



**Міністерство освіти і науки України**

**Державний біотехнологічний університет**

**Факультет лісового господарства, деревооброблювальних технологій та  
землепорядкування**

**Кафедра деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового  
комплексу**

## **ЧОТИРИБІЧНІ ПОЗДОВЖНЬО-ФРЕЗУВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ**

**Методичні вказівки  
для самостійного вивчення дисципліни  
ДЕРЕВООБРОБНІ ВЕРСТАТИ  
для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
денної ( заочної ) форми навчання спеціальності  
187 Деревообробні та меблеві технології**

**Харків  
2023**

Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства,  
деревооброблювальних технологій та землевпорядкування

Кафедра деревооброблювальних технологій та  
системотехніки лісового комплексу

## **ЧОТИРИБІЧНІ ПОЗДОВЖНЬО-ФРЕЗУВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ**

Методичні вказівки  
для самостійного вивчення дисципліни  
ДЕРЕВООБРОБНІ ВЕРСТАТИ  
для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
денної (заочної) форми навчання спеціальності  
187 Деревообробні та меблеві технології

Затверджено рішенням  
навчально-методичної комісії  
факультету ЛГДТЗ ДБТУ  
Протокол № 6  
від 06 березня 2023 р.

Харків  
2023

УДК 674.05 (075.8)  
Ч11

Схвалено  
на засіданні кафедри деревооброблювальних технологій  
та системотехніки лісового комплексу  
Протокол № 8 від 02 лютого 2023 р.

**Рецензенти:**

**С.А. Шевченко**, докт. техн. наук, доцент кафедри деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу, Державний біотехнологічний університет

**М.В. Карнаух**, канд. техн. наук, доцент кафедри транспортних технологій і логістики, Державний біотехнологічний університет

Ч11 Чотирибічні поздовжньо-фрезувальні верстати : метод. вказівки для самост. вивчення дисципліни для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заоч.) форми навч. спеціальності 187 Деревообробні та меблеві технології / Державний біотехнологічний університет ; уклад. Ю. О. Градиський, М. О. Соседко, А.В. Войтов. – Харків, 2023. – 25 с.

В методичному посібнику розглянуто призначення, конструкцію, правила налагоджування та роботи на чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатах .

Методичні вказівки призначені студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навчання спеціальності 187 Деревообробні та меблеві технології.

УДК 674.05 (075.8)

**Відповідальний за випуск : Ю. О. Градиський, канд. техн. наук, доцент**

© Ю. О. Градиський, М. О. Соседко,  
А. В. Войтов, 2023  
© ДБТУ, 2023

## ЗМІСТ

1. Чотирибічні поздовжньо-фрезувальні верстати .....	4
2. Чотирибічні стругальні верстати .....	9
3. Кромкофугувальні верстати .....	14
4. Чотирибічний стругальний верстат с26-2 .....	17
5. Підготовка і кріплення різального інструменту в чотирибічних поздовжньо-фрезерні (стругальних) верстатах .....	18

## 1. Чотирибічні поздовжньо-фрезувальні верстати 4

**Чотирибічні поздовжньо-фрезувальні** верстати призначені для поздовжнього фрезування заготовок із чотирьох боків за заданими розмірами поперечного перерізу та профілем.

На цих верстатах встановлюють чотири й більше шпинделів, на яких можна закріплювати ножові головки, фрези або пилки. Залежно від профілю різальної частини інструменту деталі можна виготовляти плоскі або профільні. Схеми можливих профілів деталей наведено на рис. 6.12.

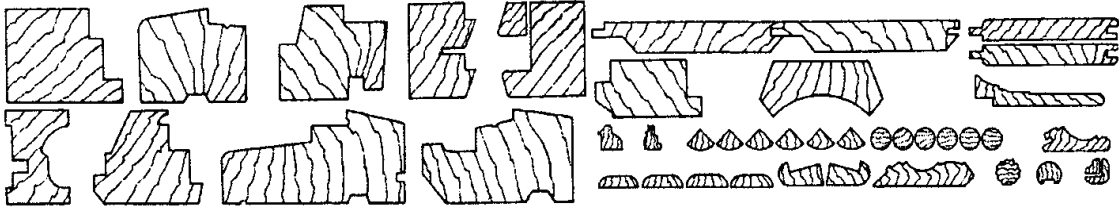


Рисунок 6.12 – Схеми можливих профілів деталей, оброблених на чотирибічних верстатах

