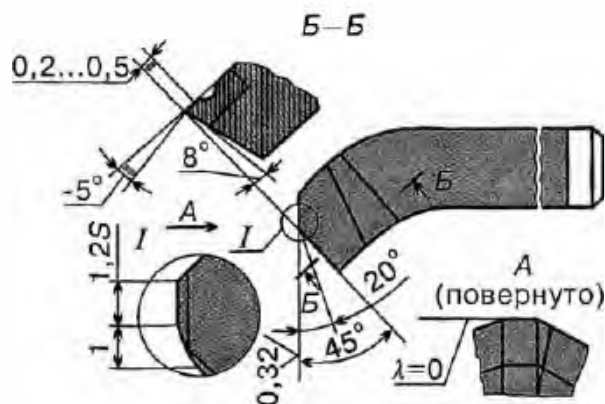


Рис. 14.1. РІЗЕЦЬ ДЛЯ СИЛОВОГО ТОЧІННЯ.

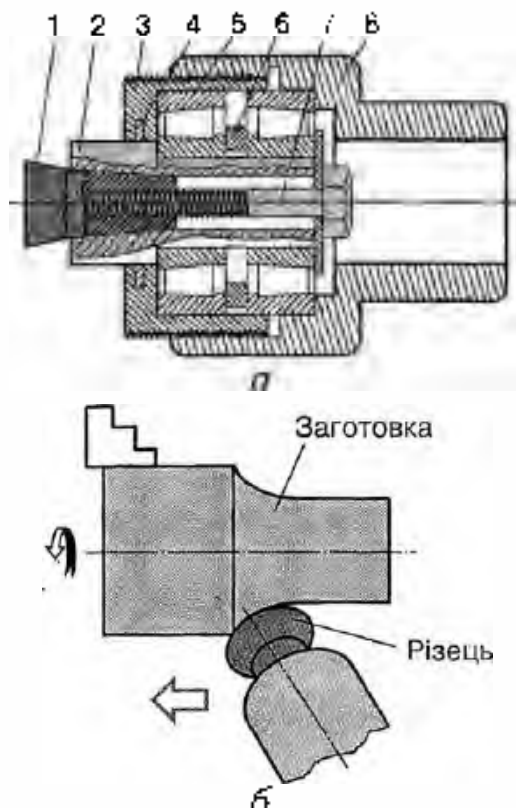


Рис. 14.2. РОТАЦІЙНЕ ТОЧІННЯ.

а — конструкція 1 — різальна частинка; 2 — оправка; 3 — стакан; 4 — сальник; 5 — роликопідшипник; 6 — кіліце; 7 — болт; 8 — корпус; б — схема роботи

точкою, різець затягується в обертання, завдяки чому безперервно змінюється місце контакту. Це забезпечує інтенсивне відведення тепла із

зони різання, зменшує тертя між затотоховою й робочими поверхнями різця, що значно підвищує його стійкість. Схему встановлення ротаційного різця для зовнішнього точіння подано на рис. 14.2, б.

Ротарійне точіння застосовують при чистовій і напівчистовій обробці важкооброблюваних металів (жаростійких і нержавіючих сталей, титанових сплавів та ін.), при підвищених вимогах до стійкості різального інструмента.

Осцилююче точіння. Для чорнкової обробки заготовок із в'язкої сталі різно водночас із подвечю передається додатковий осцилюючий колкований рух у напрямі цієї подачі, тому стружка утворюється у вигляді окремих елементів, тобто надійно ламається. Це так зване осцилююче точіння.

Щоб забезпечити осцилююче точіння, на каретку супорта встановлюють малопотужний електроциліндр з ексцентричним кулачком на валу. Під дією відцентрової сили обертання нерівноваженого кулачка линкається коливання підпружинення нерухомих полозків супорта. Амплітуда осцилюючого руху різця 0,2...0,8 мм визначається розміром кулачка.

Осцилююче точіння забезпечує надійне подрібнення стружки при обробці за будь-яких режимів різання. Вишліфовування уступів чи канавок на передній грані різця у цьому разі не потрібне, що сприяє підвищенню міцності різальної кромки й раціональнішому використанню пластин твердого сплаву.

Стійкість різців при осцилюючому точінні підвищується майже на 40 %, а споживана сумарна потужність порівняно зі звичайним точінням різцями, що мають стружколамальні пристрої, знижується на 40 %.

