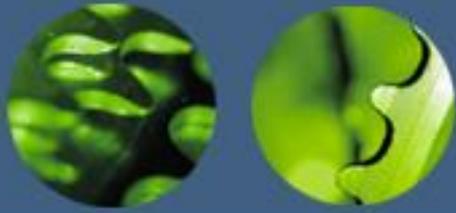




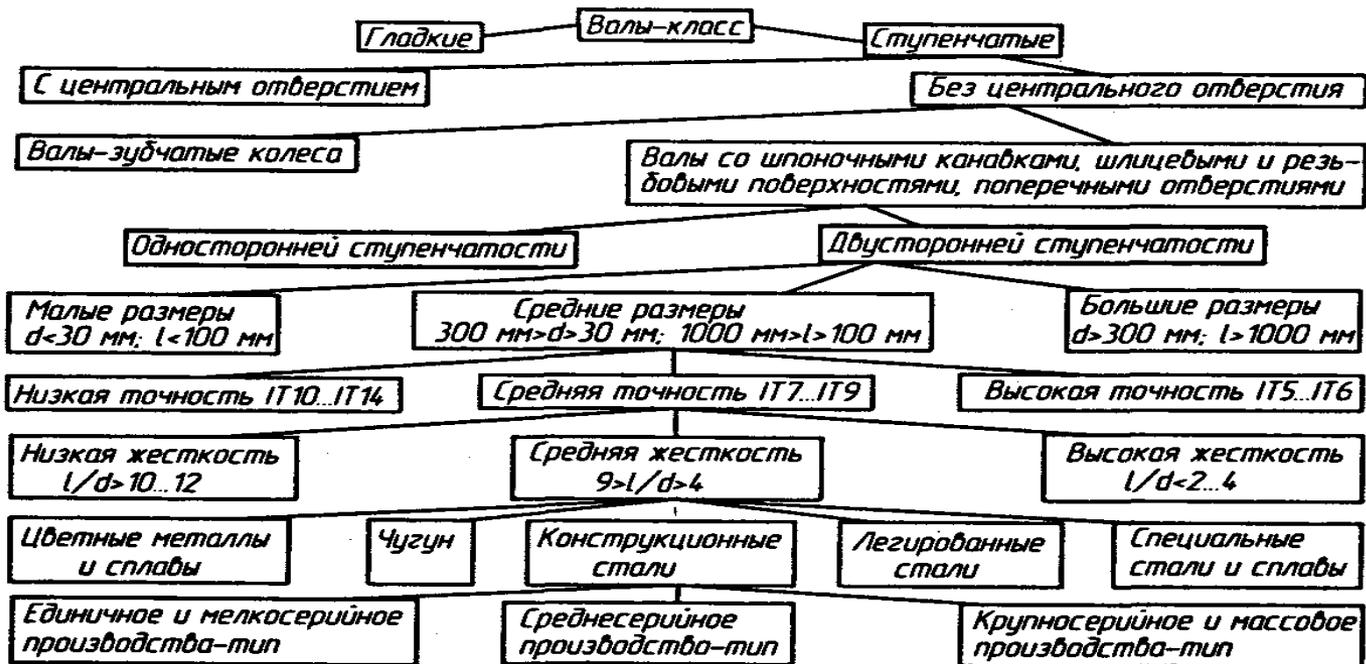
ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ у машинобудуванні

Дисципліна

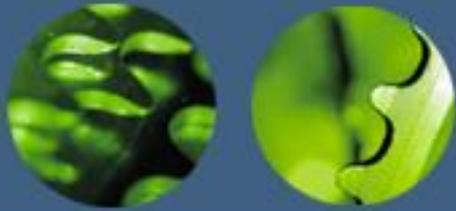




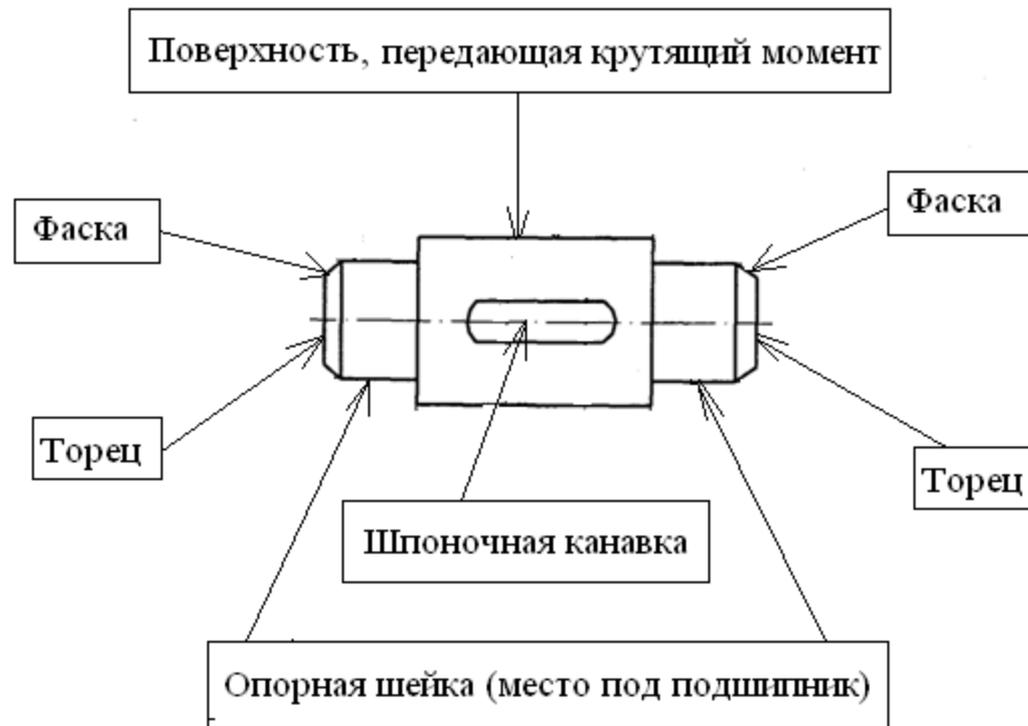
Класифікація валів



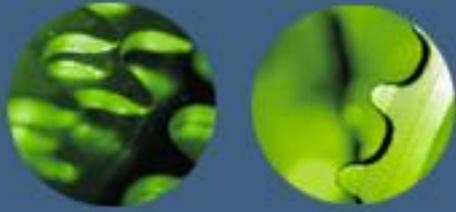
В технології машинобудування до валів прийнято включати вали, вісі, пальці, штоки, колони і інші подібні деталі машин. Конструктивна різноманітність валів визвана різною комбінацією циліндричних, конічних, а також зубчастих (шлицевих), різьбових поверхонь. Вали можуть мати шпонокові пази, лиски, осьові і радіальні отвори.



Вал



Конструктивні елементи валу



ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАДАЧІ

Точність розмірів. Точними поверхнями валів являється ,як правило, його опорні шийки , поверхні деталі, що передають крутний момент (**6 ... 7 квалітет**).

Точність форми. Відхилення від круглості і профіля в повздовжньому перерізі не повині перевищувати **0,25...0,5 допуску на діаметр** в залежності від типу і класу точності підшипника.

Точність взаємного розташування поверхонь. Для більшості валів головним являється забезпечення співвісності поверхонь, а також перпендикулярність робочих торців до базових поверхонь. (**V...VII степень точності**).

Якість поверхневого шару. Шорсткість базових поверхонь - **$Ra = 3,2...0,4$ мкм**, робочих торців - **$Ra = 3,2...1,6$ мкм**, інших поверхонь **$Ra = 12,5...6,3$ мкм**.

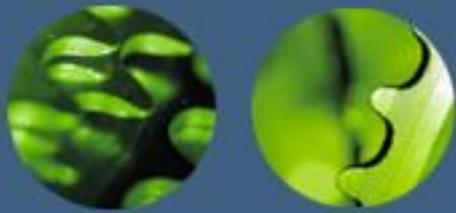
Вали можуть бути сирими і термообробленими.

- **Твердість менше HB 200...230** – вал підлягає нормалізації, відпалу або термічно не оброблюється.