Залежно від **максимальної ширини оброблення** розрізняють такі види верстатів:

- *легкі* (або кальвочні) — для оброблення профільних меблевих і столярних деталей шириною до 160 мм (загальна встановлена потужність 14—18 кВт);
- *середні* — для оброблення столярних плоских і профільних деталей шириною до 250 мм (потужність 20—30 кВт);
- *важкі* — для оброблення погонажних виробів і пиломатеріалів масового випуску шириною до 650 мм (потужність до 150 кВт).

За **типом подачі** верстати бувають із зосередженою подачею, в яких органи подачі встановлені перед механізмами різання, і з розподіленою — з органами подачі, розміщеними по всій довжині верстата.

Розглянемо принципову схему чотирибічного поздовжньо-фрезуального верстата (рис. 6.13) із зосередженим механізмом подачі вальцевого типу.

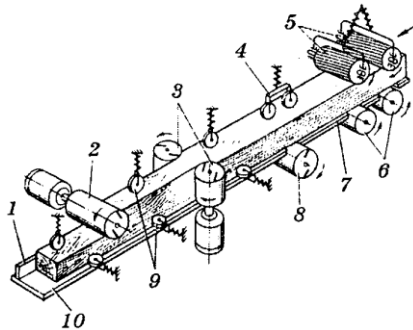


Рисунок 6.13 – Принципова схема чотирибічного поздовжньо-фрезуального верстата: 1 — напрямна лінійка; 2 — верхня горизонтальна ножова головка; 3 — права і ліва вертикальні ножові головки; 4 — притискні ролики; 5 — рифлені вальці; 6 — гладкі вальці; 7 — передній стіл; 8 — фугувальна ножова головка; 9 — підпружинені ролики; 10 — задній стіл

**Механізм різання** включає фугувальну ножову головку 8, яка обробляє нижню поверхню заготовки, яка в зоні різання притискається до поверхні переднього стола 7 притискними роликами 4. Створюється технологічна база для подальшого переміщення заготовки на поверхні заднього стола 10 подібно до оброблення на фугувальному верстаті. Правою і лівою вертикальними ножовими головками 3 заготовці надається заданий розмір по ширині. Верхня горизонтальна ножова головка 2 формує товщину оброблюваної заготовки. При цьому заготовка притискається до напрямної лінійки 1 і заднього стола 10 підпружиненими роликами 9.

**Механізм подачі** заготовки складається з двох верхніх підпружинених рифлених вальців 5, що регулюються за висотою, і двох нижніх гладких вальців 6. Спочатку заготовка базується на передньому столі 7 і правій напрямній лінійці розподіленого притискного механізму.

Однією з відповідальних операцій при оброблянні на чотирибічних верстатах є створення

базової поверхні при фугуванні. За наявності кривизни у заготівці, під дією сил притискання над фугувальною ножовою головою, заготівка вирівнюється й знімається однаковий по всій її довжині припуск. Коли притискне зусилля знімається, заготівка випрямляється, і створена базова поверхня стає нерівною. Зменшення деформування заготовок невеликої жорсткості, при фрикційній механічній подачі, досягають створенням тимчасових проміжкових баз або заміною рухомого ковзаючого базування по пласті жорстким базуванням по країці (рис. 6.14).

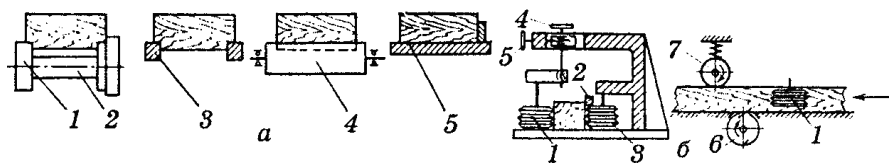


Рисунок 6.14 – Схема пристроїв для зменшення деформації заготівки при фугуванні: *a* — створення тимчасових технологічних баз: 1 — вузькі стрічки; 2, 4 — ножові головки; 3 — шини; 5 — заготівка; *б* — базування по країці: 1, 3 — рифлені ролики; 2 — напрямна лінійка; 4, 5 — гвинтові пристрої; 6 — фугувальна головка; 7 — подавальний валець

