

Лекція 2.4

Тема 2.3 Обробка площин

1 Технологічне оснащення фрезерних, довбальних та стругальних верстатів.

1.1 Обточування плоских поверхонь.

1.2 Стругання та довбання площин.

1.3 Фрезерування площин.

2 Основні схеми обробки площин

1.1 Обточування плоских поверхонь

Площини оброблюють точінням, струганням, довбанням, фрезеруванням, шліфуванням та протягуванням.

Обточування плоских поверхонь в чистому вигляді зустрічається рідко, наприклад, підрізка торця А (рис. 1, а) з поперечною подачею $S_{\text{поп}}$ різця 3, закріпленого у різцетримачі 4. Заготовка 2 при цьому закріплена в пристосуванні 1 і обертається з кутовою швидкістю ω . Можливе поєднання обточування площини А з обробкою примикаючої до неї короткої циліндричної поверхні В (рис. 1, б), що забезпечує перпендикулярність площини осі даної поверхні. Обробка в даному випадку площини А і циліндричної поверхні В ведеться одним різцем 3 з поперечною подачею $S_{\text{поп}}$, а перехід по обточуванню площини може бути в операції головним або другорядним залежно від геометрії деталі. Обточування площини може відбуватися в тому ж переході, що й обточування циліндричної поверхні, наприклад, при проточуванні канавки вузьким різцем.

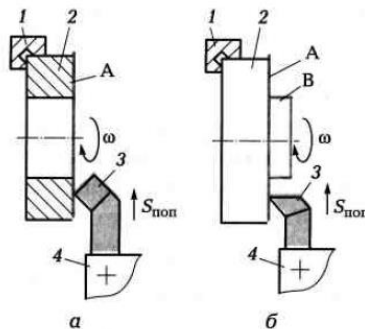


Рисунок 1 – Схеми обточування площин

а) обробка торця; б) обробка плоских поверхонь, що прилягають до циліндричної поверхні

До плоскої поверхні пред'являються вимоги по точності форми (опуклість або увігнутість) в межах допустимої не-площинності, що може бути виявлено за допомогою лекальної лінійки або по фарбі. Шорсткість плоскої поверхні залежить від тих же режимів обробки, що і шорсткість циліндричної поверхні. Точність по положенню плоскої поверхні багато в чому визначається положенням заготовки в робочій зоні верстата, тобто точністю базування заготовки.

1.2 Стругання та довбання площин

Стругання та довбання найбільш застосовні в серійному, дрібносерійному і одиничному виробництві, так як для роботи на стругальних і довбальних верстатах не потрібно складних пристосувань та інструментів. Однак ці види обробки малопродуктивні. Низька продуктивність пояснюється тим, що обробку ведуть одним або невеликим числом різців з втратами часу на зворотні холості ходи. В цілому стругання й довбання мають обмежене використання.

Обробку на стругальних і довбальних верстатах виконують різцями, подібними за формою на токарні. Однак, на відміну від токарної обробки, різцями формують поверхні з використанням **прямолінійного зворотно-поступального головного руху в горизонтальній** (на стругальних) або **у вертикальній** (довбальних верстатах) площині. Головний рух (різця або стола із заготовкою) має робочий хід (коли зрізується стружка) і холостий (зворотний) хід. Процес різання при струганні або довбанні – переривчастий, і видалення матеріалу відбувається тільки при прямому (робочому) ході інструменту. Зворотний холостий хід служить для охолодження останнього, що дозволяє не застосовувати МОР при обробці.

Наявність холостого ходу зменшує продуктивність обробки, тому його швидкість роблять набагато більшою за швидкість робочого ходу (в 1,5-2 рази). Подачу виконують теж періодично, після кожного холостого ходу.

Стругання являє собою *процес лезвіної обробки відкритих поверхонь, що мають прямолінійну або гвинтову твірну*. Різець (або група різців) здійснює зворотно-по-поступального рух в горизонтальній площині, а подача заготовки проводиться перпендикулярно вектору його руху. Схема багаторізевого стругання показана на рис. 2.

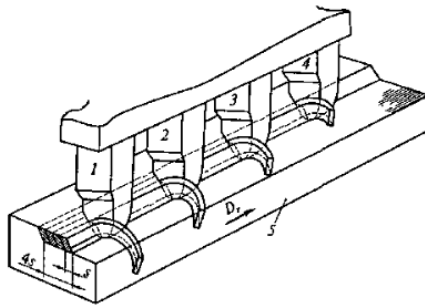


Рисунок 2 – Схема багато різцевого стругання

1-4 – різці; 5 – заготовка; D_f – рух різця; s – шар металу, що знімається одним різцем

Стругання, так само як і точіння, *розділяється на чорнове і чистове*. Чистове стругання виконується з малою подачею або різцями з широким лезом. При струганні крупних литих і зварних деталей особливе значення має правильність закріплення їх на столі верстата. Необхідно уникати при закріпленні деформації деталі, тому що в протилежному випадку після закінчення обробки та звільнення деталі від притисків вона прийме свою первинну форму і оброблена поверхня виявиться викривленою.

Наявність внутрішніх напружень у виливках сильно відбивається на точності стругання. Коли при струганні знімається поверхневий шар металу, рівновага внутрішніх напружень порушується і деталь деформується.