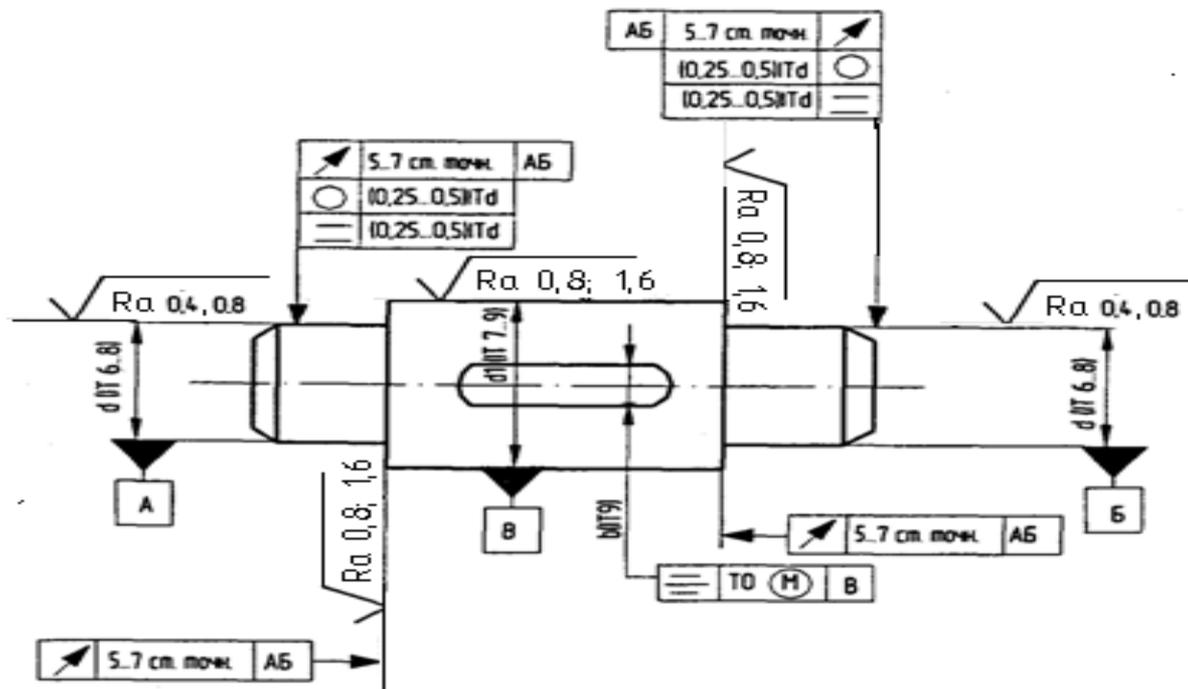
- **Твердість HRC₃ 48...55** – поверхневе загартування струмом високої частоти.

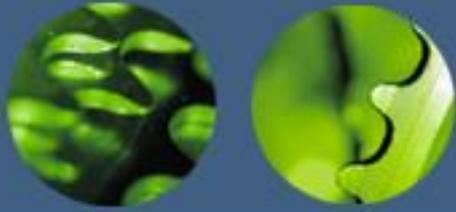
- **Твердість HRC₃ 55...60** – цементація на глибину 0,7... 1,5 мм з наступним загартуванням і відпуском.

Конструктивні елементи вала



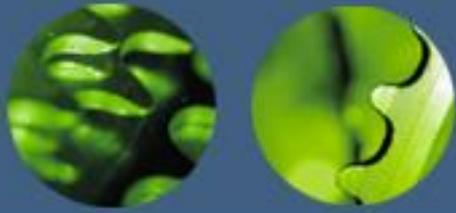
Технологічні задачі





Вимоги до технологічності валів

- **Перепади діаметрів ступінчастих валів повині бути мінімальними.** Це дозволить зменшити обсяг механічної обробки при їх виготовленні і скоротити відходи металу. *По цій причині конструкція вала з канавками і пружинними кільцями більш технологічна конструкція вала з буртами.*
- **Довжини ступенів валів бажано проектувати рівними або кратними** довжині короткої ступені, якщо токарна обробка валів буде здійснюватися на багаторізцевих верстатах. Така конструкція дозволить спростити налагодження різців та скоротити їх холостий хід.
- **Шліцеві і різьбові поверхні валів бажано конструювати відкритими** або закінчувати канавками для виходу інструменту. *Канавки на валу необхідно задавати однієї ширини, що дозволить прорізати їх одним різцем.*
- **Вали повині мати центрові отвори.** Запис технічних вимогах про недопустимість центрових отворів різко знижує технологічність валу. В таких випадках значно збільшують вагу та розміри заготовки для нанесення тимчасових центрів, котрі зрізають в кінці обробки.



Матеріали і заготовки валів

Вали , в основному, виготовляють з конструкційних і легованих сталей, до яких пред'являються вимоги високої міцності, хорошій оброблюваності , малої чутливості до концентрації напружень , а також підвищеної зносостійкості . Цим вимогам , певною мірою , відповідають **сталі марок 35 , 40 , 45 , 40Г , 40ХН**, тощо.

Досить рідко вали відливають з чавуну.

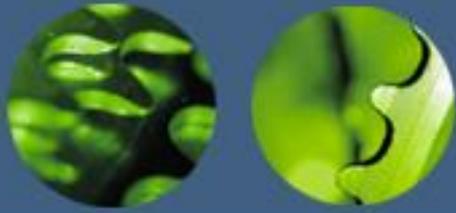
Заготовки, що отримані відрізанням від гарячекатаного або холоднотягнутого прокату безпосередньо піддають механічній обробці.

Для відрізки заготовок в серійному і масовому виробництвах застосовують **круглопильні верстати** (*різальний інструмент - пильні диски , оснащені сегментами зі швидкорізальної сталі , для прокату або пакету прутків діаметром до 240 мм*).

Торці заготовок після відрізки мають шорсткість Ra = 25 мкм.

У малосерійному та одиничному виробництвах застосовуються відрізні ножівкові верстати.

Порізка прутків і труб з високотвердих , загартованих сталей найбільш ефективна на абразивно-відрізних верстатах , оснащених тонкими , товщиною 3 ... 6 мм абразивними кругами на бакелітовій або вулканітовій зв'язках.



Правка заготовок

На машинобудівні заводи прокат надходить з помітними відхиленнями від прямолінійності осі. Для усунення кривизни прутки перед різкою піддають правці. Для цієї мети **служать правильно - калібрувальні верстати**. Нарізані заготовки перед початком обробки, а іноді і в процесі подальшої обробки також доводиться піддавати правці. Таку правку проводять на пресах.

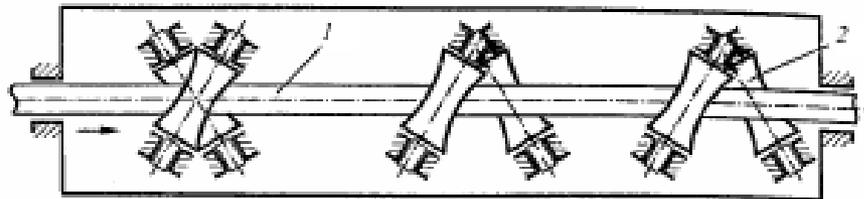
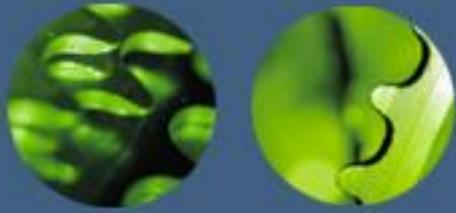


Схема правильно - рихтувального пристрою верстата : 1 – пруток;
2 – ролик

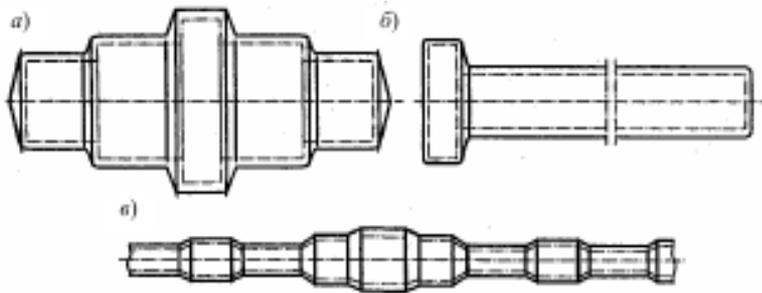
Заготовки такого виду застосовують в малосерійному та одиничному виробництві, а також при виготовленні валів з невеликою кількістю ступенів та незначними перепадами їх діаметрів.