Попереднє «розлинювання» поверхневої «кірки». Невеликим розроблено ефективний метод різання з попереднім руйнуванням поверхневого шару ктиневидних роликів, який рухається перед різцем. При цьому в матеріал вникають напруження, які спричиняють інтенсивне утворення мікротріщин, що й поліпшує процес різання. Ролики виготовляють із швидкорізальної сталі, твердого сплаву або з металокераміки. Цей метод особливо ефективний при обробці валів з вібратного легированого чавуну (наприклад, прокатних вальків).

§ 14.3. Гідрокопіювальний супорт

До верстата 16К20 на окреме замовлення поставляють гідрокопіювальний супорт ГС.П-42, котрий дає змогу обточувати скінчасті шалки й виконувати різноманітні копіювальні роботи із закріпленням заготовки в центрах або в пат

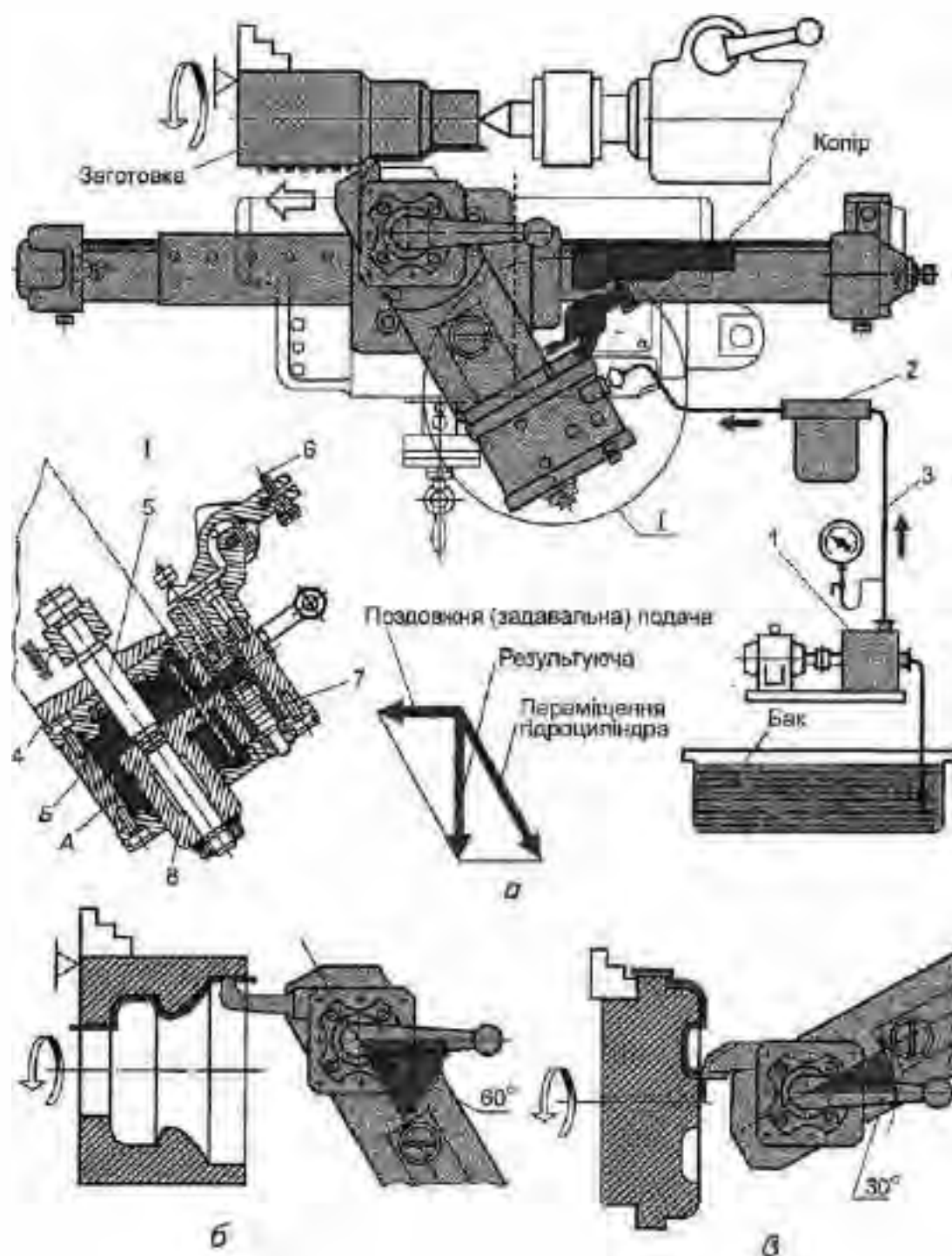


Рис. 14.3. ГІДРАВЛІЧНИЙ КОПІЮВАЛЬНИЙ СУПОРТ ТСП-42

а — схема наладження для довільного точіння, б — 2 — фільтр, 3 — капілярний трубопровід, 4 — супорт, 5 —
для розточування, в — для твердого точіння, 1 — насос, 6 — шток, 6 — шток, 7 — 30.10ТН/к, 7 — поршень

роні. Застосування гідросупорта забезпечує підвищення продуктивності праці на 25...40 %.