У першому випадку (рис. 6.14, *a*) першою ножовою головою 2 фрезують не всю оброблювану поверхню, а тільки вузькі стрічки 1, які утворюють точну чистову базу. Під час фрезування таких неглибоких вузьких стрічок виникають незначні сили різання, не потрібні великі зусилля притискання і заготівка не деформується. Подальше базування здійснюється на підготовлених технологічних базових поверхнях у вигляді вузьких стрічок і установочних баз на верстаті, виконаних у вигляді шин 3. Базуючись на шинах, заготівка не деформується зусиллям притиску. Наступна ножова головка 4 знімає припуск по всій ширині заготівки, включно з тимчасовими базами. Подальше базування відбувається, зазвичай, по всій нижній поверхні 5 заготівки.

У другому випадку для виключення вертикального прогину заготівка (рис. 6.14, *б*) базується боковою крайкою по напрямній лінійці 2 і подається рифленими роликами 1 і 3, які розміщені збоку від заготівки. Правий за ходом ролик 3 дещо виступає над поверхнею напрямної лінійки 2, до якої заготівка притискається лівим роликом 1. Положення лівого ролика регулюється у вертикальному та горизонтальному напрямках гвинтовими пристроями 4 і 5. Ролики утримують оброблювану заготівку на заданому рівні під час оброблення фугувальною головою 6 і передають заготівку під подавальний валець верстата 7.

Кінематичну схему чотирибичного верстата зображено на рис. 6.15.

Верстат працює за фугувально-рейсмусовою схемою.

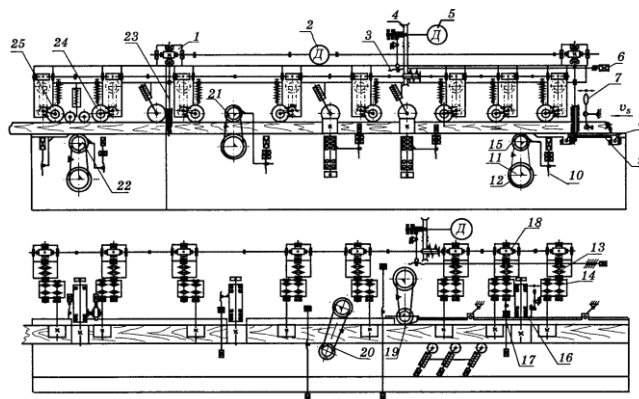


Рисунок 6.15 – Кінематична схема чотирибичного верстата: 1 — черв'ячні передачі; 2, 5, 12 — електродвигуни; 3 — гвинтова пара; 4 — клинопасовий варіатор; 6, 7 — ручки; 8 — важільний механізм регулювання; 9 — передній стіл; 10, 17 — гвинтові пари; 11 — клинопасова передача; 13, 14 — спарені ланцюгові передачі; 15 — нижній горизонтальний шпindel; 16 — підшипникові опори; 18 — черв'ячні редуктори; 19 — правий вертикальний шпindel; 20 — лівий вертикальний шпindel; 21 — верхній горизонтальний шпindel; 22 — додатковий горизонтальний шпindel; 23 — гвинтові пари; 24 — подавальні вальці; 25 — гладкий валець

**Механізм різання** верстата складається з нижнього горизонтального шпинделя 15, правого

вертикального шпинделя 19, верхнього горизонтального 21 і лівого вертикального 20 шпинделів, додаткового горизонтального шпинделя 22 для створення профілю на заготівці або ділення її по ширині за допомогою круглих пилок на декілька деталей. Конструкція шпинделів уніфікована і представляє собою вал, що обертається в двох підшипникових опорах 16 з частотою обертання 6000—9000 за хвилину і приводиться в рух від електродвигуна 12 через клинопасову передачу 11. Шпинделі мають вертикальне і горизонтальне настроювальні переміщення за допомогою гвинтових пар 10 і 17.

**Механізм подачі** верстата побудований за розподіленою схемою. Подавальні вальці 24 встановлені по всій довжині верстата. За цих умов зусилля притискання, що здійснюється кожним вальцем, є незначним, позаяк воно становить тільки частку від загального зусилля, яке необхідне для подачі.