Заготовки валів в масовому виробництві

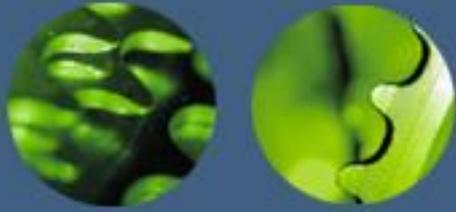
У виробництві з більш значним масштабом випуску, а також при виготовленні валів більш складної конфігурації з великою кількістю ступенів, значно розрізняються по діаметру, заготовки доцільно отримувати методом пластичної деформації.

Ці методи (*кування, штампування, періодичний прокат, обтиснення на ротаційно-кувальних машинах, електровисадка*) дозволяють отримувати заготовки, за формою і розмірами найбільш близькі до готової деталі, що значно підвищує продуктивність механічної обробки і знижує металоємність виробу.



Вибір найбільш раціонального способу отримання заготовки в кожному окремому випадку визначається комплексно з урахуванням техніко-економічної доцільності.

Мал. 5 Заготовки, отримані методами:
а - штампуванням в штампах; б - штампуванням на горизонтально-кувальних машинах; в - поперечно-гвинтової прокаткою



Основні схеми базування

Основними базами більшості валів є поверхні його опорних шийок.

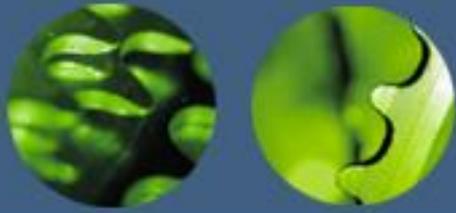
Для більшості операцій за технологічні бази приймають поверхні центрових отворів з обох торців заготовки, що дозволяє обробляти майже всі зовнішні поверхні вала на постійних базах з установкою його в центрах.

Для виключення похибки базування при витримуванні довжин ступенів від торця вала необхідно **в якості технологічної бази використовувати торець заготовки**.

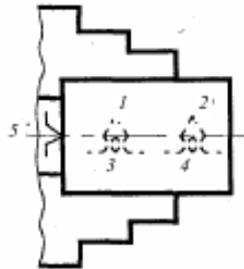
З цією метою заготовку встановлюють **на плаваючий передній центр**.

Використання центрів в якості встановлювальних елементів передбачає **застосування** того чи іншого **повідкового пристрою**, що передає крутний момент заготовці.

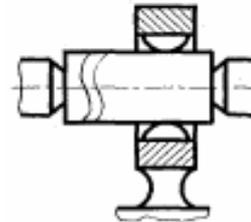
Такими пристроями є **повідкові патрони**, **хомутики**, тощо.



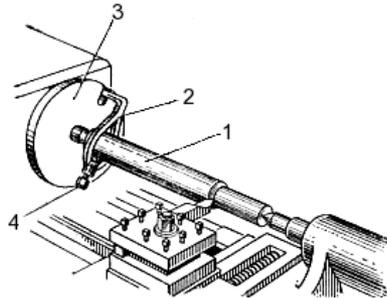
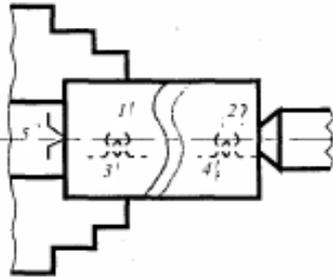
Типові схеми встановлення валів



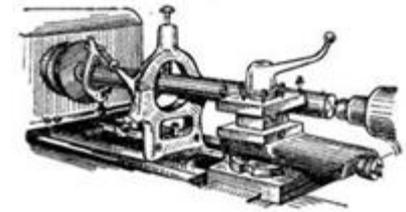
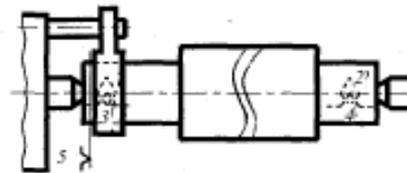
Установка вала в патроні ($L/D < 4$)



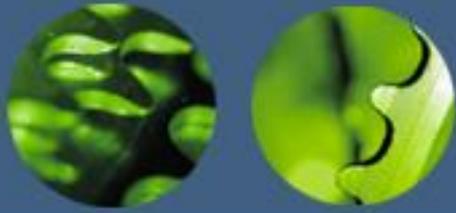
Установка вала в центрах з люнетом ($L/D > 10$)



Установка валу в патроні з підтисканням заднім центром ($4 < L/D < 7$)



Установка вала в центрах з люнетом ($7 < L/D < 10$)

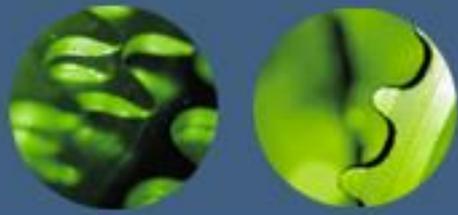


Класифікація тіл обертання

Зовнішні та внутрішні циліндричні поверхні та прилеглі до них торці утворюють деталі типу тіл обертання. Деталі - тіла обертання ділять на три типи залежно від співвідношення довжини деталі L до найбільшого зовнішнього діаметру D .

- При $L/D > 2$ - *вали, шпинделі, штоки, шестерні, гільзи, стрижні*, тощо.
 - При $2 > L/D > 0,5$ **включно** - *втулки, склянки, пальці, барабани*, тощо.
 - При $L/D < 0,5$ **вклбчно** – *диски, кільця, фланці, шківви, тощо*.
- включно - диски, кільця, фланці, шківви і т. п.

Деталі, що мають поверхні обертання (циліндричні, зовнішні, фасонні, циліндричні внутрішні, тощо) обробляють на різних верстатах: токарної групи (токарно-гвинторізні, токарно-карусельні, токарно-револьверні, одношпиндельні і багатошпиндельні напівавтомати і автомати, верстати для тонкого точіння, тощо); шліфувальної групи (круглошліфувальні, бесцентрово-шліфувальні, притиральні, полірувальні). До верстатів цих груп відносяться як універсальні так і верстати з числовим програмним управлінням (ЧПУ).



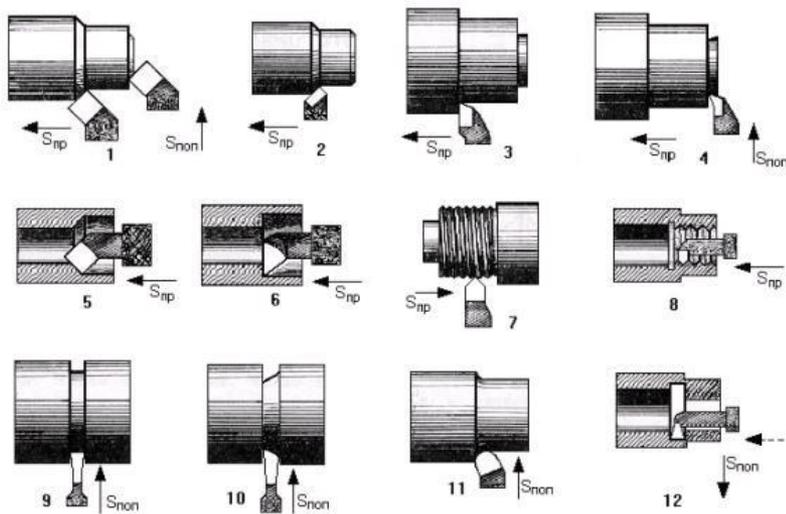
Інструмент для токарної обробки

Для обробки зовнішніх поверхонь застосовують як центрові, так і безцентрові верстати. Широке застосування знайшли **універсальні токарні патронно - центрові верстати горизонтальної компоновки, верстати з ЧПУ.**

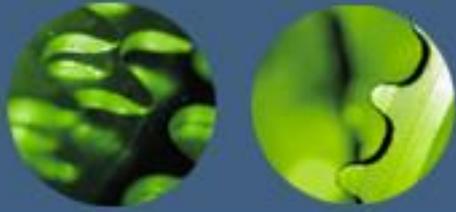
Найбільш поширеним методом обробки циліндричних зовнішніх поверхонь є точіння їх різцями.