Гідрокопіювальний супорт (рис. 14.3) встановлюють на поперечних полозках супорта верстата, знявши з нього поворотну плиту й верхні полозки. Для поздовжнього точіння середню частину копіювального супорта розміщують під кутом 60° до напрямку подачі (рис. 14.3, б), а для торцевого точіння — під кутом 30° (рис. 14.3, в).

Від масла / через фільтр масло подається в меншу порожнину А гідроциліндра. Порожнина Б циліндра з'єднана зі слідуючим пристроєм. Порожнини циліндра сполучаються через отвір у поршні 8. Шток 5 циліндра жорстко закріплено у кронштейні поворотної частини супорта, тобто поршень нерухомий, а циліндр може переміщуватися. Гідроциліндр прикручено до копіювального супорта 4.

Слідкуючий пристрій становить золотник 2, корпус якого розміщено у блоці з циліндром, а сам золотник за допомогою пружини притиснується через важіль зі шупом 6 до копівця. Між золотником і виточкою у корпусі слідуючого пристрою утворюється концевий прохідний переріз.

Якщо золотник висує вперед (на схемі — вгору), то вихід масла з великої порожнини циліндра перекривається. Завдяки тому, що порожнини циліндра сполучені отвором, у них устатковлюється однаковий тиск. Площа поршня в порожнині А приблизно однак більша за площу поршня в порожнині Б, тому зусилля, що діє на циліндр, направлене до оброблюваної заготовки (на схемі вгору), і супорт рухається вперед до заготовки.

При натискуванні на золотник між ним і його корпусом утворюється канал, достатній для пропускання масла з порожнини Б у бак. Тоді завдяки опору у поршню опору відкриє тиск у порожнині А значно перевищить тиск у порожнині Б, внаслідок чого рівнодійне зусилля на циліндр буде направлене від оброблюваної заготовки, й супорт відходить назад.

Коли між золотником і слідуючим пристроєм утворюється малий канал, то масло, що виходить з порожнини Б, знає опору, й тиск у порожнині Б стає вдвоє меншим, ніж у порожнині А. Зусилля, що діють на циліндр, зрівноважуються, і копіювальний супорт залишається нерухомим (обробляється циліндрична поверхня).

У місцях переходу від циліндричної поверхні до прямокутного торця шуп відхиляється і, натиснувшись на золотник, збільшує канал у слідуючому пристрої, внаслідок чого копіювальний супорт починає відходити від заготовки. Оскарки каретки продовжують рухатися з постійною швидкістю до передньої бабки, то в результаті додавання цих двох рухів на заготовці утворюється прямий кут.

При копіюванні інших профілів завдяки аналогічному подаванню рухів на заготовці відтворюється форма копія.

Гідросупорт дає змогу поєднувати роботу за копіром з проточуванням каналів, зняттям фасок, відрізуванням і нарізуванням різьби. Некопіювальні операції виконують, вимкнувши гідронасос.

§ 14.4. Пневматичний привод затискних пристроїв

У серійному та масовому виробництві широко застосовують пневматичні приводи затискних пристроїв, які дають змогу швидко закріпити, а також звільнити заготовку без значних фізичних зусиль.

Схему пневматичного приводу токарного патрона показано на рис. 14.4. Стиснене повітря від цехової магістралі під тиском 40...60 МПа потрапляє у вологовіддільник з фільтром, проходить через регулятор тиску з манометром і маєлорозподільвач. Далі через розподільний кран 1 стиснене повітря по шлангах спрямовується у приймальну муфту 2, звідки надходить у ліву порожнину робочого циліндра 3. Я тисне на поршень 4, спричиняючи осьове переміщення тяги 5. Тяга діє на двоплечий важіль, який змушує переміщуватися затискні кулачки 7 на радіальних пазах корпусу 8 патрона, і таким чином закріплює заготовку. Для звільнення закріпленої заготовки повертають рукоятку крана керування й стиснене повітря надходить у ліву порожнину робочого циліндра. Переміщуючись у зворотному напрямі, поршень через тягу 5 і двоплечий важіль 6 розсуває кулачки 7 і тим самим звільняє заготовку. Час на установлення заготовки й зняття деталі при закріпленні у пневматичному патроні скорочується вдвіє порівняно із закріпленням у самоцентрувальному патроні й становить 0,1...0,25 хв. Для механічного підведення або відведення заднього центра (або інструмента, закріпленого в лінолі) задню бабку оснащують пневматичним приводом лінолі (пневмопінолію) (рис. 14.5). Корпус 3 пневмопінолі з краном керування 4 кріпиться до корпусу задньої бабки 7. Шток 5 має поршень 2 і з'єднується з гвинтом 1 задньої бабки. Довгий кінець гвинта проходить через шток 5. На його кінці закріплюється маховичок 6 пінолі.