Привод подавальних вальців — від електродвигуна 5 через клинопасовий варіатор 4, черв'ячні редуктори 18 і спарені ланцюгові передачі 13, 14. Швидкість подачі регулюється ручкою 6 через гвинтову пару 3.

Робоча поверхня вальців є рифленою за винятком останнього 25 на виході з верстата, який є гладким.

Усі верхні ножові головки та притискні елементи виконані в одному блоці. Залежно від товщини виробу, настроювання блоку по висоті здійснюється одночасно за допомогою електродвигуна 2 через черв'ячні передачі 1 і гвинтові пари 23.

Товщина шару, що знімається із заготівки, регулюється зміною положення переднього стола 9, який має важільний механізм регулювання 8 за допомогою ручки 7.

Для чотирибічних верстатів, які оснащені великою кількістю шпинделів, притискних і подавальних пристроїв, важливе значення має швидкість і простота переналадження та регулювання верстата. У верстатах усі органи налагодження та керування виносяться на фронтальний бік (бік обслуговування), поз. 8 на рис. 6.16.

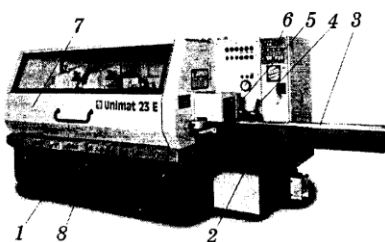


Рисунок 6.16 – Загальний вигляд середнього чотирибічного поздовжньо-фрезувального верстата: 1 — станина; 2 — передній стіл; 3 — напрямна лінійка; 4 — ручка налагодження положення переднього стола; 5 — ручка налагодження положення напрямної лінійки; 6 — пульт керування; 7 — звукопоглинаюче огородження; 8 — елементи розмірного настроювання ножових головок

На рис. 6.17 зображено вальцевий подавальний механізм чотирибічного верстата.

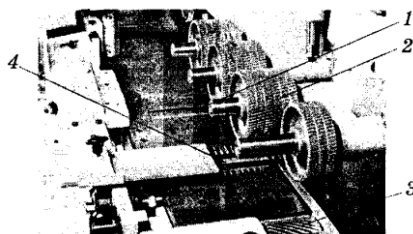


Рисунок 6.17 – Вальцевий подавальний механізм чотирибічного верстата: 1 — нижній гладкий подавальний валець; 2 — верхній рифлений подавальний валець; 3 — нижній рифлений подавальний валець; 4 — ножова головка

**Налагодження** чотирибічних верстатів здійснюється в такій послідовності:

1. *Установлення різального інструменту.* На верстатах використовують складені та суцільні фрези, а також ножові головки зі змінними вставними ножами. Радіальне биття ножів не повинно перевищувати 0,03 мм, допустиме відхилення кутів загострення від номінальних  $\pm 1$ .

2. *Установлення нижньої горизонтальної головки та правого вертикального*

шпинделя аналогічно настроюванню переднього стола і вертикальної головки на двобічному фугувальному верстаті. Лівий вертикальний шпindel ь установлюють відносно правого на ширину еталону оброблення. Верхній горизонтальний шпindel ь установлюють на висоту відповідно до заданої товщини оброблення за еталоном або спеціальним індикаторним пристроєм.

3. *Установлення притискних роликів.* Робочі поверхні притискних роликів повинні бути нижче від поверхні оброблення на 2—3 мм. За наявності пружинних притискачів, зусилля притискання регулюється величиною стиснення пружин. Надмірне зусилля притискання може призвести до пошкодження оброблюваної поверхні та ускладнення роботи механізму подачі.

4. *Установлення подавальних вальців.* Нижні подавальні вальці установлюють на 0,2—0,5 мм вище над робочою поверхнею стола залежно від породи деревини (для м'якої 0,3—0,5 мм і для твердої — 0,2—0,3 мм). Поверхні вальців повинні бути паралельні до поверхні стола. Верхні подавальні вальці установлюють нижче від поверхні, що обробляється, на 2—3 мм.

**Чотирибічні поздовжньо-фрезерні верстати призначені** для чотирибічної обробки пиломатеріалів, будівельних, брускових (плоских або профільних) деталей.

