

Лекція 2.2

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ОБРОБКИ ТИПОВИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Тема 2.1 Обробка зовнішньої циліндричної поверхні

1) Технологічне оснащення токарних верстатів.

1.1 Пристрої та способи установки заготовок.

1.2 Типи токарних різців.

2) Основні схеми обробки зовнішньої циліндричної поверхні

2.1 Види обробки.

2.2 Чорнова обробка.

2.3 Чистова обробка.

2.4 Багаторізева обробка.

2.5 Обробка копіюванням.

1. 1 Пристрої та способи установки заготовок

Процес механічної обробки матеріалів різанням є найрозповсюдженішим в машинобудуванні. Серед способів обробки зі зняттям матеріалу, токарна обробка займає найбільш широке місце. В процесі такої обробки відбувається обробка гладких поверхонь обертання (циліндричних, конічних, торцевих і криволінійно-фасонних як внутрішніх, так і зовнішніх), а також різьб на заготовках ротаційних деталей (валів, втулок, дисків тощо). Спосіб установки і закріплення заготовок на верстаті вибирають в залежності від розмірів, конфігурації, жорсткості і необхідної точності обробки (табл. 1):

- **в патроні** – для коротких заготовок круглої форми при довжині виступаючої частини з кулачків не більше 2-3 діаметрів;

- **в патроні і задньому центрі** – для заготовок при довжині виступаючої частини з кулачків патрона більше 3 діаметрів; установка забезпечує підвищену жорсткість кріплення і застосовується переважно для чорнової обробки валів;

- **в патроні, задньому центрі і люнеті**;

- **в центрах** – для деталей типу валів, при необхідності витримати сувору співвісність оброблюваних поверхонь, установка має недостатню твердість, тому її застосовують в основному при чистовому обточуванні деталей.

- **на оправці** – для деталей, що мають оброблений базовий отвір; установка дозволяє отримати високу точність взаємного розташування зовнішніх поверхонь по відношенню до внутрішніх;

- **на планшайбі**;

- **на косинці**.

Планшайби і косинці призначені для установки на токарному верстаті деталей типу важелів, корпусів, у яких необхідно витримати сувору паралельність, перпендикулярність і кутове розташування осі оброблюваних поверхонь основи або торця.

Таблиця 1 – Схеми установки заготовок і токарні пристрої

Заготовка	Пристрій або комплект пристроїв, у дужках - позиція (рис. 1)
Коротка ротаційна $l < (4 \dots 6)d$	Трьохкулачковий самоцентруючий патрон (а)
Коротка неротаційна	Чотирикулачковий несамоцентруючий патрон (б)
Те ж	Планшайба (в)
Коротка ротаційна з осьовим отвором	Різні види консольних оправок (г)
Довга ротаційна з осьовим отвором	Центрова оправка (д); задній центр обертовий (е) або жорсткий (с); повідкова планшайба, передній центр (з) і хомутик (и)
Довга ротаційна $4 \leq l/d \leq 12$	Центр передній жорсткий або плаваючий, центр задній обертовий, повідкова планшайба і хомутик (ж)
Те ж, нежорстка $l \geq 12d$	Те ж і рухомий (і) або нерухомий (і) люнет
Довга $l \geq 12d$	Патрон (а) або (б), задній обертовий центр (е), люнет (і) або (ї)
Те ж для обробки осьового отвору	Патрон (а) і нерухомий люнет (і)

Установка заготовки в токарному патроні (найчастіше, трьохкулачковому) – самий універсальний спосіб установки, що дозволяє вести обточування поверхонь, розточування отворів і обробку торців. Застосовується при обробці коротких деталей.

Патрони бувають *самоцентруючі і несамоцентруючі*. Застосовують патрони різних конструкцій: *кулачкові, цангові, мембранні і т. д.*

Кулачкові патрони виконуються двох-, трьох- і чотирьох-кулачковими, з ручним і механізованим затиском. За призначенням розрізняють кулачки для внутрішнього і зовнішнього закріплення заготовок.

У *двохкулачковим патронах* зазвичай закріплюють невеликі заготовки, установка яких не вимагає точного центрування, різні фасонні відливки і поковки, причому кулачки таких патронів часто призначені для закріплення тільки однієї деталі. У *тьохкулачкових самоцентруючих* патронах закріплюють деталі круглої і шестигранної форми або круглі прутки великих діаметрів. Такий патрон має широкий діапазон розводу кулачків, легко переналагоджується на необхідний розмір заготовки і одночасно з закріпленням центрує її по осі шпинделя верстата.