Для усунення або зменшення внутрішніх напружень сталеві деталі піддають відпалу, а чавунні виливки – штучному або природному старінню.

Стругання ефективно для чорнової та чистової обробки площин, уступів, рифлень, фасонних лінійних поверхонь, пазів і профілів відносно великої довжини й малої ширини, зубчастих поверхонь прямокутних конічних коліс. Важливою перевагою методу є проста конструкція інструмента. Це, крім усього іншого, полегшує досягнення точності при обробці (порівняно з фрезеруванням).

Переривчасте різання при струганні викликає ударне врізання інструменту в матеріал заготовки, що **веде до високих динамічних навантажень** на технологічну систему верстат-приспособувань-інструмент-деталь. Тому при струганні застосовують масивні швидкохідні інструменти та низькі швидкості різання.

При установці і затиску оброблюваної заготовки на стругальному верстаті необхідно стежити за тим, щоб заготовка не була деформована

силами від затискання, що особливо важливо при чистовому струганні заготовок великих габаритних розмірів. Тому після чорнового стругання таких заготовок рекомендується відпустити всі затискачі і знову затиснути заготовку так, щоб вона не мала деформацій.

При чистовій обробці внаслідок тихохідності стругальних верстатів слід застосовувати широкі різці з шириною різучої кромки від 15 до 40 мм і великі подачі (від 10 до 25 мм/подв. хід) в залежності від необхідних точності і шорсткості оброблюваної поверхні.

Універсальні стругальні верстати поділяють на поздовжньо- і поперечно-стругальні. У поздовжньо-стругальних верстатах головний рух отримує заготовка, в поперечно-стругальних – різець. Є *спеціалізовані* стругальні верстати – *кромкостругальні, копіювально-стругальні* та ін.

Поздовжньо-стругальні та поперечно-стругальні верстати широко застосовуються в одиничному, дрібно- і середньосерійному виробництві внаслідок їх універсальності, простоти управління, достатньої точності обробки та меншою вартістю в порівнянні з фрезерними верстатами.

Поздовжньо-стругальні верстати поділяють на одно-, двостоякові, з одним, двома і чотирма супортами. Одностійкові стругальні верстати застосовуються для обробки деталей, які не поміщаються повністю на столі верстата, а звішуються з нього.

При струганні на поздовжньо-стругальних верстатах стіл із закріпленою на ньому оброблюваної деталлю (або деталями) здійснює зворотно-поступальний рух; подача в поперечному напрямку (поперечна подача) надається різцю шляхом переміщення різцевого супорта, яке здійснюється переривчасто після кожного робочого ходу. Стружка знімається під час ходу столу в одному напрямку, тобто робочого ходу, хоча зворотний - холостий хід - здійснюється зі швидкістю, в 2-3 рази більшою, ніж швидкість робочого ходу, проте втрата часу при холостих ходах робить стругання менш продуктивним способом обробки, ніж інші способи (наприклад, фрезерування).

На поперечно-стругальних верстатах зворотно-поступальний рух має різець, який закріплений в супорті повзуна. Оброблювана деталь, що закріплюється на столі верстата, отримує поперечну подачу завдяки переривчастому переміщенню столу в поперечному напрямку після кожного робочого ходу.

Довжина столів поздовжньо-стругальних верстатів залежить від їх призначення і досягає 12 ... 15 м. Стіл може рухатися за допомогою рейкових передач або гідравлічних пристроїв. В останньому випадку можна досягти більш високої швидкості ходу столу і більш плавного реверсування, ніж при механічних приводах.

У поперечно і поздовжньо-стругальних верстатів різцетримач разом з різцем може повертатися у вертикальній площині при зворотному ході. Для установки різця по висоті супорта різцетримач можна переміщати у вертикальному напрямку. Для обробки похилих поверхонь супорт може бути повернутий на необхідний кут.

Рух повзуна здійснюється від гідросистеми або за допомогою кулісного механізму. Швидкість поступального руху повзуна є величиною змінною по довжині ходу.

Поперечно-стругальні верстати (рис. 3, а) застосовують в одиничному і серійному виробництві і в допоміжних цехах машинобудівних заводів для обробки заготовок довжиною не більше 1000 мм.

На вертикальних напрямних станини 7, встановленої на фундаментації плиті 6, переміщається траверса 5 з горизонтальними напрямними, на яких консольно встановлений стіл 1. Заготівка і робоче пристосування встановлюються на столі, вертикальне переміщення якого здійснюється домкратом 8. На верхньому торці станини виконані горизонтальні напрямні, по ним переміщується повзун 4.

На передньому торці повзуна виконані вертикальні напрямні для переміщення вертикального супорта 3 з хитною плитою 2 та різцетримачем. Для стругання похилих поверхонь вертикальний супорт має можливість повертатися навколо горизонтальної осі.