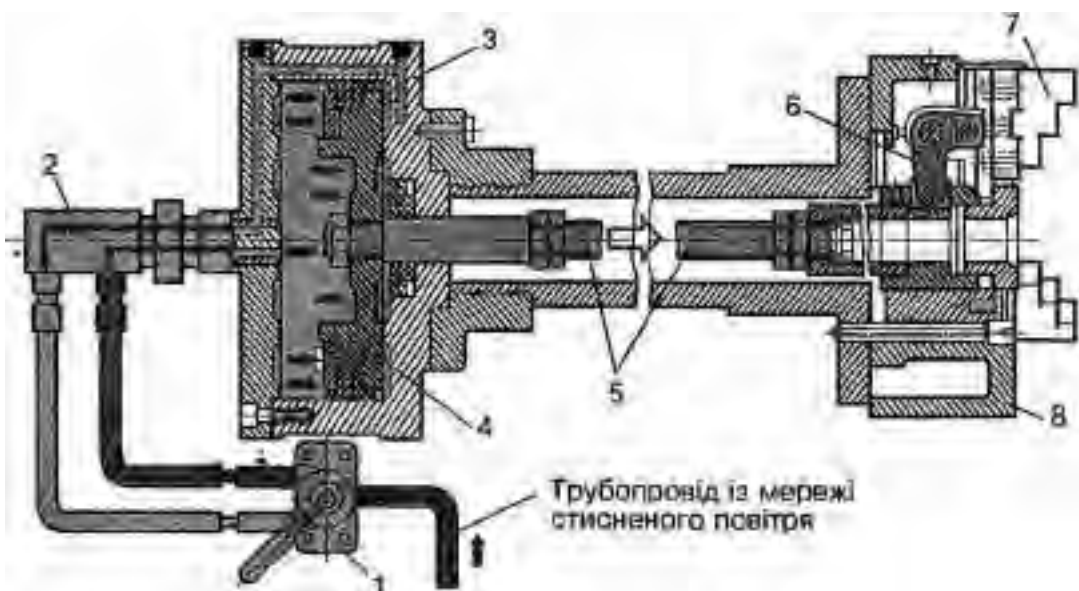


Рис. 14.4. ПНЕВМАТИЧНИЙ ТОКАРНИЙ ПАТРОН
1 — розподільний кран; 2 — муфта; 3 — робочий циліндр;
4 — поршень; 5 — гвізт; 6 — клиновидний штифт; 7 — затискний кулачок; 8 — корпус патрона

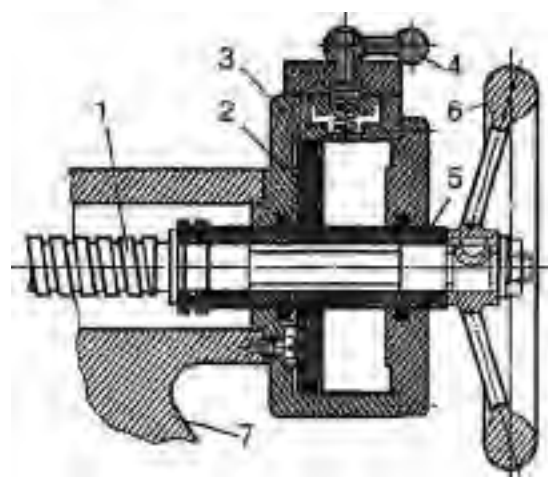


Рис. 14.5. ПНЕВМОПРИВІД ПІНОЛІ ЗАДНЬОЇ БАБКИ
1 — гвинт пінолі; 2 — поршень; 3 — корпус пневмоциліндр;
4 — кран керування; 5 — шток; 6 — клинчик; 7 — задня бабка

§ 14.5. Багатопозиційний барабанний упор

Деталі зі складчастими поверхнями можна обробляти за допомогою багатопозиційного упору