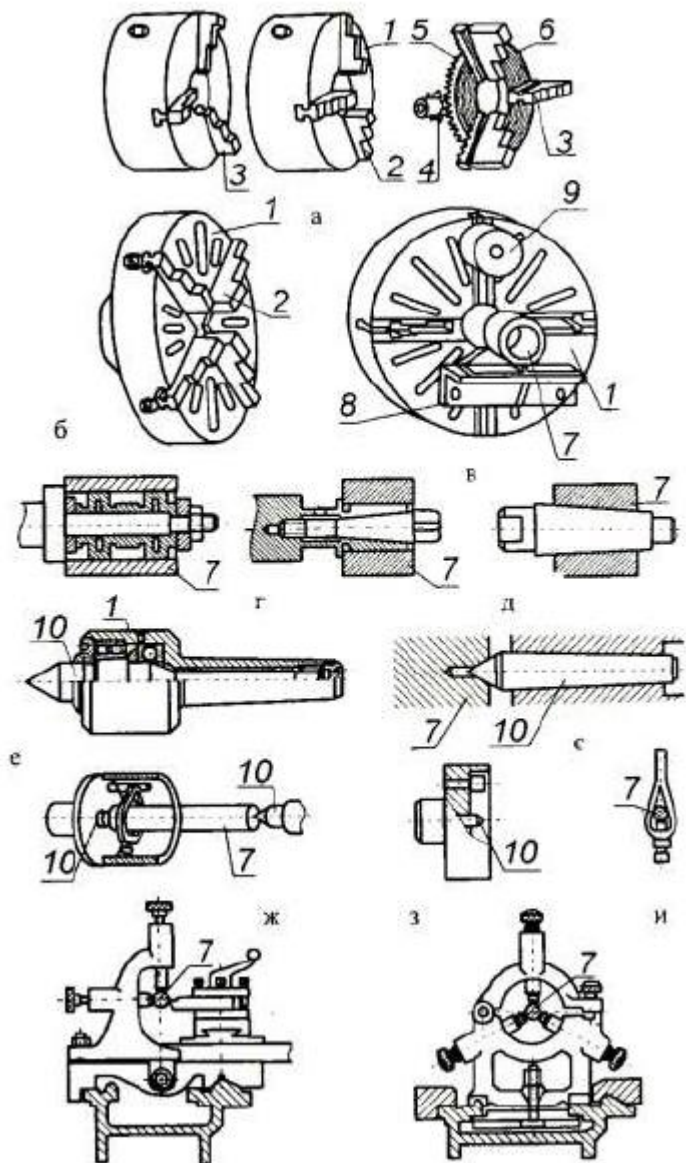


Рисунок 1 – Токарні пристрої

1 – корпус; 2 – прями́й кулачок; 3 – зворотно́й кулачок; 4 та 5 – коні́чна зубча́та пара; 6 – спіра́льна рейка; 7 – заготовка; 8 – ку́тик; 9 – проти́вага; 10 – це́нтр

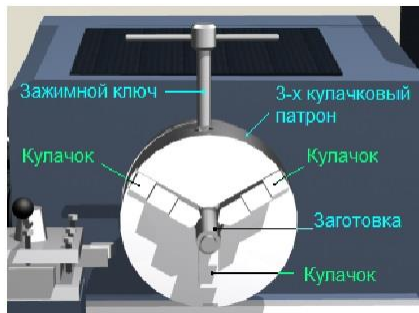


Рисунок 2

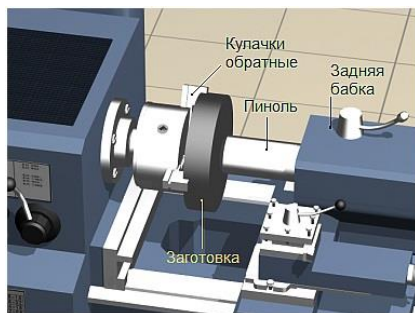
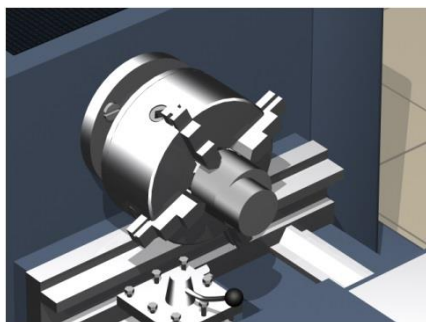


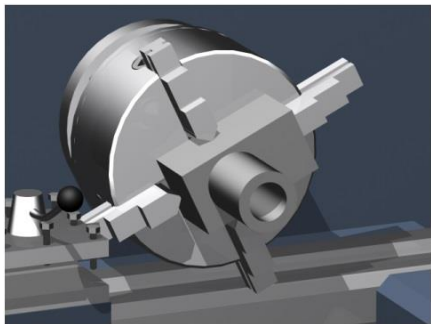
Рисунок 3



При обертанні затискного ключа за годинниковою стрілкою відбувається переміщення відразу всіх трьох кулачків до центру патрона. При цьому відбувається закріплення заготовки. При обертанні ключа в зворотну сторону відбувається звільнення заготовки. При використанні в якості заготовок довгих прутків, слід мати на увазі, що діаметр прутка не повинен перевищувати діаметра отвору шпинделя верстата (рис.2).

При закріпленні заготовок великого діаметра, в патрон слід встановити зворотні кулачки. Заготовка, при закріпленні, повинна бути щільно притиснута задньою торцевою поверхнею до бічних поверхонь кулачків. Для зручності кріплення, можна скористатися задньою бабкою, «піджавши» заготовку, і потім затискним ключем закріпити заготовку. Після цього задню бабку потрібно здвинути вправо.

При зміні кулачків в патроні, слід викрутити встановлені кулачки і поставити потрібні для обраного виду робіт. Кулачки в самоцентруючому патроні переміщуються по спіралі. Для правильної установки кулачків слід звернути увагу на номер встановлюваного кулачка. Кулачки до патронів поставляються в комплекті.



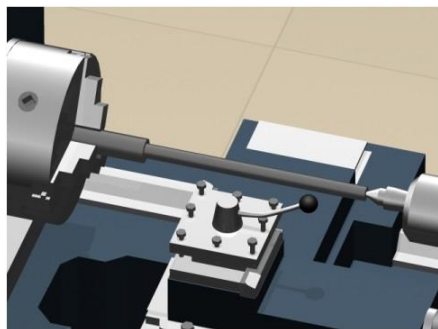
Чотирьохкулачкові патрони використовуються в тих випадках, коли деталь має ексцентричні поверхні (вісь кріплення заготовки не збігається з віссю оброблюваної поверхні) або коли базова частина деталі, призначена для кріплення на верстаті, має не циліндричну форму. Кулачки чотирьох кулачкових патронів переміщуються в патроні незалежно один від одного, за рахунок чого в патроні

можна закріпити деталь практично будь-якої форми (рис. 4).

Виготовлення деталі в чотирьох кулачкових патронах слід проводити за одну установку. Поряд з чотирьох кулачковими патронами, для кріплення деталей зі складною формою, існують патрони з великим числом кулачків.

Чотирьохкулачковий патрон з незалежним переміщенням кулачків складається з корпусу, в якому виконані чотири паза, в кожному змонтований кулачок з гвинтом для незалежного переміщення кулачків по пазах в радіальному напрямку. Кулачки можуть бути повернені на 180° для закріплення заготовок деталей по внутрішній або зовнішній поверхні. На передній поверхні патрона нанесені концентричні риски (відстань між ними 10-15 мм), які дозволяють виставити кулачки на однаковій відстані від центру патрона.

При обробці валів середньої довжини застосовується установка в патроні і задньому центрі (рис. 5). При обробці довгих нежорстких валів – установка в патроні, задньому центрі і люнеті.



У найпростішому випадку заготовка закріплюється в патроні, а торцева частина заготовки піджимається центром. При такому кріпленні, деталь слід обробляти за одну установку. Центр кріпиться в пінолі задньої бабки за рахунок конічного хвостовика.