При встановленні та обробці довгих заготовок валів, осей, стрижнів в якості додаткової опори, що підвищує жорсткість технологічної системи, **застосовують люнети** (рухомі та нерухомі). Для точіння циліндричних поверхонь і поверхонь, прилеглих до них і обмежують їх довжину (торці, уступи, канавки, радіуси і т. п.),

Застосовують прохідні, підрізні (прямі і відігнуті), відрізні, канавочні та інші різці з напайними пластинами зі швидкорізальної сталі або твердих сплавів і композиційних матеріалів.



Мал. 3.3 . Типи токарних різців :
 1 - прохідний відігнутий ; 2 - прохідний прямий ; 3 - прохідний упорний ;
 4 - підрізний ; 5 - розточний відігнутий ;
 6 - розточний підрізний ; 7 , 8 - різьбові ; 9 - прорізний (канавковий) ; 10 - відрізний ;
 11 - галтельний ; 12 - розточний упорний.



Види токарної обробки

При токарній обробці розрізняють :

- а) *чорнове точіння (або обдирне) - з точністю обробки IT13 ... IT12 з шорсткістю поверхні до $Ra = 6,3$ мкм;*
- б) *напівчистове точіння - IT12 ... IT11 і шорсткість до $Ra = 1,6$ мкм;*
- в) *чистове точіння - IT10 ... IT8 і шорсткість до $Ra = 0,4$ мкм.*

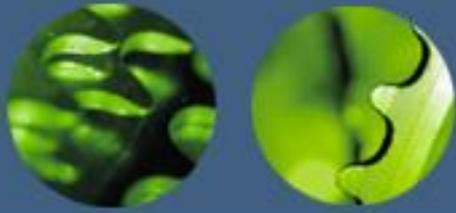
При чорновому обточуванні, як і при будь-якій чорновій обробці знімають до 70% припуску.

Для цього призначаються максимально можливі глибина різання t і подача S .

На чорнових операціях підвищення продуктивності обробки домагаються збільшенням глибини різання (зменшенням числа робочих ходів), а також подачі.

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

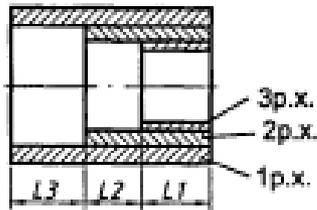
На універсальних токарно-карусельних верстатах обробляють заготовки деталей типу тіл обертання різноманітної форми діаметром до 10 000 мм.



Чорнове обточування заготовки

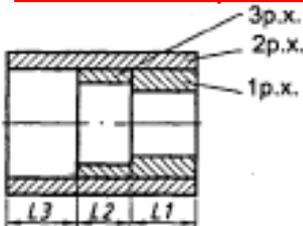
При чорновому обточуванні, як і при будь-якій чорновій обробці знімають до 70 % припуску . При цьому призначаються максимально можливі глибина різання t і подача S .

Чорнове обточування заготовки з прокату (штампування) може бути виконано за трьома схемами :

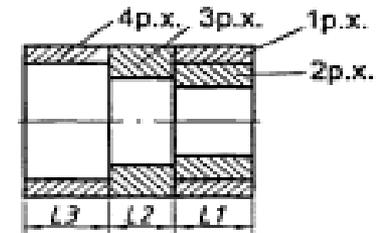


1. Схема чорнової обробки від великого діаметру до меншого , використовується для валів з ослабленими кінцевими шийками.

2. Схема чорнової обробки від меншого діаметру до більшого, використовується для жорстких валів, при цьому кожна ступінь точиться окремо.



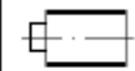
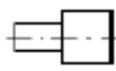
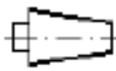
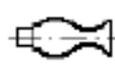
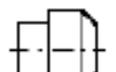
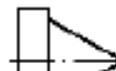
3. Схема чорнової обробки для змішаного варіанту, використовується для виявлення дефектів.

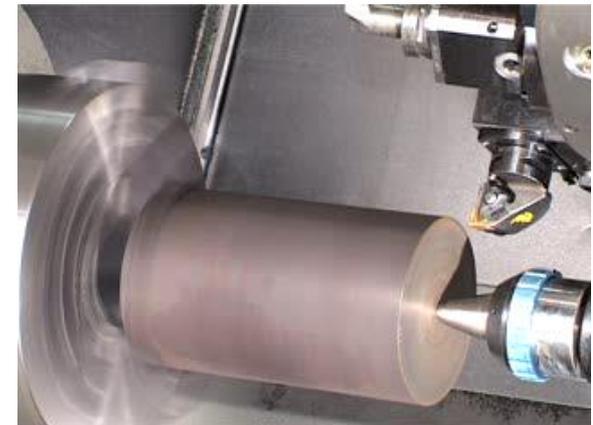


Найбільш продуктивною є друга схема



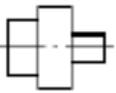
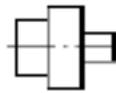
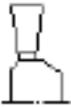
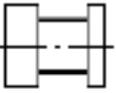
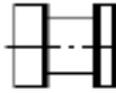
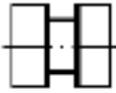
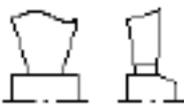
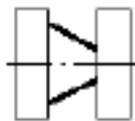
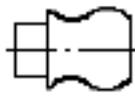
Точіння поверхонь різними видами інструментів

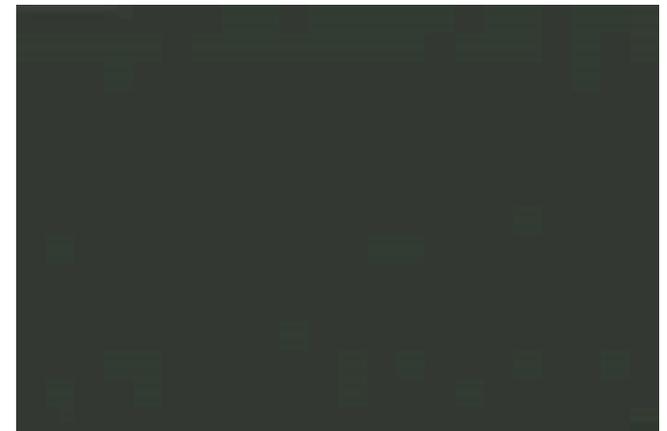
	циліндр	ТОРЕЦ	КОНУС	Фасонная БРАЩЕНИЯ	канавка КОЛЬЦЕВАЯ
РЕЗЕЦ ПРОХОДНОЙ ПРЯМОЙ 	 открытый полуоткры- тый	 открытый	 открытый полуоткры- тый	 открытая	
РЕЗЕЦ ПРОХОДНОЙ ОТОГНУТЫЙ 	 открытый полуоткры- тый	 открытый	 открытый полуоткры- тый	 открытая полузакры- тая	
РЕЗЕЦ ПРОХОДНОЙ УПОРНЫЙ 	 открытый полуоткры- тый полузакры- тый	 открытый полузакры- тый	 открытый полуоткры- тый полузакры- тый	 открытая полузакры- тая	

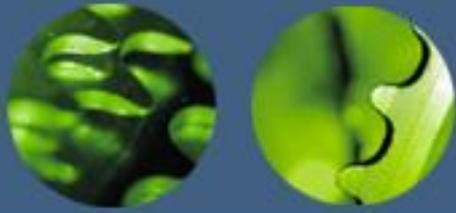




Точіння поверхонь різними видами інструментів

	ЦИЛИНДР	ТОРЕЦ	КОНУС	Фасонная БРАЩЕНИЯ	канавка кольцевая
РЕЗЕЦ ПОДРЕЗНОЙ 	 открытый полуоткры- тый полузакры- тый	 открытый полузакры- тый	 открытый полуоткры- тый полузакры- тый		
РЕЗЕЦ КАНАВОЧНЫЙ РЕЗЕЦ ОТРЕЗНОЙ 	 закрытый	 открытый полузакры- тый			
РЕЗЕЦ ФАСОННЫЙ 			 закрытый	 открытая полузакры- тая закрытая	