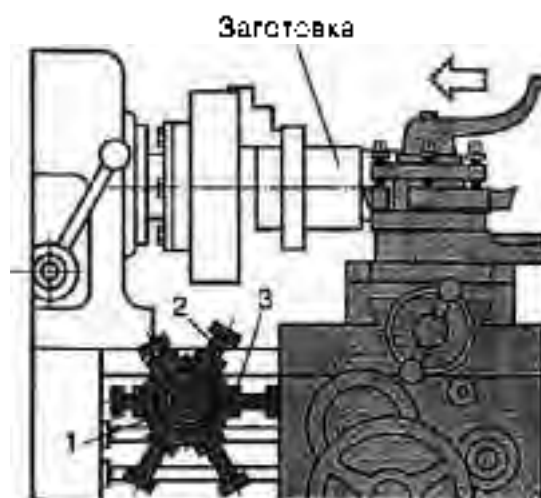


Рис. 14.6. БАГАТОПОЗИЦІЙНИЙ УПОР.
1 — барабан; 2 — клин упору; 3 — контргвинт

з регульованими упорними гвинтами (рис 14.6). Цей пристрій забезпечує високу точність та ідентичність розмірів східців при виготовленні деталей партіями. Барабанний упор закріплюється на передній станині, як і звичайний упор, що поставляється у комплект до верстата. У корпус упору 5 запресована цапфа 2, на яку насаджено барабан 3 з шістьма нарізними отворами під упорні гвинти 1 на зовнішній поверхні і шістьма гніздами під фіксатор на горщі. Підпружинений фіксатор розташований в отворі корпусу.

§ 14.6. Комбіновані різці

У серійному виробництві часто застосовують багатокромкові (комбіновані) різці. Одним таким різцем можна виконати кілька переходів. Прикладом багатокромкового різця може бути різець для розточування отвору й зрізування внутрішньої фаски (рис. 14.7). Різцем, зображеним на рис. 14.8, обточують зовнішню поверхню й виточують канавку. Комбінований різець «молоточок» (рис. 14.9) застосовують для підрізування торця, розточування отвору, зняття фаски й нарізування внутрішньої різьби в гайці. Застосування багатокромкових різців здійснюють за шаблоном. Багатокромкові різці застосовують при обробці заготовок з легкооброблюваних матеріалів: м'якої сталі, сірого чавуну, легких сплавів.

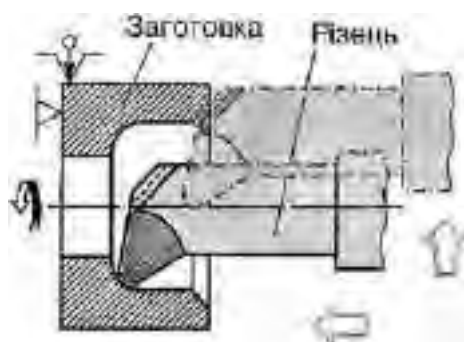


Рис. 14.7. БАГАТОКРОМКОВИЙ РІЗЕЦЬ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРУ ТА ЗРІЗУВАННЯ ФАСКИ

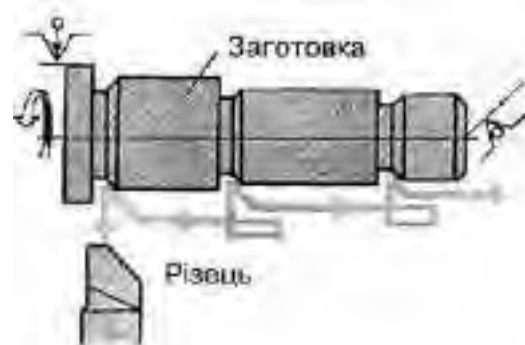


Рис. 14.8. БАГАТОКРОМКОВИЙ РІЗЕЦЬ ДЛЯ ОБТОЧУВАННЯ ЗОВНІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ТА ПРОТОЧУВАННЯ КАНАВКИ

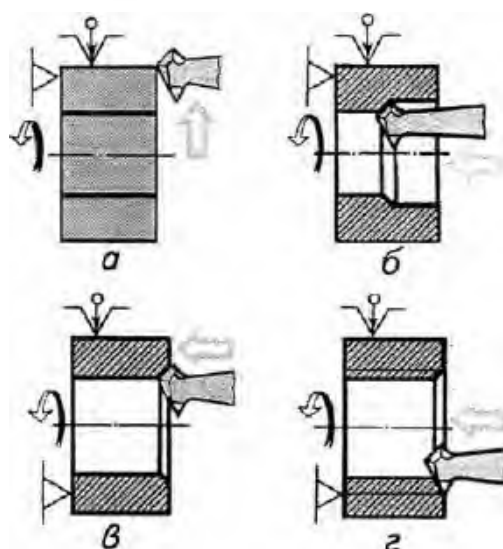


Рис. 14.9. БАГАТОКРОМКОВИЙ РІЗЕЦЬ «МОЛОТОЧОК»