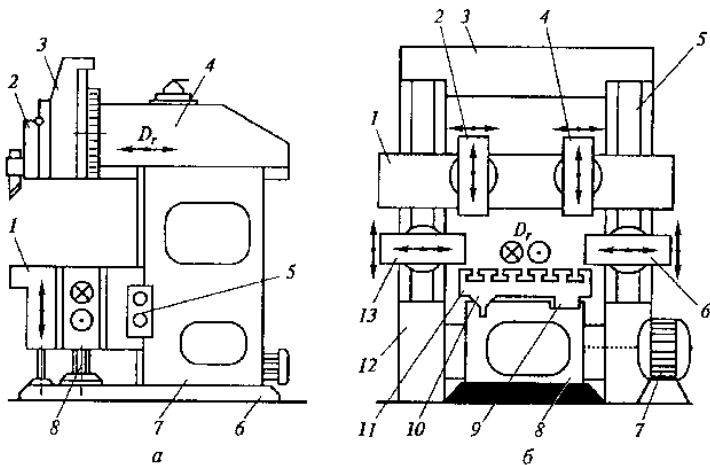
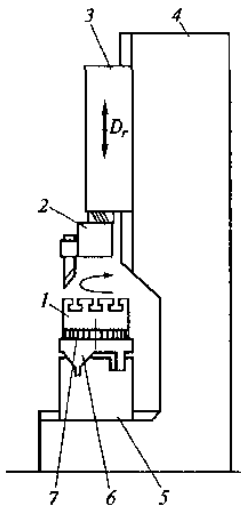


Рисунок 3 – Види стругальних верстатів
а) поперечно-стругальний верстат; б) поздовжньо-стругальний верстат

Великі і важкі заготовки зазвичай обробляють на поздовжньо-стругальних верстатах (рис. 9.3, б). Хід столу у цих верстатів 1,5 ... 12 м, ширина стругання 0,7 ... 4 м. Основою верстата служить станина 8, вздовж якої розташовані напрямні (права 9 - плоска, ліва 10 - V-образна). По напрямних переміщається стіл 11, на якому встановлюють заготовки. Стіл приводиться в рух від власного електродвигуна постійного струму 7, що дозволяє безступінчато регулювати швидкість прямого і зворотного ходів. Портал складається з лівої 12 і правої 5 стійок, з'єднаних поперечиною 3. По вертикальних напрямних стійок переміщається траверса 1 і каретки бічних супортів: правого 6 і лівого 13. На траверсі розміщені лівий 2 і правий 4 вертикальні супорти. Кожен супорт забезпечений власною коробкою передач, може бути повернутий на кут 60° і перемішатися у вертикальному та горизонтальному напрямку.

Довбання є різновидом стругання, *коли головний рух надається різальному інструменту у вертикальній площині.*

На довбальних верстатах, довбач із закріпленим у ньому різцем здійснює зворотно-поступальний рух у вертикальній площині. Стіл верстата, на якому закріплюється оброблювана деталь, має рух подачі в горизонтальній площині у двох взаємно перпендикулярних напрямках, і може переміщатися як у поздовжньому, так і в поперечному напрямку, а також здійснювати обертальні рухи навколо вертикальної осі.



Довбальні верстати *застосовуються в одиничному та дрібносерійному виробництві для отримання шпонкових канавок в отворах, а також для обробки профільних отворів: квадратних, прямокутних та інших форм отворів.* Для цих робіт у серійному і масовому виробництві застосовують протяжні верстати. Також довбанням обробляють поверхні внутрішніх контурів, коли неможливо або важко виконувати цю операцію на іншому верстаті, зубчасті вінці циліндричних зубчастих коліс внутрішнього та зовнішнього зачеплення на зубодовбальних і конічних прямозубих коліс на зубостругальних напівавтоматах.

Зовнішній вид довбального верстата показаний на рис. 4, де станина 4 служить його основою, на горизонтальних напрямних якої встановлені поперечні 5, поздовжні 6 і поворотні 7 салазки з робочим столом 1. По вертикальних напрямних станини переміщається повзун 3 з супортом 2 і різцетримачем.

Найбільш характерні види робіт, виконуваних на стругальних і довбальних верстатах, показані на рис. 5.

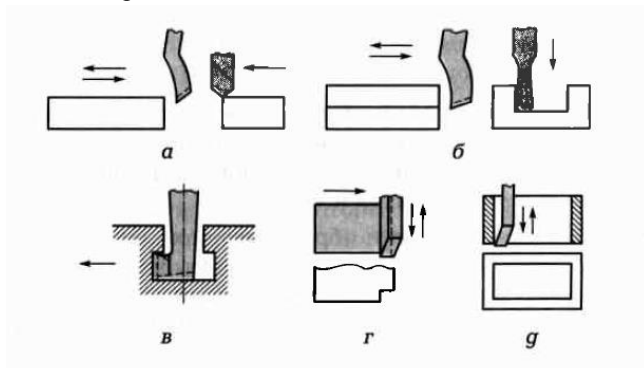


Рисунок 5 – Види робіт, що виконуються на стругальних та довбальних верстатах

- а) стругання площини; б) стругання пазу; в) стругання Т-подібного пазу; г) довбання кутового профілю;
д) довбання прямокутного отвору

Швидкості різання при цих видах обробки **невеликі**. Так, наприклад, при струганні заготовок з чавуну для чорнового проходу рекомендується швидкість різання 15 ... 20 м/хв, для чистового - 4 ... 12 м/хв з глибиною різання відповідно 0,5 ... 0,8 і 0,08 мм. Шорсткість поверхні при такому струганні досягається **Ra 1,25 мкм**.

При струганні і довбанні різці встановлюють на «розмір» зазвичай по розмітці або за шаблонами і рідше за допомогою «пробних стружок».