Брускові столярні деталі мають складний профіль поперечного перерізу й невеликі розміри. До них пред'являються вимоги високої точності і якості обробки. Обробка їх ведеться на чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатах з точними й високооборотними шпинделями при невеликій швидкості подачі. Такі верстати називають **кальвовочними**. Перед роботою на кальвовочних верстатах у заготівок попередньо формують технологічні бази на фугувальних верстатах.

Фрезеровані пиломатеріали й будівельні погонажні деталі мають простий профіль поперечного перерізу й не вимагають високої точності виготовлення. Вони обробляються на чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатах без попередньої підготовки. При компонуванні чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатів використовують принципи фугування й рейсмусування. Верстати виконуються за фугувально-рейсмусовою схемою або двурейсмусовою схемою.

**При обробці за фугувально-рейсмусовою схемою** (рис. 74, а) заготівка базується чорновою базою по передньому столі 1, а після фрезерування нижньої поверхні ножовим валом 2 подальше базування відбувається по задньому столі 3. Ножовий вал 4 фрезерує верхню поверхню заготівки.

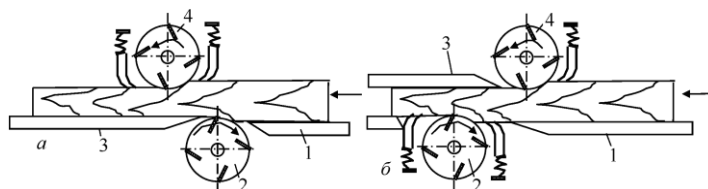


Рисунок 74 – Схеми двостороннього фрезерування: а - фугувально-рейсмусова; б - двурейсмусова

**При обробці заготівки на верстаті з двурейсмусовою схемою** (рис. 74, б) чорнове базування заготівки відбувається нижньою поверхнею по передньому столі 1. Після створення верхньої чистової бази першим верхнім ножовим валом 4 заготівка притискається вгору й базується по задньому верхньому столі 3. Подальша обробка здійснюється знову методом рейсмусування ножовим валом 2.

На рис. 75 наведений чотирибічний поздовжньо-фрезерний верстат, що працює за фугувально-рейсмусовою схемою.

Заготівка чорновою базою базується по передньому столі 1, що при настроюванні піднімається на товщину зрізаного шару. Заготівка подається приводними вальцями 2 і фрезерується ножовою головкою 3. Отримана чистова база заготівки взаємодіє з заднім столом б і верхня поверхня заготівки фрезерується ножовою головкою 7.



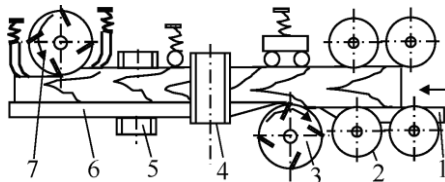


Рисунок 75 – Схеми чотирибічного поздовжньо-фрезерного верстата

Права бічна крайка заготовки спочатку базується по передній напрямній лінійці, а після створення чистової бази ножовою головою 5 - по задній напрямній лінійці. Ліва бічна крайка заготовки фрезерується ножовою головою 4.

Вітчизняна промисловість випускає чотирибічні поздовжньо-фрезерні верстати моделей С16-4А, С25-4А й ін.

Загальний вигляд сучасного верстата показаний на рис. 76.



Рисунок 76 – Чотирибічний поздовжньо-фрезерний верстат:

**Налагодження чотирибічних верстатів.** Налагодження виконується так.

1. Підбирають фрези або ножові головки. Радіальне биття ріжучих крайок повинно бути не більше 0,03 мм, відхилення кутів заточення від номінальних - не більше  $\pm 1^\circ$ .

2. Поверхня заднього стола й задньої лінійки повинна бути дотичною до окружності обертання ріжучих крайок лез. Поверхня переднього стола й передньої лінійки повинна відступати на глибину фрезерування.

3. Притискні елементи повинні бути розташовані на 2 - 3 мм ближче до стола й лінійки, чим настроєчний розмір. Зусилля притиску регулюють, наприклад стиском пружин.

4. Нижні вальці, що подають, встановлюють на 0,2 - 0,5 мм вище поверхні стола залежно від твердості оброблюваної деревини.

5. Налаштовують необхідну швидкість подачі.