а — підрізування торця, б — розточування, в — зрізування фаски; з — нарізування внутрішньої різьби

§ 14.7. Багатоінструментальне налагодження

Для підвищення продуктивності праці при серійному виготовленні деталей змінюють багаторізнцеве налагодження з встановленим різцем «у фронт», тобто в бік заготовки, що не лише виключає необхідність поворотів різцетримача, а й забезпечує високу точність обробки без пробних проходів. На рис. 14.10 зображе-

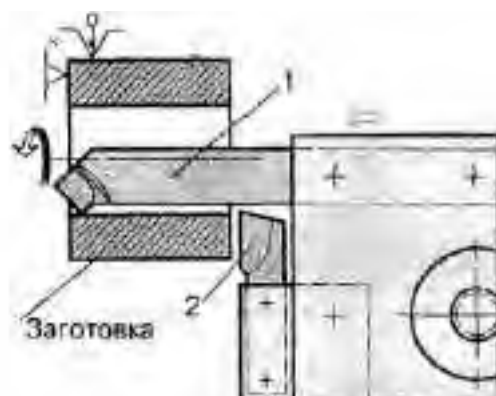


Рис. 14.10. НАЛАГОДЖЕННЯ РОЗТОЧУВАЛЬНОГО (1) ТА ПІДРІЗНОГО (2) РІЗЦІВ

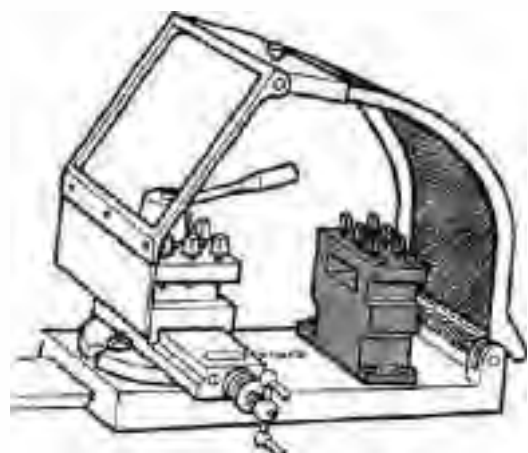


Рис. 14.14. ЗАДНІЙ РІЗЦЕТРИМАЧ



Рис. 14.15. БАГАТОРІЗЦЕВЕ НАЛАГОДЖЕННЯ ІЗ ЗАДНІМ РІЗЦЕТРИМАЧЕМ:

1—5 — різці

помогою яких можна виконувати одночасно подовжне обточування різцями, розташованими спереду і ззаду, карізування різьби з використанням зворотного ходу супорта, виточування каналок, знімання фаски тощо. Особливо ефективно використання заднього різцетримача у комбінації з багаторізовим налагодженням. На рис. 14.15 зображено схему багаторізового налагодження на обробку вала, закріпленого в центрі, із застосуванням заднього різцетримача. Різцішки переднього різцетримача виконують зовнішнє обточування, а потім різцями заднього проточують каналки й знімають фаски при заперечній подачі.

§ 14.8. Пристрої для швидкої заміни інструментів

У звичайному чотирьохпозиційному різцетримачі кількість закріплених різців не перевищує чотирьох. Токар-новатор М. М. Лапшин (м. Ініпротрошськ) запропонував замінити звичайний різцетримач восьмипозиційною поворотною (револьверною) головкою (рис. 14.16) з вертикальною віссю обертання. У такій головці можна закріплювати як різці, так і стержневі інструменти (свердла, зенкери, розвертки).

Задню бабку верстата також можна оснастити револьверною інструментальною головкою.



Рис. 14.16. РЕВОЛЬВЕРНИЙ РІЗЦЕТРИМАЧ ДЛЯ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА

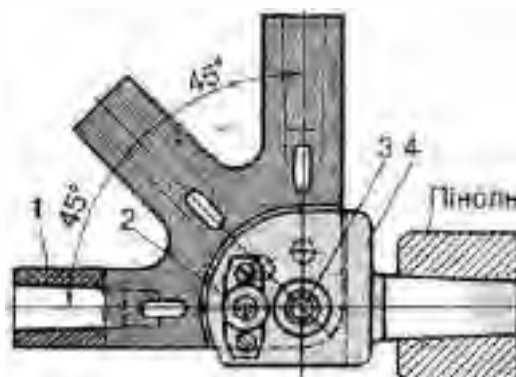


Рис. 14.17. РЕВОЛЬВЕРНА ТРИПОЗИЦІЙНА ГОЛОВКА ДО ЗАДНЬОЇ БАБКИ.