Оброблювані заготовки встановлюють безпосередньо на столі верстата, вивіряють і закріплюють прихватами або іншими нормалізованими затискачами.

Допоміжний час при роботі на стругальних і довбальних верстатах відносно великий, що ще більше знижує продуктивність цих верстатів. Найбільш вигідно на **поздовжньо-стругальних** верстатах обробляти довгі і вузькі площини, наприклад кромки сталевих листів і плит, направляючі станин металорізальних верстатів і т.д.

Підвищити продуктивність на стругальних верстатах можна при застосуванні:

- одночасно декількох різців на одній державці, що скоротить число робочих ходів і дозволить зняти значно більший припуск за один робочий хід при одночасній роботі декількох супортів, отже, суміщенні в часі обробки декількох поверхонь;
- широких різців і великих подач при чистовому струганні;

– спеціальних установочно-затискних пристроїв і шаблонів для установки різців при профільному струганні, наприклад при струганні V-образних напрямних станин верстатів і т. д.

Основний час при струганні та довбанні поверхні з розмірами l і b (b – розмір поверхні у напрямку подачі інструменту). Розраховують за формулою:

$$T_o = \frac{b + l_1 + l_2}{n_{2x} \cdot S_x},$$

де $l_1 + l_2$ – величина врізання та перебігу інструменту, мм;

n_{2x} – число подвійних ходів за хвилину, об/хв.;

S_x – подача за один подвійних хід, мм.

1.3 Фрезерування площин

Фрезерування – лезвійна обробка багатозубим інструментом плоских і фасонних поверхонь заготовок деталей машин.

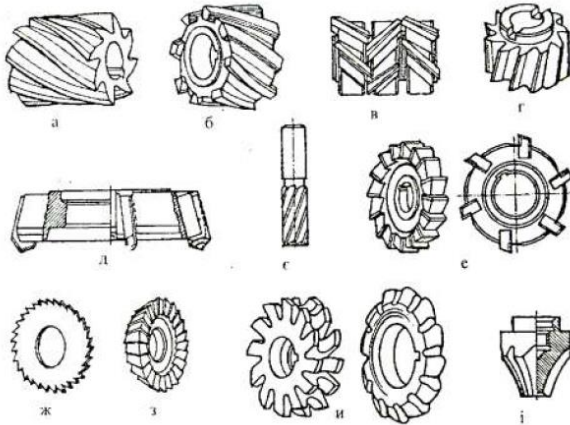
Фрезерування в масовому виробництві абсолютно витіснило стругання і частково довбання. При обробці фрезеруванням можна забезпечити значно більшу продуктивність, ніж при струганні, так як за допомогою багатолезового інструменту можна обробляти в одиницю часу значно більшу поверхню, ніж при обробці однолезвійним інструментом – різцем.

Підвищення продуктивності при фрезеруванні досягається також збільшенням числа одночасно оброблюваних заготовок і одночасно працюючих різучих інструментів, скороченням тривалості робочих і холостих ходів оброблюваної заготовки та інструменту.

Під час фрезерування фреза отримує головний обертальний рух, а заготовка – поступальні (іноді обертовий) рухи подач у трьох взаємно перпендикулярних напрямках. Іноді фреза може мати рух подачі лише в одному з напрямків.

Особливостями процесу фрезерування є переривчастий характер процесу різання кожним зубом інструменту і змінність товщини зрізаного шару. Кожен зуб фрези бере участь в різанні тільки на певній частині обороту фрези, іншу частину проходить по повітрю, вхолосту, що забезпечує дроблення стружки і охолодження зуба.

Фреза – це багатолезовий вісесиметричний інструмент, різальні леза якого розміщені на периферії та або на торці. За призначенням фрези (рис. 6) поділяють на циліндричні (а-в), торцеві (г, д), кінцеві (є), дискові дво- і тристоронні (е), прорізні або відрізні (ж), кутові (з), фасонні (и), модульні (і), різьбові, шліцові, шпонкові та інші.



За конструкцією розрізняють фрези суцільні та зі вставними ножами, наприклад показані на рис. 6 (б, в, д, є).

Суцільні фрези виготовляють із швидкорізальної сталі; вставні ножі – зі швидкорізальної сталі або твердого сплаву.

Рисунок 6 – Основні типи фрез

Фрези працюють *периферійними зубцями* (циліндричні, прорізні, відрізні, кутові, фасонні, модульні й шліцові) або *торцевими зубцями* (торцеві). Кінцеві фрези можуть обробляти поверхні як периферійними, так і торцевими зубцями.