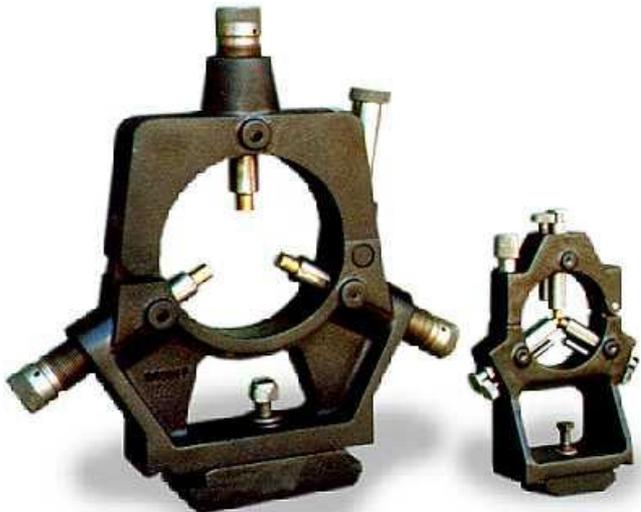
Точіння поверхонь

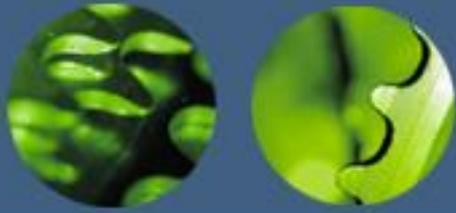
Точіння циліндра що примикає до нього торця виконується різцем прохідним упорним.

При точінні циліндрів різцем підрізним з поперечною подачею ширина різця повинна бути більше довжини оброблюваної поверхні.

Точіння торця в окрему операцію виділяють рідко, наприклад, при виготовленні тонких дисків, при цьому точіння від центру дає кращу точність.

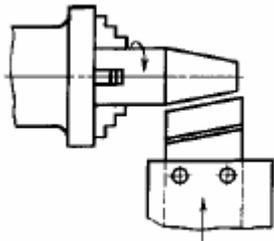
При точінні в центрах довгих валів для зменшення прогину використовують люнети, які повинні підтримувати деталь, але не встановлювати її (вона вже встановлена центрами верстата). Кулачки люнета встановлюють по поверхні деталі, співвісної з центрувальними гніздами.



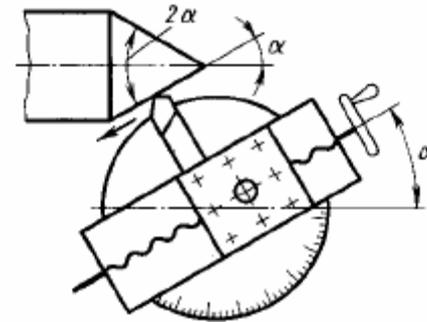


Точіння конусів

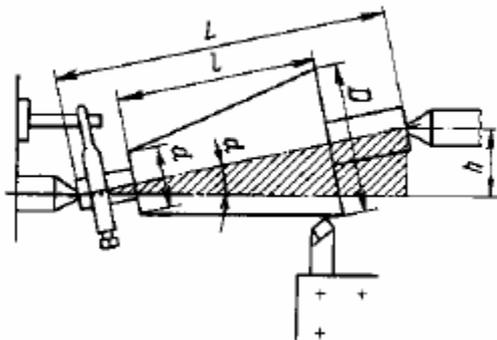
Точіння конусів на універсальних верстатах здійснюють в окремій операції одним із таких способів :



1) широким різцем;

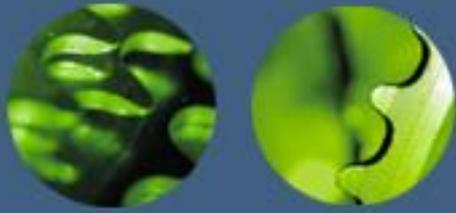


2) шляхом повороту верхньої частини супорта ;



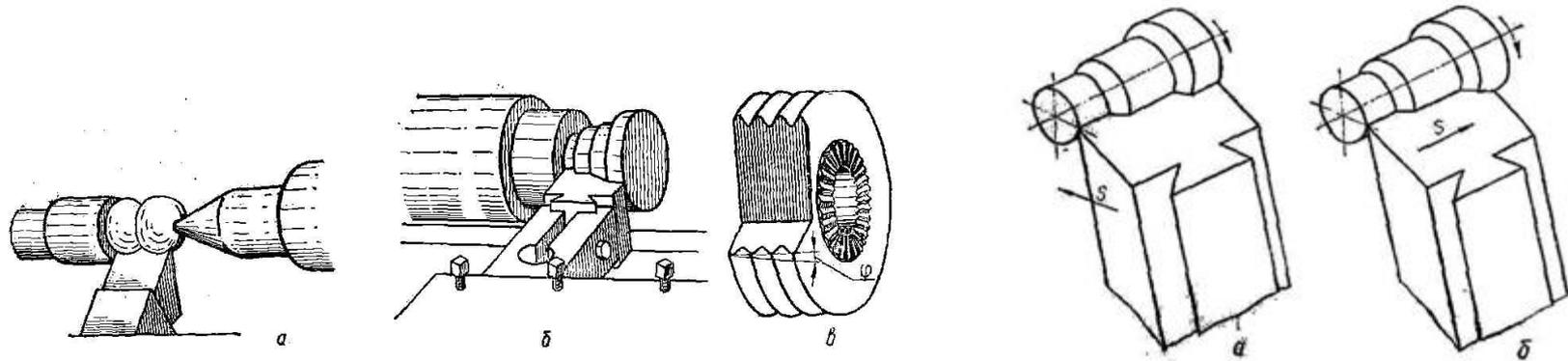
3) шляхом зміщення корпусу задньої бабки .

На верстатах з ПУ точіння конуса виконується як окремий перехід операції

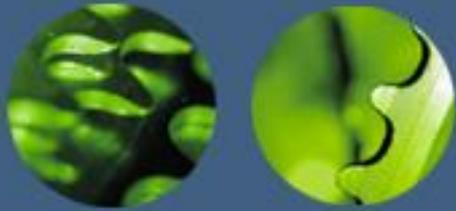


Точіння фасонної поверхні

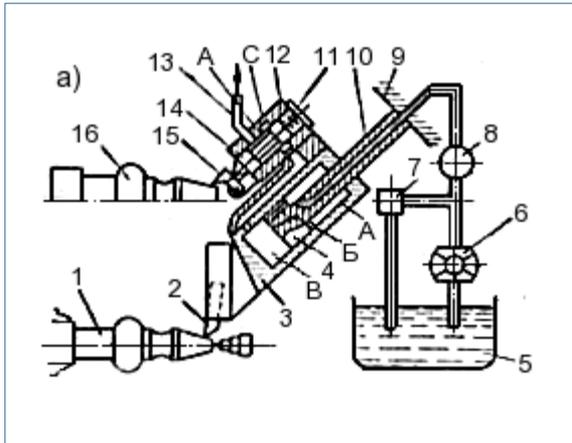
Точіння фасонної поверхні обертання зазвичай виконують як самостійну операцію або фасонним інструментом шириною не більше 40-50 мм , або за допомогою копіювального пристрою.



Точіння канавки кільцевої великої протяжності ("кишеня ") або закритого циліндра спочатку роблять різцем Канавочні на ширину , що дозволяє розмістити різець прохідний упорний, і далі ведуть обробку різцем прохідним упорним.



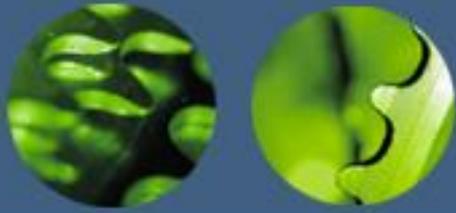
Обробка фасонних поверхонь по копіру



Довгі фасонні профілі обробляють за допомогою фасонного копіра, встановленого з заднього боку станини так само, як конусна лінійка. На токарних верстатах застосовують спеціальні копіювальні пристрої для обробки фасонних поверхонь.