Використання патрона не дозволяє забезпечити високу точність обробки.

Рисунок 5



Рисунок 6

патрона. Найчастіше, закріплення заготовок в цанзі, використовується для чистової обробки деталей (рис. 6).

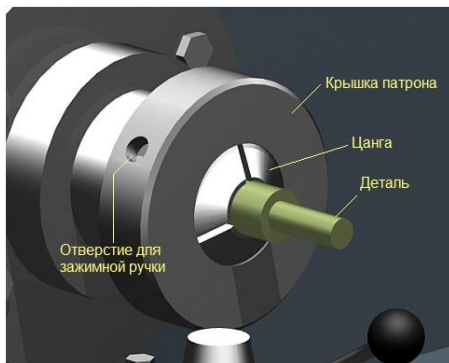


Рисунок 6

Цангові патрони застосовують головним чином для закріплення холоднокатаного прутка або для повторного затиску заготовок по попередньо обробленій поверхні.

Мембранні патрони застосовують в тому випадку, коли необхідно обробити партію заготовок з високою точністю центрування.

При підвищених вимогах до точності використовують установку в центрах.

Установка в центрах – спосіб, який дозволяє зберегти одні і ті ж бази на самих різних операціях і тому підвищує точність виготовлення деталі. При установці заготовки в центрах використовують центрові отвори, оброблені на попередніх операціях. Для передачі крутного моменту від шпинделя верстата до заготовки застосовують паводковий пристрій, який може складатися із паводка і хомутика, що затискається на кінці заготовки (використовується диск приводу) або (значно рідше) за допомогою рифленого переднього центру.

Кріплення деталей в цанзі засноване на тому, що оброблювана деталь вставляється в торцевий отвір цанги. Цанга вдавлюється в цанговий патрон і, за рахунок прорізів в цанзі і її кінчній поверхні, прорізи звужуються і, відповідно діаметр отвору цанги зменшується, обтискуючи деталь. Цанга вдавлюється в патрон за допомогою різьбової кришки цангового

патрона. Перевага при кріпленні деталей в цанзі полягає в тому, що практично відсутні радіальні биття деталі. Цанги часто використовуються у верстатах з ЧПК, де легко здійснити кріплення заготовок за допомогою автоматичних механізмів. На токарному верстаті, цанговий патрон закріплюється в кінчному отворі шпинделя (рис.2.7).



Рисунок 8

Центри бувають **жорсткі і обертові**. При використанні жорсткого центру, центр і центровий отвір слід змащувати густим мастилом (солідолом). При використанні обертових центрів мастило не потрібно (рис. 8)

Залежно від форми і розмірів оброблюваних деталей застосовують різні центри (рис. 9). Кут при вершині робочої частини центру зазвичай дорівнює 60° . Конічні поверхні робочої 1 і хвостової 2 частин центру не повинні мати забоїн, так як це призводить до похибок при обробці заготовок. Діаметр опорної частини 3 менше малого діаметра конуса хвостової частини, що дозволяє вибивати центр з гнізда без пошкодження конічної поверхні хвостової частини.

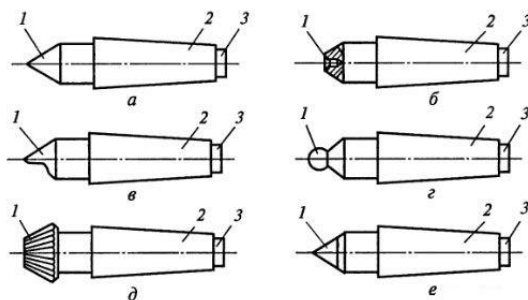


Рисунок 9 – Види центрів

а - упорний; б - зворотний; в - напівцентр упорний; г - зі сферичною робочою частиною; д - з рифленою поверхнею робочого конуса; е - з твердосплавним наконечником; 1 - робоча частина; 2 - хвостова частина; 3 - опорна частина

Упорний (звичайний) центр — дозволяє вибирати центр з гнізда без пошкодження конічної поверхні хвостової частини.

Зворотний центр — служить для установки заготовок діаметром до 4 мм, використовуючи при цьому конусні фаски на зовнішній поверхні. Передача крутного моменту при чистовій обробці таких заготовок можлива без повідка.

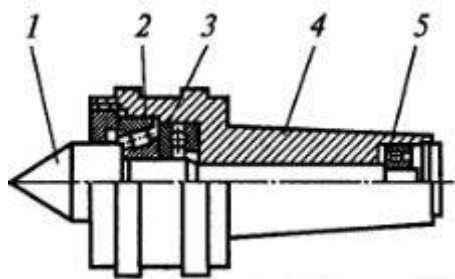
Напівцентр (зрізаний) – використовується для підрізання торця заготовки.

Центр зі сферичною робочою частиною – застосовують для обробки заготовки, вісь якої не збігається з віссю обертання шпинделя верстата.

Центр з рифленою робочою поверхнею – застосовується при обробці заготовок із великим центровим отвором або центральним отвором без диску приводу. Застосування рифленого (тригранного або багатозубого) дозволяє повністю обробити гладкий вал або циліндр по зовнішній поверхні й підрізати обидва торці в заготовці, тому що обробку ведуть без повідця. Однак установка на рифлені центри не забезпечує високої точності (радіальне биття до 0,5 мм), допускає тільки однократне використання бази внаслідок її ушкодження при першій установці.

Заготовки з отвором установлюють на центри збільшеного діаметра зі зрізаною вершиною конуса (**грибкові центри**).

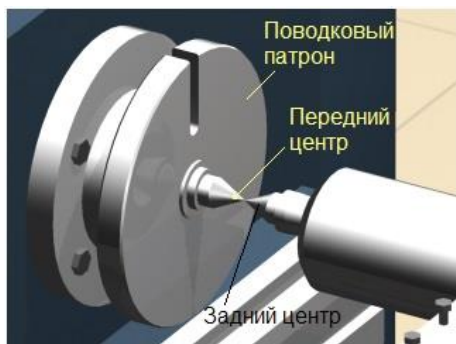
Захищений центр – задня частина виготовлена з твердого сплаву.