Основними способами фрезерування, що забезпечують підвищення продуктивності обробки, є:

- **паралельне**, тобто *одночасне фрезерування декількох заготовок або декількох поверхонь однієї заготовки*. Це може бути здійснено установкою на одній оправці відповідного числа циліндричних, дискових і фасонних фрез або торцевих фрез на різних шпинделях, а також за допомогою однієї торцевої фрези великого діаметра або однієї циліндричної фрези достатньої довжини. При такому фрезеруванні різко скорочується трудомісткість обробки внаслідок поєднання машинного часу окремих переходів і зменшення допоміжного часу;

- **послідовне** фрезерування декількох заготовок, встановлених в ряд на столі верстата (або декількох поверхонь однієї заготовки), *по мірі їх підведення до фрези в процесі робочого руху столу верстата*. У цьому випадку різко скорочується допоміжний час, так як воно перекривається машинним часом;

- **паралельно-послідовне** фрезерування, *при якому одночасну обробку декількох заготовок* (або декількох поверхонь однієї заготовки), *встановлених*

в один або кілька рядів на столі верстата, комбінують з послідовною обробкою. Застосування цього способу поряд зі зниженням трудомісткості завдяки скороченню допоміжного часу дозволяє різко знизити машинний час;

- фрезерування **на поворотних столах і пристосування**. У цьому випадку трудомісткість обробки зменшується внаслідок суміщення великої частини допоміжного часу з машинним, так як знімають оброблену заготовку і встановлюють нову під час фрезерування деталі на іншій позиції столу або в пристосуванні;

- фрезерування **з подачею в обидві сторони** (маятникова подача). Цей спосіб обробки є різновидом попереднього, *його застосовують для невеликих поверхонь довгих заготовок, для яких використання поворотних пристроїв ускладнене;*

- **безперервне** фрезерування полягає в тому, що *оброблювані заготовки встановлюють на круглому безперервно обертаючому столі або в барабанному пристрої і фрезерують торцевими фрезами, встановленими на шпинделях верстата.* При такому фрезеруванні штучний час може бути дуже близьким або рівним машинному часу.

Обробку плоских поверхонь фрезеруванням виконують циліндричними або торцевими фрезами. При обробці плоскої поверхні А заготовки 1 **циліндричної фрезою 2** (рис. 7, а) використовують горизонтально-фрезерні верстати, на яких заготовку розташовують горизонтально. Довжина L фрези при цьому повинна бути трохи більше ширини В оброблюваної площині. Фреза 2 обертається з кутовою швидкістю ω , а заготовка 2 разом зі столом 3 верстата переміщається з поздовжньою подачею. При цьому знімається припуск h .

Обробка плоских поверхонь **торцевою фрезою 4** (рис. 7, б) точніше і продуктивніше порівняно з фрезеруванням циліндричною фрезою. Для фрезерування широких площин застосовують великі торцеві фрези зі вставними різцями. При обробці заготовок з кольорових матеріалів (алюміній і його сплави) застосовують однозубі торцеві фрези. Такі фрезерні операції виконують за один прохід. Рух подачі заготовки 1, жорстко пов'язаної зі столом 3, може бути прямолінійним або круговим в залежності від типу верстата і столу.

При великому випуску деталей застосовують одночасну обробку декількох деталей, використовуючи всю площу столу верстата і його великий хід.

На фрезерних верстатах плоскі поверхні можна обробляти циліндричними фрезами при русі столу верстата з закріплення заготовки назустріч напрямку обертання фрези, тобто методом **зустрічного фрезерування** (рис. 7, в) або в тому ж напрямку методом **попутного фрезерування** (рис. 7, г). При **зустрічному фрезеруванні** обидва рухи направлені назустріч один одному.

Товщина шару металу, що зрізується кожним зубом, збільшується поступово від нуля до максимуму; це сприяє плавній роботі фрези. Однак перед врізанням зуб деякий час ковзає по обробленій поверхні без врізання, що прискорює його зношування та погіршує якість поверхні. Для **попутного фрезерування** зуб працює більше на удар, але кращі умови його роботи на виході із заготовки. Тому **зустрічне фрезерування** рекомендують для **чорнової обробки**, особливо у випадках, **коли оброблювана поверхня містить окалину або залишки формувальної суміші**. **Попутне фрезерування** ефективніше для **чистої обробки**.

В обох випадках стружка, що знімається кожним зубом фрези, має форму коми, але в першому випадку товщина стружки поступово збільшується в процесі різання, а в другому зменшується.

Перевага зустрічного фрезерування полягає в плавному **збільшенні навантаження на зуб** і у врізанні зубів в метал під кіркою. **Недоліком** цього методу є **прагнення фрези відірвати заготовку від поверхні столу**.

На рис. 7, д-и наведені різні види обробки на фрезерних верстатах.

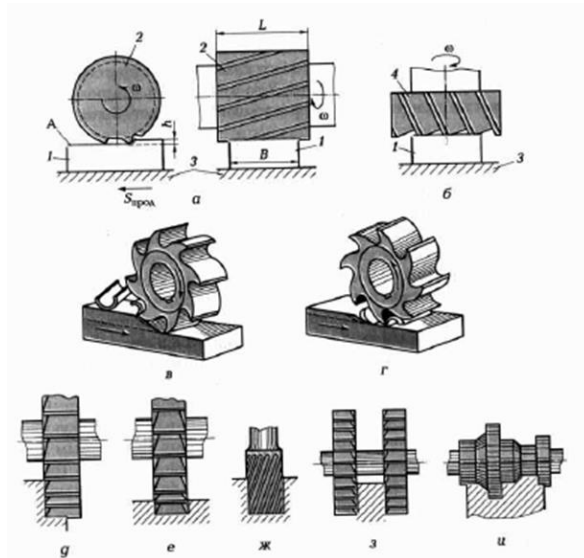
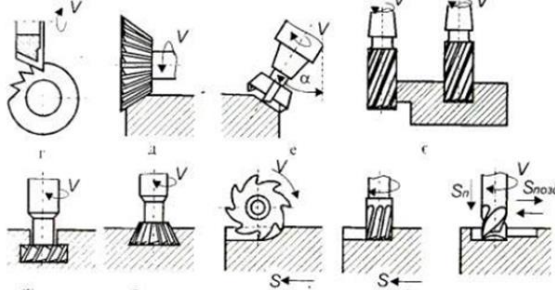
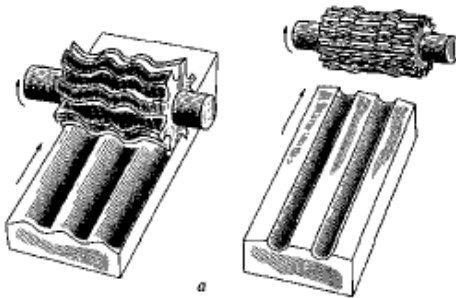