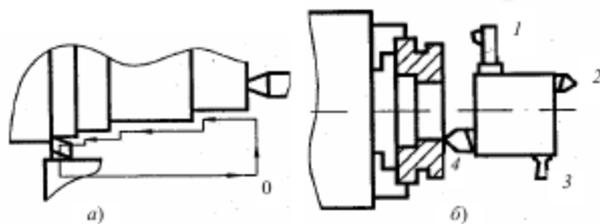
Заготовку 1 обробляє різець 2, який одержує подовжню подачу разом з супортом верстата від ходового валика. Поперечна подача під кутом 45° здійснюється за допомогою гідравлічного супорта 9, в якому циліндр 3 переміщається щодо поршня 4, шток 10 якого закріплений нерухомо до поперечного супорта верстата. Масло від насоса 6 через фільтр 8 надходить по каналу в штоку 10 в гідравлічний циліндр, в якому порожнину А повідомляється через отвір Б в поршні з порожниною В

Далі масло надходить через з'єднує канал в змінну кільцевий переріз С і порожнину Д гідравлічного щупа 12, а потім через трубопровід 13 в бак 5. У гідросистемі передбачений запобіжний клапан 7. Пружина 11 постійно тисне на золотник 14, який, натискаючи своїм наконечником на важільний щуп 15, вводить його в зіткнення з копіром 16. Як тільки важільний щуп 15 зійде з прямолінійної ділянки копіра і потрапить на профільний ділянку копіру (увігнутий, опуклий, похилий або перпендикулярний), зміниться його положення, внаслідок чого переміститься золотник 14 і збільшиться чи зменшиться прохідний перетин С в циліндрі щупа 12. У цьому випадку порушиться рівність тиску в порожнинах А і В і за рахунок надлишкового тиску масла переміститься гідравлічний циліндр 3 разом з різцем до деталі або від деталі, слідуючи за профілем копіра.



Схеми обробки

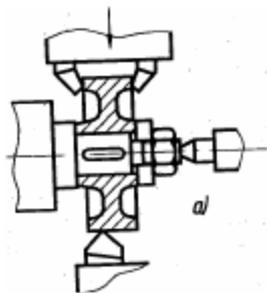
Розрізняють декілька схем точіння заготовок на верстатах токарної групи.



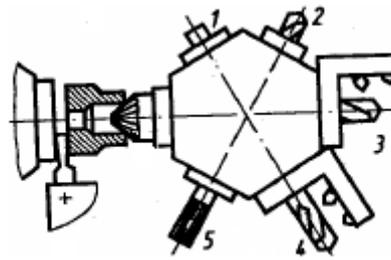
Одномісна послідовна обробка:
а - одним ; б - кількома інструментами

1 Одномісна послідовна і паралельна обробка.

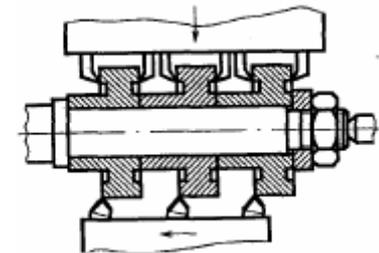
2 Паралельно - послідовні схеми мають місце при одночасній обробці декількох поверхонь заготовки і в декількох позиціях послідовно ; при цьому заготівля або інструменти змінюють позиції шляхом повороту інструментального блоку.



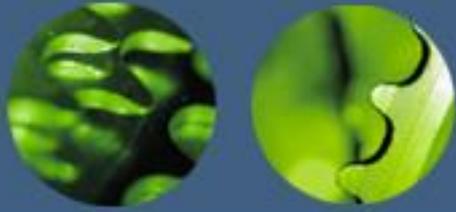
Одномісна паралельна обробка



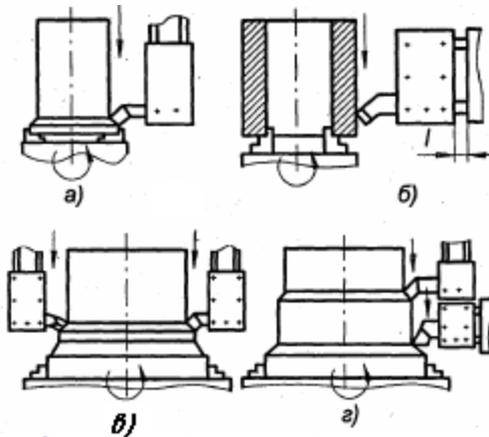
Паралельно - послідовні схеми обробки одним інструментом



Багатоінструментальна паралельна обробка



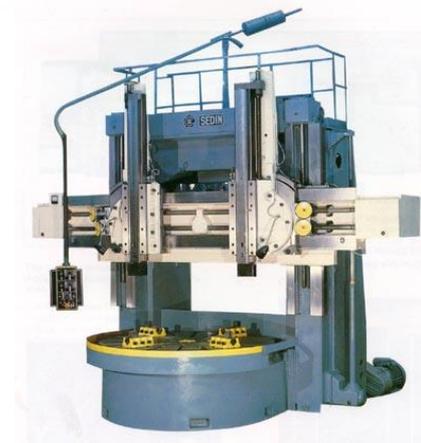
Обробка заготовок на токарно-карусельних верстатах



Схеми точіння циліндричних поверхонь .



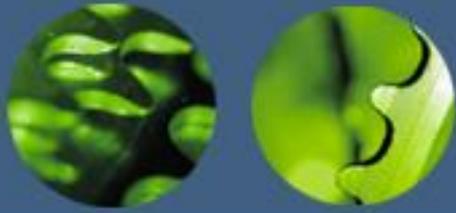
Верстат токарно-карусельний вертикальний одностояковий 1516



Верстат токарно-карусельний вертикальний двостояковий 1Л532Ф2

На універсальних токарно-карусельних верстатах обробляють заготовки деталей типу тіл обертання різноманітної форми **діаметром до 10 000 мм при $L / D < 1$** . Основними типами токарно-карусельних верстатів, що випускаються верстатобудівної промисловістю, є одностоечні з одним вертикальним супортом з п'ятипозиційною револьверною голівкою і бічним супортом з чотирьохрізцевим поворотним різцетримачем; двостоякові з двома вертикальними і одним боковим супортами.

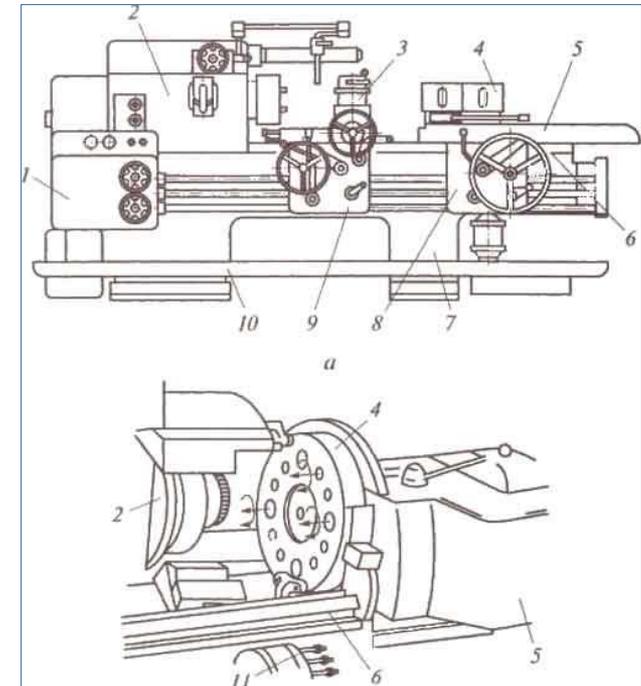
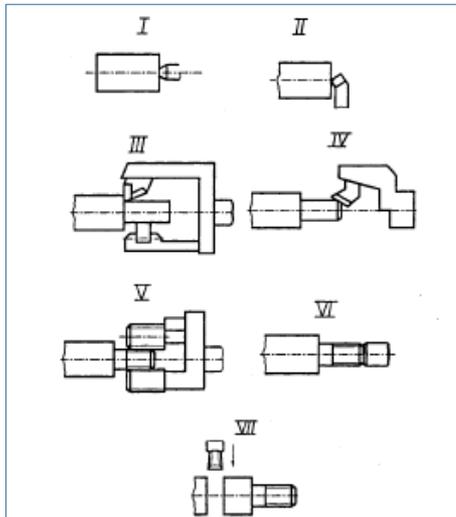
Токарно-карусельні верстати з ЧПУ дозволяють автоматизувати обробку і в 2 ... 2,5 рази підвищити продуктивність праці.