6. При правильному налагодженні допускаються наступні погрішності розмірів обробленої поверхні: відхилення розмірів по 11 - 13 квалітетам; непрямолінійність бічних крайок - не більше 0,2 мм на довжині 1000 мм; непаралельність бічних крайок - не більше 0,3 мм на довжині 1000 мм; неперпендикулярність суміжних бічних поверхонь - 0,15 мм на лінії 100 мм. При більших відхиленнях проводять підналагодження й підналадку верстата.

Технічні характеристики чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатів

	С16-4А	С16-42	С25-5А	С26-2Н
Розміри оброблюваного матеріалу, мм:				
ширина найбільша	32-160	32-160	50-250	50-250
товщина	10-80	10-80	12-125	12-125
довжина найменша	-	400	630	630
Кількість шпинделів	4	4	5	5
Діаметр окружності різання, мм	180	140-180	140-180	140-180
Частота обертання ножового вала, $\text{хв}^{-1}$	6000	4500	4500	4500
Швидкість подачі безступінчаста, м/хв	7-42	6-12	10-40	10-40
Встановлена потужність, кВт	22	19	49,5	28
Габарити (довжина×ширина×висота),	2760×1250×1400	2000×1500×1800	3750×1560×1870	2625×1350×1512

мм				
Маса, кг	4000	2000	4000	3265

## 2. Чотирибічні стругальні верстати

### Конструкція верстатів

Чотирибічні стругальні верстати призначені для плоскої й профільної обробки за один прохід всіх чотирьох поверхонь заготовок або дощок. Іноді на цих же верстатах передбачають елементи для поділу заготовок по ширині або товщині.

**Робочі органи.** Робочі органи (рис. 127) складаються з двох горизонтальних робочих валів (або шпинделів) - верхнього і нижнього - і двох вертикальних шпинделів - правого й лівого. В деяких моделях верстатів додатково встановлений п'ятий нижній горизонтальний шпиндель. Подача матеріалу вальцюво-гусенична або вальцюва. Верстати обладнані напрямними й притискними пристроями. Всі елементи закріплені на литій станині.

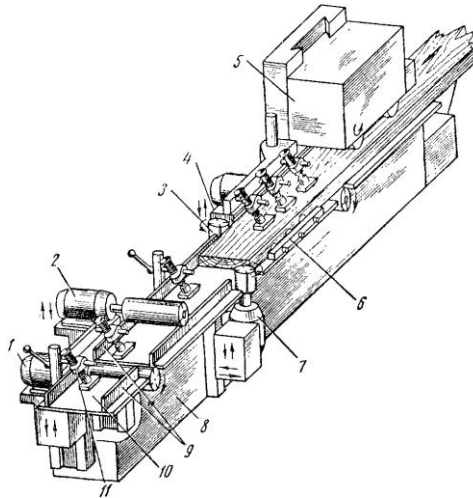


Рисунок 127 – Схема чотирибічного стругального верстата: 1 — супорт додаткового п'ятого нижнього кальвочного шпинделя, 2 — верхні горизонтальні шпинделі, 3 — правий вертикальний шпиндель, 4 — супорт нижнього горизонтального шпинделя, 5 — супорт механізму подачі, 6 — горизонтальний притискний пристрій, 7 — супорт лівого вертикального шпинделя, 8 — станина, 9 — напрямні лінійки, 10 — опорні плити, 11 — притиск

Шпинделі й ножові вали обертаються зі швидкістю 5000—6000 об/хв від індивідуальних електродвигунів. Часто вали електродвигунів подовжені і є одночасно шпинделями (рис. 128).

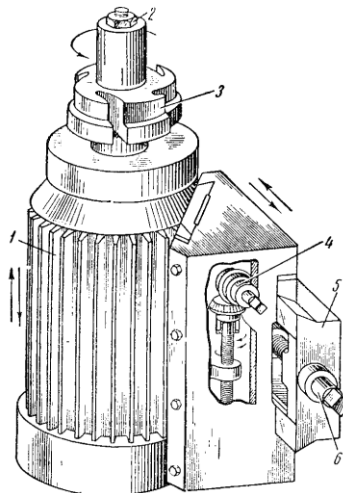


Рисунок 128 – Електродвигун з валом, що служить одночасно вертикальним шпинделем стругального верстата: 1 — корпус, 2 — гайка, 3 — фреза, 4 — механізм підйому шпинделя, 5 — напрямного супорта; 6 — гвинт для переміщення шпинделя в горизонтальній площині

Шпинделі можуть бути виконані окремо від електродвигунів і з'єднані з ними муфтами або

пасовими передачами. У цьому випадку електродвигуни працюють від струму промислової частоти, у всіх інших — від електричного струму підвищеної частоти (100 *пер/сек*).