При обробці з великими швидкостями різання і навантаженнями застосовують задні обертові центри (рис. 10). У хвостовій частині 4 центра на опорах кочення 2, 3 і 5 змонтована вісь, на кінці якої виконана робоча частина 1 центру, що забезпечує її обертання разом з оброблюваною заготівлею.

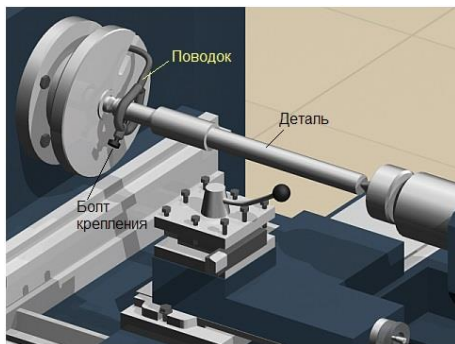
Рисунок 10 – Обертовий центр

1 - робоча частина; 2, 3 і 5 - опори кочення; 4 - хвостова частина



Для кріплення деталей в двох центрах використовуються передній жорсткий центр і диск приводу. Жорсткий центр закріплюється в конусному отворі шпинделя, а диск приводу накручується на різбову поверхню шпинделя. Осі вершин переднього і заднього центрів повинні збігатися (рис. 11).

Рисунок 11



На заготовці кріпиться поводок, а потім деталь встановлюється між центрами і піджимається заднім центром (рис. 12)

Рисунок 12

Люнети. При установці заготовок, в яких довжина виступаючої частини із патрона складає 12-15 діаметрів і більше, в якості додаткової опори застосовують **нерухомі і рухомі люнети**. Нерухомі люнети встановлюють на направляючих станини верстата і кріплять планкою за допомогою болта і гайки. Верхня частина нерухомого люнета відкидна, що дозволяє знімати і встановлювати заготовки на кулачки або ролики люнета, які служать опорою для оброблюваної заготовки і підтискаються до деталі гвинтами, після установки заготовки гвинти фіксують болтами. На заготовці, в місцях установки роликів люнета, проточують канавку. Проточку зазвичай виконують посередині заготовки. **Рухомий люнет** кріпиться на каретці супорта і переміщується при обробці вздовж деталі. Рухомий люнет має два кулачка, які служать опорами для заготовки. Третьою опорою є різець.

Паводкові патрони беруть участь в передачі обертального руху від шпинделя до оброблюваної заготовки, встановленої в центрах. Їх застосовують при обробці деталей в центрах верстата. Передача обертання здійснюється паводковим патроном через палець-поводок хвостовику хомутика, який кріпиться на деталі гвинтом.

Хомутики призначені для передачі обертання від паводкового патрону до оброблюваної деталі, встановленої в центрах. Передбачено виготовлення двох типів хомутиків: прямих - тип А та відігнутих-тип Б різних розмірів з загальним діапазоном діаметрів затискаємо деталей $\varnothing$ від 6 до 100 мм.

При установці заготовки 4 в центрах 1 та 5 (рис. 13, а) для передачі крутного моменту від шпинделя верстата до заготовки застосовують паводковий пристрій, який може складатися із паводка 2 і хомутика 3, що затискається на кінці заготовки.

При установці заготовки 4 (рис. 13, б) в самоцентруючому патроні 7 її вільний кінець необхідно підтримувати заднім центром 8. При повздовжній подачі $S_{\text{прод}}$ різець 6 знімає припуск А на радіус заготовки.

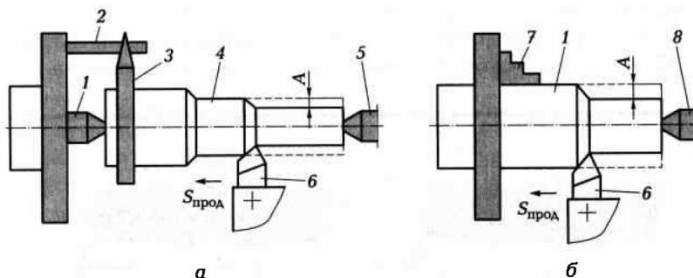


Рисунок 13 – Схеми установки заготовки на токарному верстаті
а) в центрах; б) в самоцентруючому патроні

При обробці довгих заготовок 4, встановлених в центрах 1 і 6, різцем 7 з повздовжньою подачею $S_{\text{прод}}$ (рис. 14) для зменшення прогину заготовки застосовують люнет 5, який підтримує заготовку, обмежуючи її прогин. Передача крутного моменту від шпинделя верстата до заготовки здійснюється за допомогою паводка 2 і хомутика 3. Кулачки рухомого люнету встановлюють за раніше оброблюваною (прошліфованою) поверхнею А заготовки, а корпус люнета або закріплюють нерухомо в певному місці на супорті верстата, або люнет переміщується, знаходячись в момент зняття припуску навроти різця.

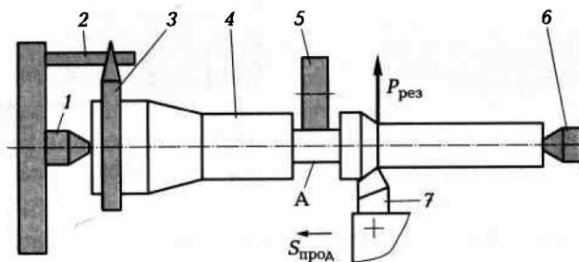


Рисунок 14 – Схема використання люнету при обточуванні

Якщо потрібно обробити диск, кільце або фланець, у яких попередньо оброблено центральний отвір, застосовується установка на оправці.

Конструктивно оправки поділяються на **жорсткі та розтискні**.

Жорсткі оправки можуть бути: конічні, циліндричні для посадки заготовок з гарантованим зазором або натягом.