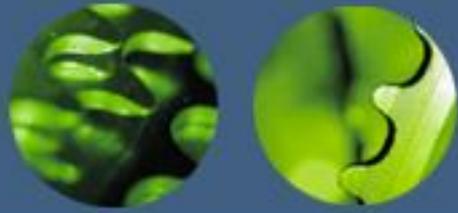
Обробка на токарно-револьверних верстатах

При обробці на токарно-револьверних верстатах в серійному виробництві продуктивність праці підвищують шляхом поєднання переходів операції і застосування багатоінструментних налагоджень . На токарно-револьверних верстатах обробляють різноманітні заготовки деталей типу тіл обертання з пруткового матеріалу або з штучних заготовок .

При односторонньому розміщенні ступенів і довжині валу до 120 мм обробку проводять з прутка , виконуючи до відрізки деталі , все чорнові і чистові переходи . Зменшення віджиму прутка при обробці забезпечується використанням люнетів і багаторіздцевих державок для врівноваження сили різання .



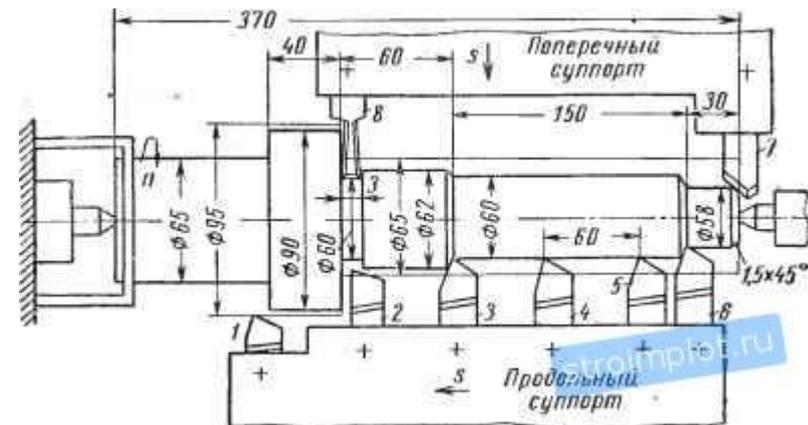
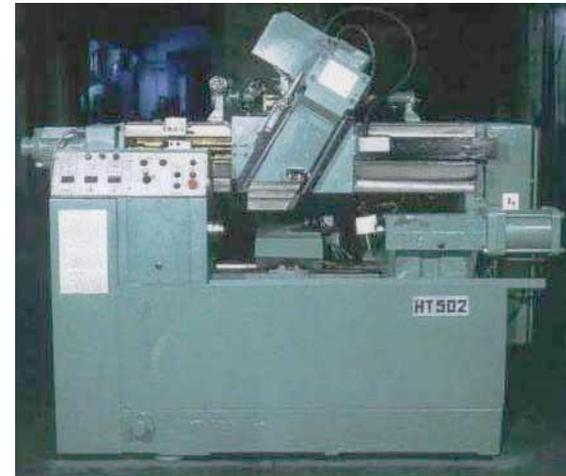
Токарно-револьверний верстат з вертикальною (а) і горизонтальною (б) віссю обертання револьверної головки :
 1 - коробка подач ; 2 - шпиндельна бабка ; 3 - поперечний супорт ;
 4 - револьверна головка ; 5 - поздовжній супорт ; 6 - напрямна ;
 7- станина ; 8 , 9 - фартухи поздовжнього і поперечного супортів
 відповідно ; 10 - піддон ; 11 - упор



Обробка на токарних багаторізцевих верстатах

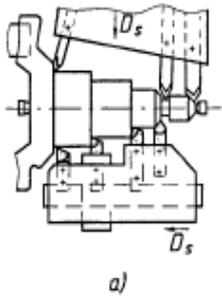
Токарно-багаторізцеві верстати розраховані (так само, як і револьверні верстати) на підвищення продуктивності праці шляхом поєднання переходів операцій і автоматичного отримання операційних розмірів. Ці верстати призначені для обробки (в патроні або в центрах) заготовок деталей типу східчастих валів, блоків шестерень , валів - шестерень , фланців, шківів і т . П. В умовах середньосерійного і велико серійного виробництва .

Токарні багаторізцеві верстати і копіювальні напівавтомати мають два супорти , працюють в напівавтоматичному циклі. Вони, як правило, одношпиндельні з горизонтальною і вертикальною компонованнями . Зазвичай на багаторізцевих верстатах обробляють заготовки діаметром до 500 мм, довжиною до 1500 мм.



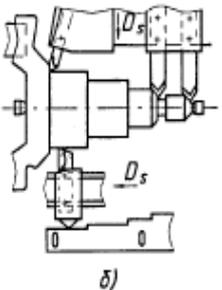


Технологія обробки на багаторізцевих верстатах - автоматах і копіювальних верстатах



Схеми налагоджень для обробки східчастих валів наведені на малюнку. Налаштування різців

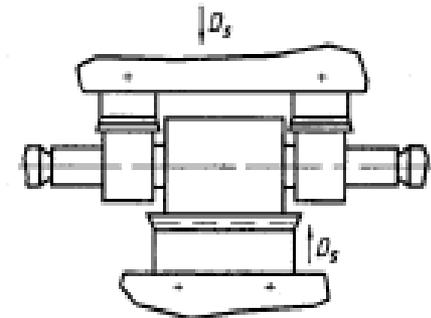
(а) проводиться так, щоб обробка всіх ділянок вала закінчувалася одночасно. Основний час розраховують для різця, який обточує найбільш довгу поверхню (або в сукупності з двох і більше поверхням, утворюючим загальну довжину обробки).

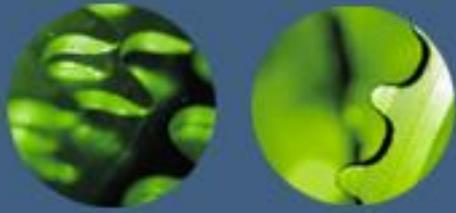


(б) - обробка заготовки деталі по копію. Точність обробки на багаторізцевих верстатах забезпечується в межах 13 ... 14 квалітетів.

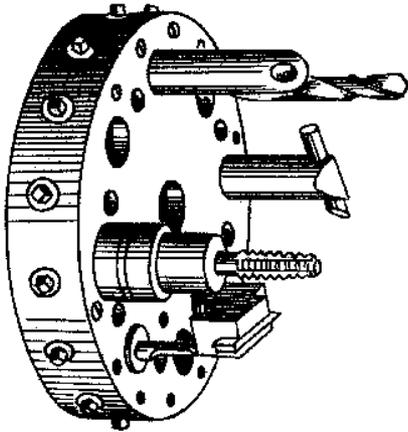
Для підвищення продуктивності при обробці східчастих жорстких заготовок у великосерійному і масовому виробництвах застосовують точіння широкими різцями з поперечною подачею

Схема багаторізцевої обробки широкими різцями



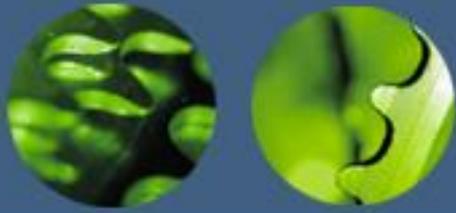


Револьверні ГОЛОВКИ



Характерною особливістю токарно- револьверних верстатів є наявність револьверної головки , в якій розміщується ріжучий інструмент . Підведення інструменту в робочу зону здійснюється поворотом револьверної головки .

Розрізняють токарно -револьверні верстати з вертикальною віссю обертання револьверної головки і з горизонтальною віссю обертання . Револьверні головки мають зворотно-поступальний рух , а з горизонтальною віссю - ще й поперечне переміщення . Суміщення переходів обробки в операції типово для револьверних верстатів. Токарно-револьверні верстати при обробці зовнішніх поверхонь забезпечують точність по 12 ... 9 квалітетами і параметр шорсткості поверхні $Ra12,5 \dots 6,3$ мкм.