Рисунок 7 – Схеми фрезерування площин

а) циліндричною фрезою; б) торцевою фрезою; в) зустрічне; г) попутне; д, е) вертикальної площини і пазу дисковою трьохсторонньою фрезою; ж) пазу кінцевою фрезою; з) бокових площин двома торцевими фрезами; и) складного профілю набором фрез

На рис. 8 показано основні схеми фрезерування: горизонтальної площини циліндричною фрезою (а); горизонтальної, вертикальної і похилої площин - торцевою (б, в, е) фрезою, кінцевою (є), кутовою (д) та дисковою (к) фрезами; пазів прямокутного - дисковою (л), кінцевою (є), шпонкових - дисковою (и) і кінцевими (і, ї) типу “ластівчин хвіст” і Г-подібного кінцевими (з, ж) фрезами; фасонних поверхонь - дисковими фасонними (й) та кутовою (г) фрезами.





Застосування фасонних фрез особливо ефективно при обробці вузьких і довгих фасонних поверхонь (рис. 10, а).

Для фрезерування широких профілів застосовують набори фрез. Оправка з набором фрез для обробки деталей на

чотирьохшпиндельних поздовжньо-фрезерних верстатах показана на рис. 11, б. На оправці 1 закріплюють комплект фрез: 3, 4, 5, 7 і 8. Між фрезами встановлюють розпірні втулки 2 і 6. Весь набір кріплять гайками 9. Діаметр і профіль фрез вибирають відповідно до профілю оброблюваної заготовки. Оправку 1 встановлюють в один горизонтальний шпindel верстата, підтримуючу оправку 11 – в інший горизонтальний шпindel. Шліфований циліндричний хвостовик оправки 1 входить в бронзову втулку 10 оправки 11. Оправка 1 отримує обертання від одного шпинделя верстата, оправка 11 - від іншого шпинделя. Таким чином, відбувається одночасне обертання всього набору. Втулка є підтримуючо-центруючою. Обертання в ній хвостовика оправки відбувається тільки при пуску і виключенні верстата.

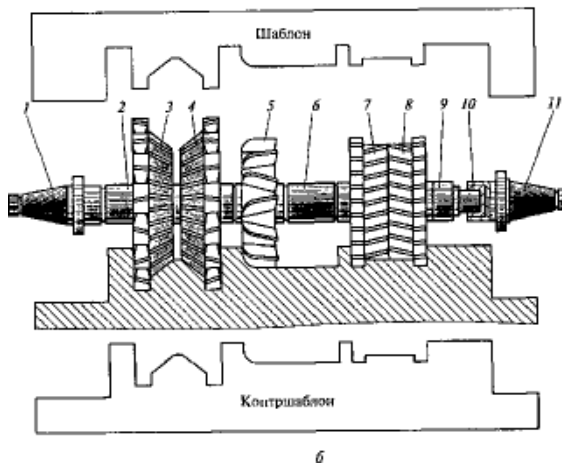


Рисунок 10 – Фасонне фрезерування

Точність фрезерування залежить від типу верстата, інструменту, режимів різання і інших чинників. Найбільшу точність обробки забезпечує швидкісне і тонке фрезерування, здійснюване переважно торцевими фрезами при обробці плоских поверхонь заготовок. Щоб не допустити контакту не беруть участь у різанні зубів фрези з оброблюваною поверхнею її встановлюють з ухилом приблизно 0,0001. При цьому з оброблюваної поверхні знімається припуск 0,2...0,5 мм. Точність фрезерування досягає 0,02...0,04 мм відхилення від площинності на 1 м довжини, шорсткість поверхні Ra 2,5 ... 0,63 мкм. При фрезеруванні може бути досягнута точність 8-го, 11-го квалітетів, а при швидкісному і тонкому фрезеруванні – 6-го, 7-го квалітетів. Шорсткість поверхні при чистовому фрезеруванні може бути 4-6-го класів.

На фрезерних верстатах заготовки кріплять на столі:

- безпосередньо за допомогою найпростіших механізмів: упорів, болтів, притискних планок;
- за допомогою універсальних (машинних лещат, ділильних головок тощо), спеціальних або спеціалізованих пристроїв із ручним або механізованим закріпленням. Поділові пристрої потрібні для повороту заготовки при послідовній обробці поверхонь, розташованих під різними кутами, наприклад впадин зубів зубчастих коліс, поверхонь під ключ головок болтів чи гайок.