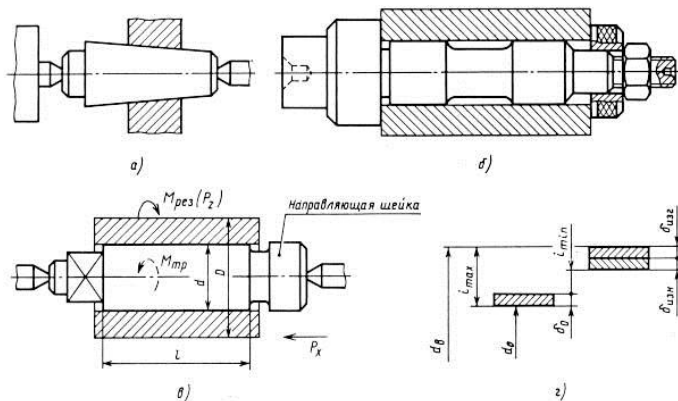


Рисунок 15 – Види оправок

а – конічна; б – циліндрична з гарантованим зазором;
в – оправка з натягом

На верстаті оправки встановлюють в центрах, за допомогою конусного хвостовика або фланця. Центрові оправки мають центрові отвори. Для того щоб надати оправці обертальний рух, на її лівому кінці роблять квадрат, лиски або встановлюють поводиок.

Конусні оправки забезпечують високу точність центрування. Конусність робочої частини оправки приймається рівною 1/1500 ... 1/2000. Крім того, заготовка утримується від повороту за рахунок досягнутого натягу і затиску її не потрібно (рис. 15, а).

Недоліком таких оправок є: відсутність точного орієнтування партії заготовок по довжині за рахунок змін в межах допуску діаметра базового отвору, а, отже, неможливість обробки торців і уступів на попередньо налагоджених верстатах; неможливість установки довгих заготовок, так як вони будуть утримуватися тільки на одному кінці.

У конструкції **оправки з гарантованим зазором** (рис. 15, б) прокручування заготовки на оправці обмежене силою затяжки гайки, шпонкою або шліцями, якщо на заготовці є шпонковий паз або шліцьовий отвір.

Оправки з натягом (під запресовку) як і конусні, забезпечують високу точність центрування. Використання таких оправок дозволяє проводити одночасну підрізання обох торців заготовки (рис. 15, в).

Недолік оправок – необхідність додаткового обладнання – пресів для запресовування і розпресування оправок.

У тих випадках, коли заготовки не можуть бути встановлені і закріплені в патронах, застосовують **планшайби**. Планшайба являє собою плоский диск, який кріпиться до фланця, що встановлюється на шпинделі верстата. Робоча поверхня

планшайби може бути виконана з радіальними або концентричними пазами. Оброблювані заготовки центрують і закріплюють на планшайбі за допомогою змінних налагоджень і прихватів.

Косинець разом із заготовкою кріпиться до планшайби болтами, вивіряється і врівноважується противагою. Для зсуву заготовки у взаємно перпендикулярних напрямках застосовуються **рухливі двокоординатні косинці**. Переміщення кутника здійснюється гвинтами з відліком величини зсуву по міліметровим шкалами з ноніусом.

Упори служать для створення постійного поздовжнього положення заготовок на верстаті або установки різців на необхідні розміри. Вони значно скорочують час на відлік розмірів по лімбах і виключають розмітку заготовок по довжині.

Упорами для оброблюваних заготовок можуть служити торці, уступи і виточки кулачків токарних патронів, уступи оправок, паводковоплаваючі центри.

1.2 Типи токарних різців

Для обробки заготовки на токарних верстатах застосовують різноманітні різці, які класифікують за різними ознаками.

За матеріалом різальної частини розрізняють різці зі швидкорізальної сталі, твердосплавні (металокерамічні) і мінералокерамічні.

За конструкцією різці поділяють на суцільні і складені. У складених різців різальна частина являє собою пластинку із швидкорізальної сталі, твердого сплаву або іншого високоякісного інструментального матеріалу, яка з'єднана механічно, зварюванням або паянням з державкою різця, що виконана з вуглецевої сталі.

За розташуванням головної різальної кромки різці поділяють на праві і ліві. Правим називається різець 2 (рис. 16), у якого головна різальна кромка знаходиться з боку великого пальця правої руки, накладеної долонею зверху на різець таким чином, що пальці напрямлені до вершини різця. На верстаті такі різці (9, 10) працюють при подачі справа наліво (до передньої бабки). Лівим називають різець 1, у якого головна різальна кромка знаходиться з боку великого пальця лівої руки. На верстаті він працює при подачі зліва направо (різець 4).

За виглядом осі різця в плані розрізняють різці прямі 4 і відігнуті 9 (а і б).

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

За призначенням токарні різці поділяють на прохідні, підрізні, відрізні, розточні, різьбові, канавочні, фасонні.

Прокідні різці призначені для обточування зовнішніх поверхонь тіл обертання і для підрізання торцевих поверхонь. **Прокідні прямі різці** використовують головним чином для обробки зовнішніх 4 поверхонь.

Прохідні відігнуті різці більш універсальні, тому що ними можна обробляти як зовнішні поверхні тіл обертання (9), так і підрізати торець (6).

Прохідні упорні різці 10 з головним кутом у плані, що дорівнює 90° , застосовують для деталей, у яких обробка циліндричної поверхні повинна бути закінчена підрізкою невеликого уступу.

Для **чистової обробки** застосовують різці двох типів: з закругленою вершиною (7) і широкі чистові 8 з прямолінійною головною різальною кромкою. Перші застосовують при обробці невеликих деталей, другі – великих.

Підрізні торцеві різці 16 застосовують для обробки торцевих площин.

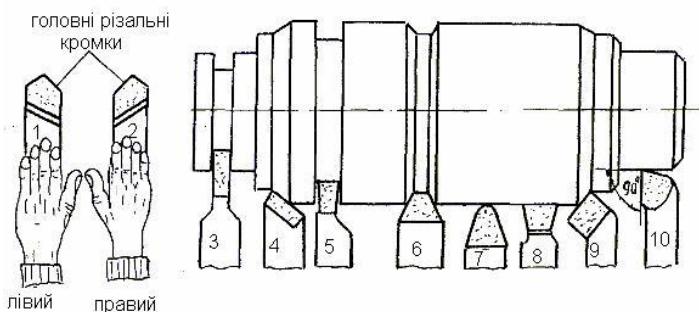
Відрізні різці 3 застосовують для розрізання заготовки.

Розточувальні різці прохідні 11 та **упорні** 12 призначені для розточування відповідно наскрізних і глухих отворів.

Різьбові різці 13 та 14 застосовують для нарізання на заготовках відповідно зовнішніх і внутрішніх різьб. Форма різальної частини різця повинна відповідати формі профілю різьби (трикутна з кутами 60° і 55° , трапецеїдальна, прямокутна та ін.).