Шпинделі звичайно кріплять на супортах, що дозволяють змінювати їх положення у вертикальній і горизонтальній площинах. Це дуже важливо, тому що чотирибічні стругальні верстати розраховані на обробку заготовок (дошок) різних розмірів як по ширині, так і по товщині.

Вертикальні шпинделі верстатів сучасних моделей можна також нахилити в площині, перпендикулярній напрямку подачі.

Додатковий нижній п'ятий шпиндель *1* (див. рис. 127) часто називають кальвочним, він призначений для вибірки профілю в нижньої пласті заготовок і для поділу їх у вертикальній площині на окремі бруски. У першому випадку на шпинделі кріплять профільні фрези, у другому — дискові пилки діаметром до 350 мм. У верстатах С10 і С16 кальвочний супорт можна переставляти з нижнього положення у верхнє для вибірки глибокого профілю на верхній пласті заготовки (дошки). У деяких верстатах (наприклад, С16) передбачена можливість повороту додаткового шпинделя на 90°, що дозволяє використати його для поділу заготовок по товщині.

**Органи подачі.** При вальцово-гусеничній подачі ланцюг і вальці працюють від одного привода з варіатором для безступінчастої зміни швидкості. Швидкість подачі знаходиться в межах 4—42 *м/хв*. В окремих закордонних моделях верстатів вона досягає 190 *м/хв* і більше. Верхні вальці можна налаштувати по висоті.

Вальцовий механізм подачі розміщений у головній частині верстата, однак вальці можуть бути розосереджені й вздовж верстата. Поверхня в них рифлена або гладка. Якщо вальці встановлюють за верхнім ножовим валом, їх іноді покривають гумою, що дає краще зчеплення з поверхнею заготовки й у той же час зберігає чистоту її обробки.

У сучасних моделях верстатів передбачене автоматичне завантаження заготовок за допомогою живильників і магазинів.

**Гладильні ножі.** Деякі моделі стругальних верстатів обладнані гладильними ножами (рис. 129), встановленими безпосередньо за першим горизонтальним нижнім ножовим валом (шпинделем). Гладильні ножі знімають з оброблених нижніх пластей заготовок дрібні нерівності. Кожний ніж встановлений у висувній коробці 2 під деяким кутом до напрямку руху заготовок. Ножі можна пересувати по висоті (кожний окремо) ексцентриковими валиками 4. Це необхідно для зміни товщини знімаємої стружки. При неоднаковій по довжині величині виступу ножа над коробкою на обробленій поверхні можуть бути непростругані місця. У цьому випадку ножі потрібно або перемінити, або правильно встановити.

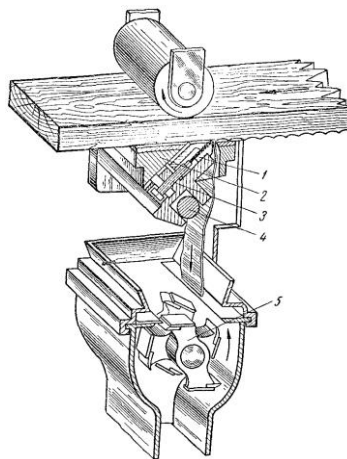


Рисунок 129 – Гладильні ножі: *1* — ніж, *2* — коробка, *3* — гвинт, *4* — ексцентрик, *5* — стружкодробарка

Гладильні ножі знімають довгу стружку, що не може видалятися ексгаустерним пристроєм, тому верстати додатково обладнують стружкодробарками, що працюють від окремого електродвигуна.

Якщо стружка забивається під гладильні ножі, то на лицьовій поверхні заготовки після обробки можуть утворитися опуклості, нерівності, борозни й поглиблення. У цьому випадку необхідно правильно встановити ножі або, якщо вони з дефектами, замінити їх.