Дія зручності розміщення та кріплення пристрою або заготовки на верстаті його стіл має Г-подібні пази, розміщені паралельно відносно поздовжніх напрямних. У пазах помішають головки кріпильних болтів і шпонки пристроїв (в середньому, найточнішому пазу).

Типи фрезерних верстатів і їх технологічні можливості

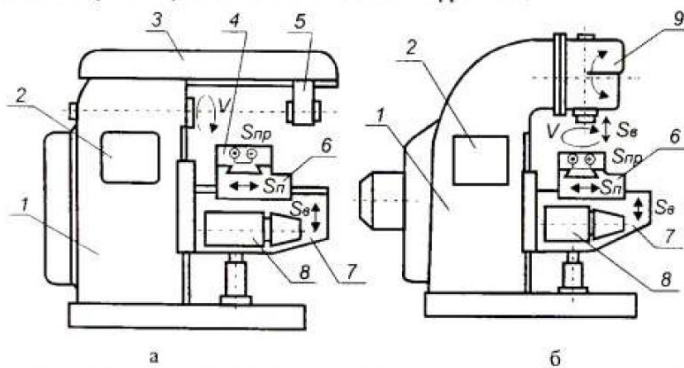
Фрезерні верстати призначені для чорнової, чистової та іноді викінчувальної обробки фрезами лінійчатих поверхонь (плоских і фасонно-лінійчастих) і різьб на заготовках різних конфігурацій як ротаційних, так і неротаційних. Після верстатів токарної групи фрезерні верстати є найпоширенішими, а фрезерування – одним з найпродуктивніших методів обробки.

За призначенням фрезерні верстати поділяють на верстати загального призначення, верстати з ЧПК і спеціалізовані. Верстати загального призначення мають широкі технологічні можливості: їх використовують в умовах від одиничного до середньосерійного виробництва для обробки

різномісних заготовок. Це вертикально-горизонтально- та універсально фрезерні, а також широко-універсальні та поздовжньо-фрезерні верстати.

Широко-універсальний фрезерний верстат має змінні горизонтальну і вертикальну фрезерні та іноді довбальну головки, що дає змогу виконувати надзвичайно широкий діапазон робіт. Такі верстати часто використовують в інструментальних та ремонтних цехах одиничного виробництва. Тому їх ще називають інструментально-фрезерними.

На рис. 9.11 показано загальний вигляд найпоширеніших консольно-фрезерних верстатів загального призначення і горизонтально- (а) і вертикально-фрезерного (б) моделей 6Р82Г і 6Р11.



а) горизонтально-фрезерного; б) вертикально-фрезерний

Рисунок 11 – Загальний вигляд консольно-фрезерний верстатів

Їх основні функціональні частини:

– станина 1 з вертикальними напрямними. В станині розміщена коробка швидкостей 2 привода головного вала верстата – шпинделя. Вісі шпинделя розташована горизонтально (рис 9.11, а) і вертикально (рис. 9.11, б). У кінцевий отвір шпинделя встановлюють фрезу безпосередньо або через оправку. Шпиндель пустотілий, що дає змогу надійніше кріпити фрезу шомполом, або спеціальним механізмом затягування. На горизонтально-фрезерному верстаті оправка додатково підтримується опорою підвіски 5, яка може переміщатися вздовж напрямних хобота 3. На вертикально-фрезерному верстаті шпиндель разом із піноллю може переміщатися вертикально (подача S_v). Фрезерну головку 9 можна повертати - виставляти вісь шпинделя під кутом до вертикалі (установче переміщення). Це дає можливість обробляти нахилені поверхні торцевими або кінцевими фрезами.

– консоль, або консольна балка 7. Вона може переміщатися по вертикальних напрямних станини (подача S_v – частіше установче переміщення) і містить хрестовий стіл 6, на якому кріплять заготовку. Стіл може перемішатися в поздовжньому (подача $S_{повз}$) і поперечному (подача $S_{поп}$) напрямках. Привод подач 8 окремий від привода головного руху та розміщується разом з коробкою подач у консолі. Тому подачу на фрезерних верстатах задають у мм/хв.

Універсально-фрезерні верстати відрізняються від горизонтально-фрезерних наявністю поворотної частини стола (в горизонтальній площині). Можливість повороту стола на кут до $\pm 45^\circ$ дає змогу фрезерувати гвинтові поверхні дисковими фрезами.

Основні параметри фрезерних верстатів, що характеризують їх технологічні можливості:

– розміри стола (входять у позначення моделі верстата), величини переміщень стола в трьох напрямках і найменша та найбільша відстані від осі шпинделя до поверхні стола (на горизонтально-фрезерному) або від торця шпинделя до поверхні стола (на перти кално-фрезерному верстаті). Ці розміри характеризують граничні габарити заготовки (разом з пристроєм).

– розмір кінцевого отвору шпинделя та розміри пазів стола визначають приєднувальні розміри оснастки:

– потужність привода, діапазони частот обертання шпинделя й подач характеризують можливі режимні параметри обробки;

– кількість інструментів у револьверній головці або магазині (для верстатів з ЧПК).

Поздовжньо-фрезерні (рис.12) *призначені для обробки плоских поверхонь на заготовках великих габаритів*. Усі ці верстати мають ручне керування.