Фасонними різцями 15 обробляють фасонні поверхні.

Канавкові різці 5, 6 застосовують для прорізання канавок різного профілю.



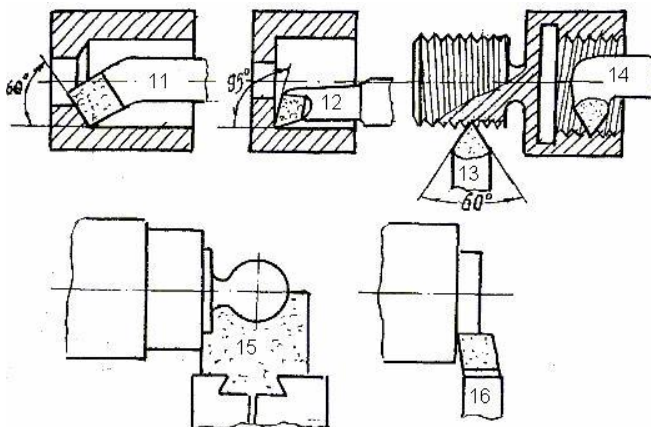


Рисунок 16 – Основні види різців

2.1 Види обробки

Основною задачею механічної обробки при виготовленні деталей машин є досягнення заданих кресленням розмірів, форми, взаємного розташування поверхонь, шорсткості поверхні та їх фізико-механічних властивостей. Для цього в сучасному машинобудуванні застосовують різні методи впливу на вихідну заготовку: різання лезвійним та абразивним інструментом; поверхнева пластична деформація; тепловий, електрохімічний, електрофізичний та ін. вплив. При обробці заготовки припуск знімається частими на різних операціях, з поступовим зменшенням величини операційного припуску по мірі наближення розмірів оброблюваної поверхні до заданого розміру кресленні. У зв'язку з цим **обробка заготовок може бути декількох видів: обдирочна, чорнова, напівчистова, чистова, тонка та оздоблювана.**

Обдирку використовують для попередньої обробки крупних поковок і відливок 16-18-го кв. точності з метою зменшення похибки форми і

просторових відхилень заготовок. Обдирка забезпечує точність 15-16-го кв., шорсткість поверхні Ra не більше 100 мкм.

Чорнову обробку застосовують після обдирки, а також при обробці штампованих заготовок 2-3-ї групи складності і для відливок 15-го кв. точності, її виконують у великому діапазоні точності 12-16-го кв., шорсткість поверхні Ra 100...25 мкм. Для підвищення продуктивності на чорновій обробці призначають максимальні глибину різання й подачу. На чорнових операціях використовують зношені або неточні верстати.

Напівчистою обробку звичайно призначають для заготовок, в яких при чорновій обробці не знятий весь припуск, а також для заготовок, до точності яких пред'являють підвищенні вимоги. Точність цієї обробки – 11-12-й кв., шорсткість поверхні Ra 50...12,5 мкм. Глибину різання і подачу значно зменшують, а швидкість різання підвищують із метою зменшення залишкових напруг, що утворюються в поверхневому шарі заготовки в процесі різання.

Чистову обробку застосовують у вигляді разової для заготовок, отриманих точними методами (високоточним литтям, точною штамповкою та ін.). Іноді її включають в ТП як проміжну під наступну точну або оздоблювану обробку. Точність чистової обробки – 8-11-й кв., шорсткість поверхні Ra 12,5...2,5 мкм (остаточна). Як проміжну під оздоблювальну обробку при шорсткості класу 7 (Ra = 1,25 мкм) і вище. Глибину різання призначають мінімальною, звичайно рівною припуску на чистову обробку, а подача обмежена заданою шорсткістю.

Тонка обробка остаточно формує високу точність поверхонь заготовки, її виконують при малих подачах. Шорсткість поверхні обробленої заготовки із сталі Ra 2,5...0,63 мкм.

Оздоблювана обробка – в основному застосовують для забезпечення заданої шорсткості поверхні заготовки, на точність останньої впливу майже не здійснює. Її виконують, як правило, в межах допуску попередньої обробки, що забезпечує при різних методах і оброблюваних матеріалах отримання шорсткості поверхні Ra 0,63...0,16 мкм.

При фінішній обробці формується точність і якість поверхні заготовок деталі. Ці методи можуть бути згруповані наступним чином: обробка лезвійним та абразивним інструментом; обробка поверхневим пластичним деформуванням; електрофізична та електрохімічна обробка.

Найбільш розповсюдженим в машинобудуванні є обробка різанням, яка являє собою сукупність обробки лезвійним та абразивним інструментами. Обробка лезвійним інструментом найбільш економічно обумовлена при різанні металів з твердістю до 45 HRC, а абразивними інструментами більш доцільно вести обробку матеріалів високої твердості. В окремих випадках лезовим

інструментом із синтетичних матеріалів оброблюють деталі з твердістю вище 45 HRC.

Обробку термооброблених деталей, що мають поверхні квалітетів точності 5-8, із метою усунути вплив перерозподілу залишкових напруг, що викликають несиметричні деформації (короблення) заготовок, розділяють на чорнову, напівчистому і чистову, причому короблення усувають послідовним зняттям припуску на кожному етапі обробки.

2.2 Чорнова обробка

При чорновому обточуванні знімають більшу частину припуску з приданням заготовці форми, наближеної до форми деталі. Обробка виконується з більшою глибиною різання і більшою подачею. Закріплення заготовки виконується в залежності від форми, розмірів та призначення деталі і повинно бути міцним, так як при чорновому обточуванні різці знімають стружку великого перерізу і при цьому виникають значні сили різання. При обробці великої кількості деталей (в серійному та масовому виробництві) чорнове точіння виконується *на верстаті, більш потужному ніж для чистового обточування. Досягнута при цьому шорсткість поверхні не перевищує Ra 2,5 мкм.*

Чорнову обробку зовнішніх поверхонь виконують як на звичайних, так і на багаторізцевих верстатах (в залежності від типу виробництва). Чорнове (попереднє) обточування валу, що має декілька ступеней і виготовлений з прокату, можна виконувати за різними схемами обробки.

На рис. 17 представлені три схеми обточування ступінчастого валу (цифрами позначені порядкові номери переходів, буквами – ступені валу).