1 — долоротний інструментотримач; 2 — фіксатор; 3 — тіло, 4 — корпус з клапачком

для закріплення й швидкої заміни стержневих інструментів. Одну з конструкцій такої головки показано на рис. 14.17.

Для прискорення заміни стержневих інструментів використовують швидкозмінний патрон (рис. 14.18). Необхідні інструменти вставляють конічними хвостовиками у змінні втулки 3. На зовнішній циліндричній поверхні втулки є заглиблення. Втулку вставляють у циліндричну ригельку корпуса 4 патрона. Кульки 2 в отворах корпуса під дією скося затискного кільця 1 заходять у заглиблення втулки 3, зв'язуючи її, а отже, й інструмент з патроном. Для заміни інструмента достатньо зсунути кільце, і втулка з інструментом вільно виходить з корпуса патрона. На заміну інструмента витрачають до 10 с.

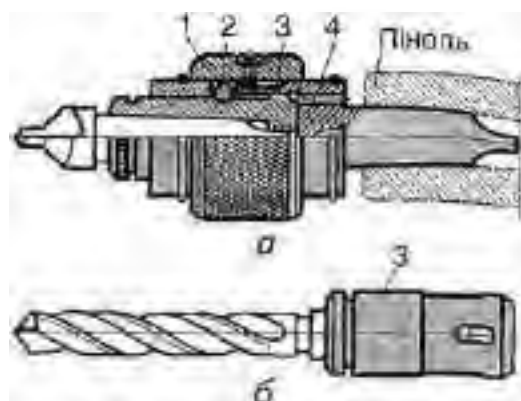


Рис. 14.18. ШВИДКОЗМІННИЙ ПАТРОН:
а – патрон у зборі (1 – обійма; 2 – кульки, 3 – перемісна втулка, 4 – корпус з хвостовиком), б – перемісна втулка

Контрольні запитання та завдання

1. Назвіть основні засоби підвищення продуктивності праці.
2. Які є способи багаторізевого налагодження токарного верстата?
3. Назвіть приклади заміни різальних інструментів.
4. Чим відрізняється силосне точіння від ротаційного?
5. Назвіть основні елементи пневматичного приводу токарного патрона.

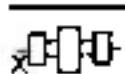
ДОДАТКИ

Додаток 1

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ НА КІНЕМАТИЧНИХ СХЕМАХ ВЕРСТАТІВ

Вал, вісь

Блок зубчастих коліс

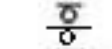


Підшипники:

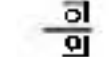
кочений



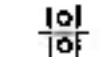
радіальні



радіально-упорні

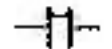


упорні

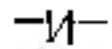


З'єднання валів:

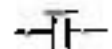
глухе



еластичне



зубчаста муфта

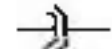


Муфти:

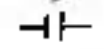
кулачкова



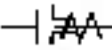
всунута



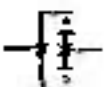
дискова



запобіжна



обв'язка



З'єднання з валом:

пільне при обертанні



рухоме без обертання



глухе

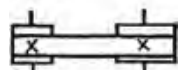


Передачі:

плоским шлісом



клиновий ланцюг



зубчасті шпінтарні



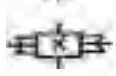
зубчасті конічні



черв'ячна



гвинтова



гвинтова з перемичною гайкою



гвинтова з різнімною гайкою



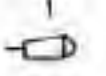
рейкова



Гальмо стрічкове



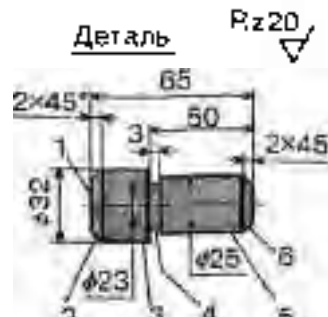
Клієнт, оператор

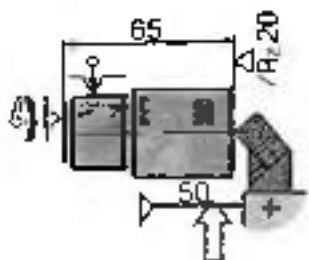


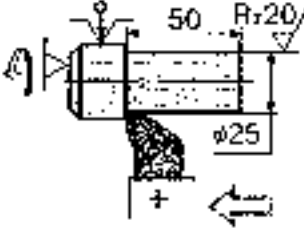
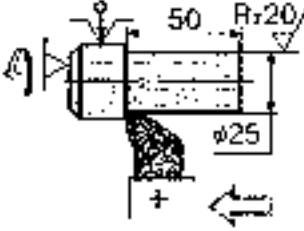
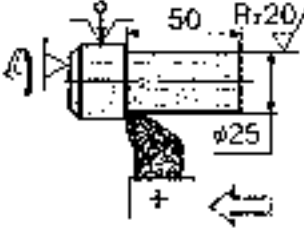
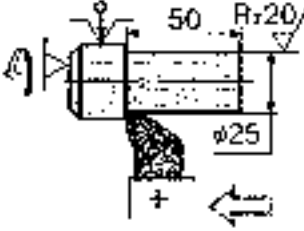
Електропривод



ОПЕРАЦІЙНА КАРТА ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ «ПАТЕЦЬ»

Назва виробу, цеху	Операційна карта токарної обробки	Аркуші			«Патець»		Найменування деталі		
		1/2	1/2	1/2	АБВГ 214141.015		Технологічний шифр		
Деталь Rz20 	Заготовка Rz20 	Найменування операцій						номер операції	
		Токарна						11	
		Кількість деталей у партії						100	
		Матеріал		сталь		Марка – сталь 30		(600 МПа)	
		Верстат		16К20		Професія робітника		Розряд	
Технологічні можливості верстата:		Токар						3	
2.1. Різдтримач фіксується точно									
2.2. Є одиницихвильний подоланий узор									
2.3. До патрона є кулачки									

Установи	Переходи	Зміст установок та переходів	Схеми переходів	Пристрої	Інструмент		Режими різання			
					розтинний	вимірний	Співбінна різання, мм	Мощність, кВт/об	Швидкість різання, м/хв	Частота обертання шпинделя, об/хв
A	—	Встановити заготовку в патрон з розточеними кулачками за поверхню з діаметром 52 мм		Трикулачковий самоцентрувальний патрон із сирими кулачками, подовжній упор, мірна плітка $l = 50$ мм						

1	Підрізати торцьову поверхню (1) у розмір 65 мм начисто		Трикулатковий самоцентруючий патрон із сирими кулачками, упор	Упорний різець T15K6	Те саме	3,5	0,3	120	305
2	Точити поверхню (2) Ø 25 на довжину 50 мм начисто		Трикулатковий самоцентруючий патрон із сирими кулачками	Прохідний різець T15K6	"	2	—	120	305
3	Точити фаску (3) 2 x 45° начисто		Трикулатковий самоцентруючий патрон із сирими кулачками	Каналковий різець T15K6	Шаблик на канавку	3	0,1	120	305
4	Виточити канавку (4) завширшки 3 мм, завглибшки 1 мм начисто		Трикулатковий самоцентруючий патрон із сирими кулачками, упор	Каналковий різець T15K6	Шаблик на канавку	3	0,1	120	305

Примітка: 1 — 6 - поверхні деталі та їхні переходи.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Берков В.Н. Техническое измерение. М.: Высш. шк., 1977. 289 с.
2. Елмберг В.А., Зазерский Е.И. Справочник станочника. Л.: Машиностроение, 1981. 406 с.
3. Денежный Н.М., Стыский Г.М., Тхор Н.К. Токарное дело. М.: Высш. шк., 1976. 240 с.
4. Зайцев В.Г. Справочник молодого станочника. М.: Высш. шк., 1979. 332 с.
5. Захаров В.А., Чистолетов А.С. Станочник. М.: Машиностроение, 1989. 272 с.
6. Лернер П.С., Лукьянов П.М. Станочное и фрезерное дело. М.: Просвещение, 1986. 223 с.
7. Степачин В.А. Руководство для обучения станочников по обработке металлов. М.: Высш. шк., 1977. 255 с.
8. Скритладзе А.Г., Новиков В.Ю. Станочник широкого профиля. М.: Высш. шк., 1989. 464 с.
9. Напоя А.О., Анисим В.В., Гойн Н.Г. Обработка металлов резанием. М.: Машиностроение, 1988. 736 с.
10. Фещенко В.М., Махмудов Р.Х. Токарная обработка. М.: Высш. шк., 1990. 303 с.
11. Чумак М.Г. Материалы по технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 1985. 256 с.