Спеціалізовані фрезерні верстати *призначені для виконання певного виду роботи*. Діапазон виконуваних робіт значно вужчий, зате вони *мають напівавтоматичний цикл роботи і набагато продуктивніші* за верстати загального призначення. Тому їх використовують у масовому, крупно- та іноді середньосерійном виробництвах.

Сюди належать шпонко-фрезерні, зубофрезерні, шліцефрезерні, копіювально-фрезерні (для фрезерування дискових кулачків за копіром), різьбофрезерні, карусельно- та барабанно-фрезерні.

Фрезерні верстати з ЧПК *мають широкі технологічні можливості та високий рівень автоматизації. Вони працюють у напівавтоматичному режимі, високопродуктивні, легкі в переналагодженні та оснащені магазином або револьверною головкою на 5... 15 інструментів, які можуть змінюватися автоматично за програмою*. На цих верстатах поряд з фрезами

використовують також свердла, зенкери, розвертки, мітчики, іноді розточувальні головки. Контурні системи ЧПК *дають змогу обробляти складні профільні поверхні*. Деякі верстати оснащують поворотними головками (дещо нагадують ділильні головки для верстатів загального призначення), керованими від ЧПК. Це дає змогу обробляти заготовки валів, втулок, невеликих корпусних деталей з їх поворотом навколо горизонтальної осі. Верстати з ЧПК *ефективні в дрібно- та середньосерійному типах виробництва*.

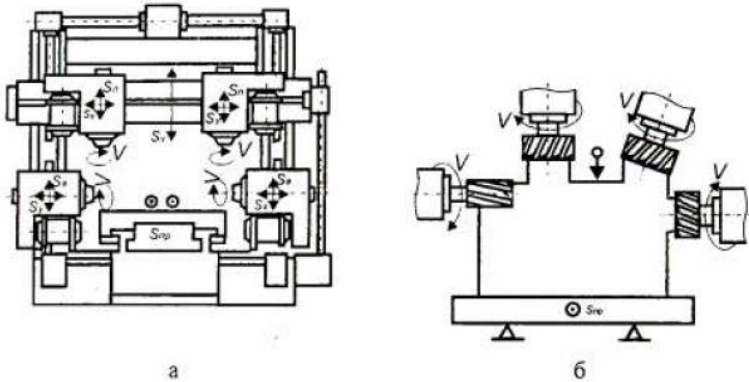


Рисунок 12 – Загальний вигляд поздовжньо-фрезерного верстату (а) і схема фрезерування заготовки (б)

Характерним для групи **спеціалізованих фрезерних верстатів** є *поздовжньо-фрезерний чотирьохшпиндельний верстат*, показаний на рис. 13. На ньому можна обробляти заготовку одночасно з декількох сторін. По напрямних станини 1 може переміщатися стіл 2, на якому закріплюють заготовки. Обробка виконується фрезами, встановленими в шпинделях шпиндельних бабок 3,5, 6 та 7. Фрези можуть висуватися уздовж шпинделів бабок, а бабки 5 і 6 можуть переміщатися по напрямних поперечки 4 в горизонтальному напрямку. Аналогічно переміщаються і шпиндельні бабки 3 і 7, але тільки у вертикальному напрямку.

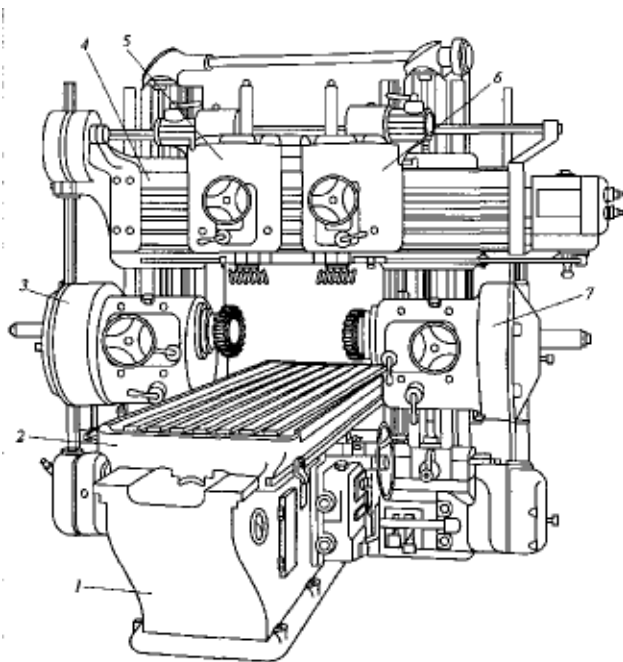


Рисунок 13 – Загальний вигляд спеціалізованого фрезерного верстата

Основний час для фрезерування визначають за формулою:

$$T_o = \frac{L_{p.x} \cdot i}{n_d \cdot S_{xв}}, \text{хв}$$

де $L_{p.x}$ - розрахункова довжина робочого ходу, мм,

$S_{xв}$ - хвилинна подача, мм/об.

$$L_{p.x} = l + l_1 + l_2, \text{мм}$$

де l – довжина оброблюваної поверхні в напрямку подачі, мм;

$l_1 + l_2$ - величини врізання і перебігу інструмента, мм. Величина l_1 залежить від глибини різання й діаметра фрези;