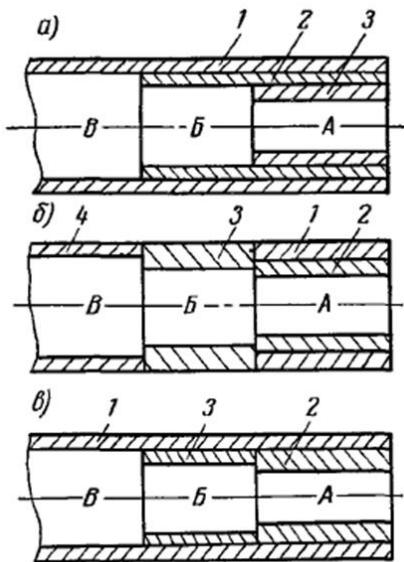


Рисунок 17 – Схеми чорнового обточування

При обточуванні по схемі *а* кожен ступінь валу обточують, починаючи з торця, і таким чином всю обробку валу виконують за три проходи: за 1-й прохід обточують ступені А, Б і В, за 2-й прохід – ступені А і Б; за третій – ступінь А.

При обточуванні по схемі *б* кожен ступінь валу обточують окремо: ступінь А із-за великої глибини різання обточують за два проходи; ступінь Б – за один прохід; ступінь В – за один прохід.

Комбінована схема обробки *в* передбачує обточування ступені В за 1-й прохід, починаючи з торця, ступінь А обточується за 2-й прохід і ступінь Б – за 3-й прохід.

На вибір тієї чи іншої схеми впливають величини припуску на окремих ступенях валу і відношення розмірів ступенів: діаметра і довжини. ***Схема, що забезпечує найменший час обробки, найбільш вигідна.***

Обробку заготовок із сталі з невеликою глибиною різання з відносно рівномірним припуском виконують різцями із сплавів Т14К8, Т15К6, Т15К6Т.

При чорновій обробці заготовок з чавуну з нерівномірним припуском і зміним навантаженням застосовують різці з твердого сплаву ВК2 і ВК4.

1.3 Чистова обробка

При чистових операціях заготовці надають кінцеву форму з шорсткістю поверхні $Ra\ 1,25...0,63\ \mu\text{м}$. Порядок обробки ступеней валу залежить від заданих баз, допустимої величини похибки в розмірах окремих ступеней і методів вимірювання довжини. Закріплення деталі при чистовій обробці повинне бути міцним, щоб не могло бути зміщення заготовки під час обробки. При обточуванні валу зі значною різницею діаметрів першої (більш товстої) сторони і кінцевої (більш тонкої) необхідно намагатися як найменше послаблювати вал при обробці, тобто починати обробку із ступеней найбільшого діаметра, ступінь найменшого діаметра частіше буває доцільним оброблювати останньою.

У всіх випадках обробки на токарних верстатах необхідно звертати увагу на міцне закріплення деталі та різця.

Зменшення машинного часу на обробку може бути досягнуто в результаті застосування трьох основних технологічних прийомів:

- поділ довжини обробки;
- поділ довжини найбільшої ступені;
- поділ величини припуску.

Так, при обробці зовнішньої поверхні трьохступінчастого валу (рис.18, а) на універсальному токарному верстаті розрахункова довжина l робочого ходу складається з суми довжин цих ступеней ($l' + l'' + l'''$), до якої необхідно додати довжину врізання та перебігу інструменту.

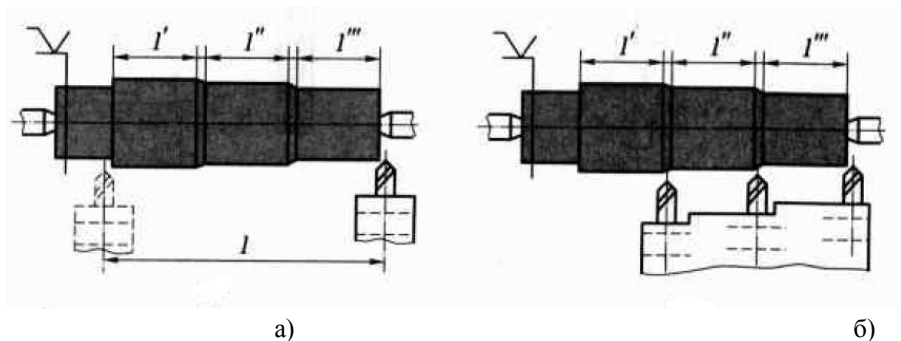


Рисунок 18 – Схема обробки на токарному верстаті
а) на універсальному верстаті; б) на багаторізцевому автоматі

На багаторізцевому токарному верстаті, оснащеному відповідним технологічним оснащенням (багаторізцевий тримач та декілька різців), можна провести цю ж обробку зі зменшенням довжини робочого ходу приблизно в 3 рази, так як кожний різець при цьому буде оброблювати тільки свою ступінь (рис. 18, б). Це відповідно дозволить зменшити приблизно в 3 рази основний час обробки. Чим більше частин, на які поділена довжина обробки (в залежності від числа одночасно працюючих різців), тим більше скорочується основний час. Окрім скорочення основного часу цей метод обробки дозволяє скоротити час допоміжних прийомів, так як при цьому відпадає необхідність настройки різця на обробку кожної ступені валу (різці встановлюють в багаторізцеву державку верстата з перепадами, що визначаються різницею радіусів циліндричних поверхонь обточуваних ступеней).

Заготовку ступінчастого валу можна оброблювати по зовнішній поверхні з більшим припуском за умовами, що визначаються стійкістю різця і потужністю

універсального токарного верстата, за декілька робочих ходів (у випадку, показаному на рис. 19, а – за три робочих ходи з глибиною різання t_1 , t_2 , t_3).

При обробці на тому ж верстаті із застосуванням декількох різців число робочих ходів може бути скорочене до одного. Так, установка трьох різців (рис. 19, б) дає можливість зняти припуск за один робочий хід при незначному збільшенні його довжини ($l+a$).

У випадках, коли весь припуск може бути знятий за один прохід при максимальному навантаженні на різець, застосування методу поділу припуску дозволяє розгрузити кожен із працюючих різців, переглянути режими різання та зменшити машинний час.