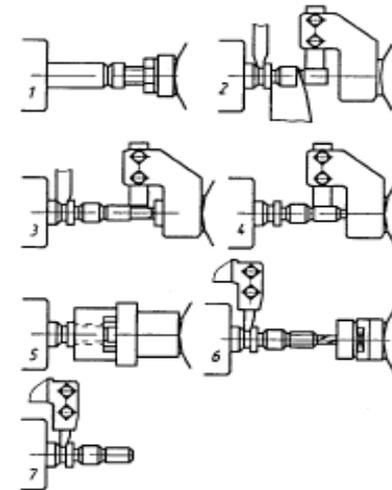
Обробка на токарно-револьверних верстатах автоматах

У великосерійному і масовому виробництві зовнішні циліндричні поверхні заготовок деталей типу тіл обертання в основному обробляють на автоматах і напівавтоматах .

Автомати й напівавтомати , залежно від компонувань , діляться на горизонтальні і вертикальні , а по числу шпинделів - на одношпиндельні і багатшпиндельні .

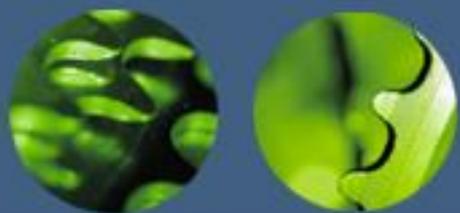
Горизонтальні одношпиндельні автомати підрозділяють на автомати поздовжнього точіння і токарно -револьверні . На автоматах поздовжнього точіння виготовляють деталі з прутка діаметром до 30 мм і довжиною до 100 мм , при цьому забезпечується точність по 7 ... 6 квалітетами і $Ra = 0,63 \dots 0,16$ мкм. Такі автомати найчастіше застосовують у радіо- і приладобудівної промисловості .

На токарно- револьверних автоматах виготовляють деталі складної форми з прутків діаметром 10 ... 63 мм, точність обробки відповідає 10 ... 8 - му квалітетами , $Ra = 2,5 \dots 0,63$ мкм.



Послідовність виготовлення деталі на автоматі





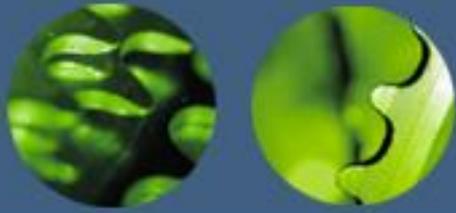
Обробка на токарних багатшпindelних верстатах - автоматах

Автомати и напівавтомати , залежних від моделі діляться на горизонтальні та вертикальні и по кількості шпindelелів на одного шпindelеля и багатшпindelельні .

Багатшпindelельні горизонтальні автомати і напівавтомати розділяють на горизонтально прудкові і патроні. Токарні багатшпindelельні прудкові автомати (чотір'юх- , шести- і восьмишпindelельні) застосовують для ОБРОБКИ зоготовок Із прудків діаметром 12 ... 100 мм и довжина до 160 мм Точність обробки забезпечується за 7 ... 10 квалітетом , $Ra = 2,5 \dots 0,63$ мкм.

У масовому и крупносерійному виробництві для обробки зовнішніх циліндрічних поверхонь заготовок деталей типу тіл обертання широко застосовують токарні вертикальні напівавтомати послідовної и непрірівної дії .





Схеми роботи напівавтоматів

Багатошпindelні напівавтомати послідовної дії призначені для обробки заготовок в патронах і можуть працювати як послідовно так і паралельно-послідовним схемам.

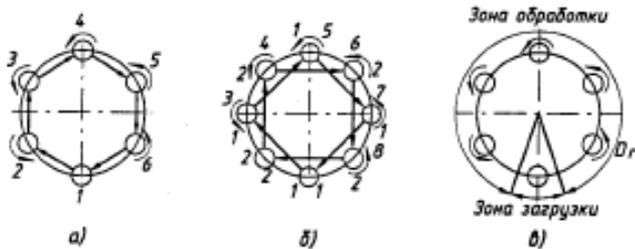
Шпindel, маючи одну завантажувальну позицію послідовно рухається з позиції на позицію (7...б). На кожній позиції проводиться обробка одної або декількох поверхонь заготовки в зазначеному в циклі обробки.

На цих верстатах можна виконувати попереднє і остаточне точіння різних поверхонь з точністю по 9...8-му квалітету. Установку і знаття заготовки виконують при зупиненому шпindelі (позиція 1).

На малюнку (б) показано рух шпindelів по паралельно-послідовній схемі : позиції 1-3-5-7-1 і 2-4-6-8-2.

Напівавтомати неприривної дії призначені для обробки заготовок в центрах і патронах. Вони служать для обробки поковок і відливок нескладної форми. Точність забезпечується по 11...10-му квалітету.

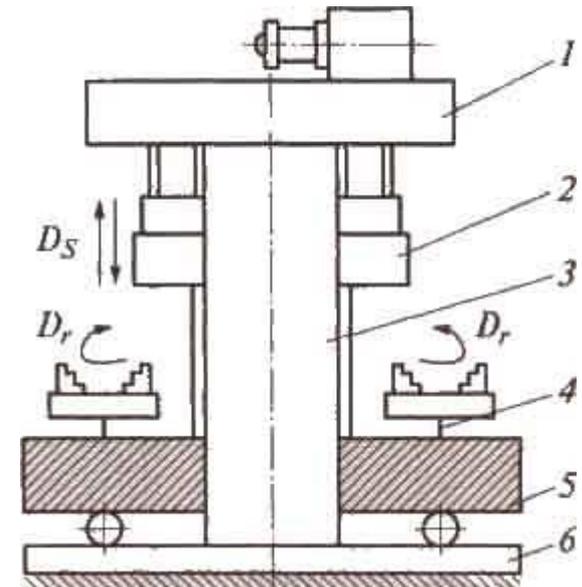
Принципiальна схема роботи шестишпindelного напівавтомата неприривної дії приведена на (в).

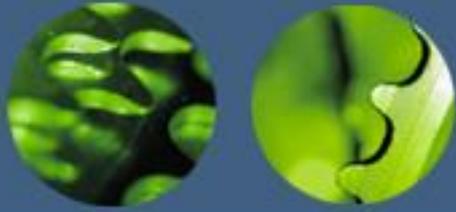


а – з однією загрузочною позицією , б – з двумя загрузочними позиціями ,
в – безприривної дії

Схема роботи вертикального багатошпindelного токарного напівавтомата:

- 1 — корпус;
- 2 — суппорт;
- 3 — колонна;
- 4 — шпindelь;
- 5 — стол;
- 6 — основа





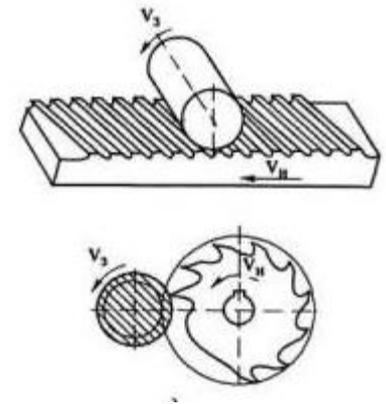
Фрезерування і протягування

Одним із продуктивних методів обробки зовнішніх поверхонь обертання являється фрезерування.

Процес реалізується на спеціальних фрезерних верстатах – При обробці заготовок ступінчастих валів, колінчастих, тощо. Його можна виконувати на вертикально-фрезерних верстатах і верстатах з ЧПУ кінцевими фрезами. **Точність обробки по контуру забезпечується по 10...9 квалітету, $Ra = 12,5...6,3$ мкм.**

Протягування зовнішніх циліндричних і інших поверхонь застосовуються в масовому виробництві і виконуються на протягувальних верстатах спеціального призначення, наприклад верстат для протягування шийок колінчастого вала двигуна внутрішнього згорання. При протягуванні заготовка обертається, а плоска протяжка прямолінійно рухається. Ширина протяжки дорівнює ширині оброблюваної поверхні. При цьому кожен зуб протяжки працює як різець.

Протягування являється високопродуктивним методом обробки і забезпечує точність по 8...7 квалітеті і $Ra = 6,3...0,2$ мкм.



Обробка циліндричної поверхні плоскою і круглою протяжкою