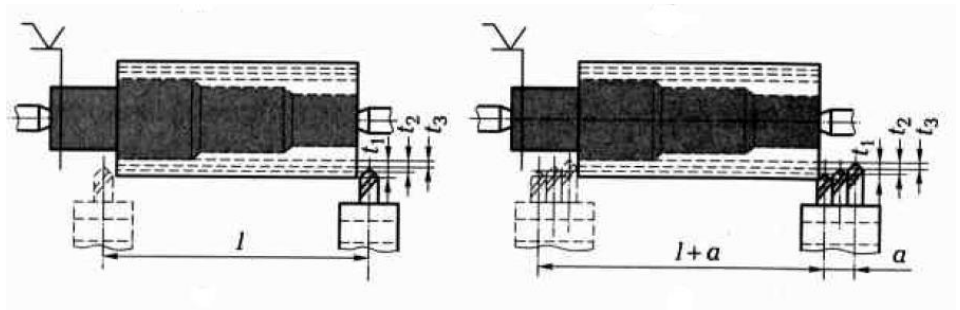


Рисунок 19 – Схема обробки на токарному верстаті
а) за декілька робочих ходів; б) із застосуванням декількох різців

При невеликому розходженні в діаметрах шийок східчастого валу циліндричну поверхню й уступ обробляють в одному переході різцем із головним кутом у плані $\varphi = 90^\circ$.

Суміжні ступені, які значно розрізняються за діаметром, обробляють у такій послідовності: спочатку циліндричну частину (перехід 1) прохідним різцем із кутом $\varphi = 90^\circ$, потім торець ступені підрізним різцем.

Для отримання меншої шорсткості поверхні передній кут різця повинен бути більшим. Задній кут α різців для чистової обробки при обточуванні заготовок зі сталі дорівнює 12° , а при обробці заготовок із сірого чавуну – 10° .

2.4 Багаторізева обробка

Багаторізцеві токарні верстати застосовують для підвищення продуктивності за рахунок суміщення переходів, тобто за рахунок концентрації операцій. Ці верстати оснащені незалежними один від іншого супортами, кожен з яких може нести декілька різців. Передній супорт має лише одну повздовжню подачу, а задній супорт – лише поперечну.

Кожен із супортів можна використовувати різними способами. Наприклад, якщо повздовжній супорт А використовується по способу ділення припуску, то різці 1, 2 і 3 (рис. 20) вступають в роботу один за іншим. Кожен різець встановлюють на заданий діаметр (d_1, d_2, d_3) і кожен різець знімає певну частину (b_1, b_2, b_3) загального припуску при повздовжній подачі $S_{\text{повз}}$.

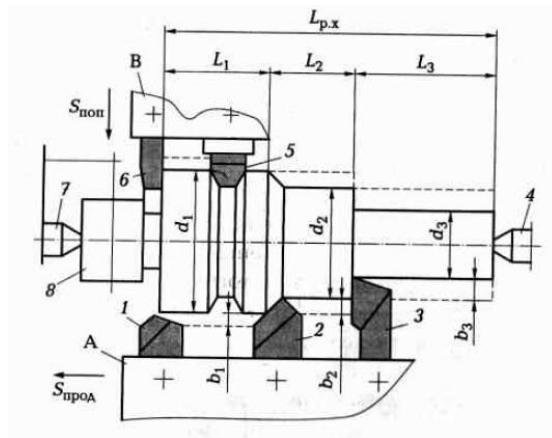


Рисунок 20 – Схема обробки на багаторізцевому верстаті

Поперечний супорт В використовують для проточки вузьких канавок або фасок. Обробку заготовок проводять, використовуючи поперечну подачу $S_{\text{поп}}$ фасонними різцями 5 і 6, профіль яких відповідає заданому профілю поверхні.

При наладці операції заготовка 8 встановлена в центрах 7 і 4, а взаємне розташування різців визначається геометрією готової деталі. Довжина $L_{\text{р.х}}$ робочого ходу повздовжнього супорта рівна сумі довжин оброблюваних поверхонь:

$$L_{\text{р.х}} = L_1 + L_2 + L_3, \text{ мм}$$

З аналізу схеми обробки видно, що даний спосіб доцільно застосовувати при виготовленні деталей з поступово зменшуючим діаметром ступеней, діаметри яких більше діаметрів центрів.

5 Обробка копіюванням

Для обробки східчастих валів широко використовують **одношпindelьні копіювальні напівавтомати**. Схема обробки ступінчастого валу (рис. 21) на копіювальному напівавтоматі наступна: *поздовжній супорт обточує вал по копіру 2, а поперечний – утворює канавки. Поперечним супортом можна підрізати торці.*

Така обробка має ряд переваг:

1 Час для технологічної наладки середньої важкості – 30...35 хв., що в 2...3 рази менше часу відповідної наладки верстата з багаторізцевою головою.

2 При чистовій обробці забезпечується точність по 9-му квалітету, замість 11-го при багаторізцевому обточуванні.

3 Підвищується якість оброблюваної поверхні.

4 Обробка ведеться на більш високих швидкостях різання, так як при багаторізцевому точінні швидкість різання знижується для підвищення стійкості різців до 3...4 год.

На токарних копіювальних напівавтоматах виконують чорнову та чистову обробку валів. Ці верстати застосовують в серійному виробництві, де вони підвищують продуктивність в 2 рази в порівнянні з використанням токарних верстатів. При обточуванні валів з числом ступеней більше 4 напівавтомати працюють ефективно при розмірі партії 10...15 шт.

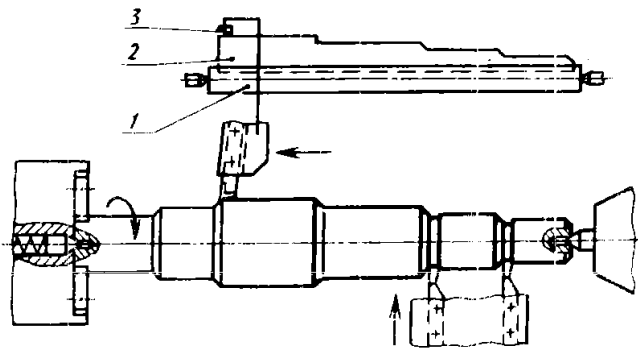


Рисунок 21 – Схема токарно-копіювальної обробки

1 – барабан; 2 – копір; 3 – шуп