**Напрямні пристрої.** Напрямні пристрої складаються зі сталевих плит і напрямних бічних лінійок і притисків. Плити утворюють опорну поверхню для оброблюваних заготовок. Положення опорної плити переднього стола перед першою ножовою головкою можна регулювати по висоті, що дозволяє змінювати товщину стружки, що знімається з заготовки.

**Система керування.** Верстати обладнані централізованою системою керування, що передбачає блокування, що запобігає поломку окремих елементів верстата у випадку, якщо помилково натиснуть кнопку включення привода подачі.

**Принцип роботи верстата.** У процесі роботи в механізм, що подає, безупинно вручну або за допомогою живильного пристрою подають заготовки (дошки). Захоплена пристроями, що подають, заготовка направляється на ножі нижнього ножового вала або ножової головки (залежно від конструкції верстата). Нижня ножова головка обробляє нижню пластів, створюючи першу базову поверхню, потім заготовка надходить до ножової головки правого вертикального шпинделя, що, обробляючи крайку, утворить другу базову поверхню. Базуючись на ці дві поверхні, заготовка насувається на ножову головку вертикального шпинделя, що стругає другу крайку, і, нарешті, верхній ножовий вал (або головка) обробляє верхню пластів.

**Верстат С10** (рис. 130). Верстати цієї моделі широко застосовуються в столярно-меблевих виробництвах. Більше половини верстата закриває супорт 5, на якому змонтовані три подаючих валики: один встановлений перед нижнім горизонтальним ножовим валом, другий — перед верхнім горизонтальним шпинделем, третій — за верхнім горизонтальним шпинделем. Останній валик покритий гумою. Перед верхньою ножовою головкою горизонтального шпинделя встановлений стружколомач. Верстат має спеціальну зірочку для привода механізму живильника. На початку станини перед механізмом подачі закріплені упор, що встановлюють залежно від товщини оброблюваних заготовок у відповідне положення. Заготовки можна завантажувати як вручну, так і за допомогою магазину, що розрахований на подачу заготовок шириною до 160 мм, товщиною 30—40 мм і довжиною 400—2500 мм.

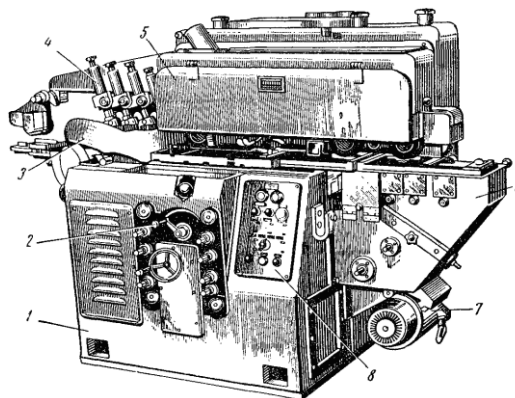


Рисунок 130 – Чотирибічний стругальний верстат: 1 — станина, 2 — панель настроювання, 3 — приймач для відходів лівого шпинделя, 4 — притиски, 5 — супорт валів, що подають, 6 — передній стіл, 7 — електродвигун механізму подачі, 8 — панель керування

Технічна характеристика чотирибічних стругальних верстатів наведена в табл. 20.

Таблиця 20 Технічна характеристика чотирибічних стругальних верстатів

Найменування показників	Верстати моделі		
	С10	С165П	С26-3
Розміри заготовок у мм:			
ширина	5-100	20-160	40-200
товщина	0-50	8-80	10-125
найменша довжина	200	400	800
Швидкість подачі в м/хв	4-24	7-42	5; 8; 13; 20; 32
Число шпинделів	5	5	5
Діаметр ножових головок у мм	125	180	180
Діаметр фрез у мм	160	180	180
Число обертів ножових головок у хвилину	6000	6000	5000

Потужність електродвигунів у кВт:			
загальна	21,7	30	24,4
горизонтальної нижньої головки	4	4	4,5
лівої вертикальної головки	3,2	4	4,5
правої вертикальної головки	3,2	4	2,8
горизонтальної верхньої головки	4	6	7
п'ятої головки	4	0	2,8
механізму подачі	1,7	2/3	2,8
перетворювача на 100 пер/сек	20	28	—

### Настроювання верстатів

Настроювання верстатів цієї групи - трудомістка й складна робота, тому що потрібно встановити в потрібному положенні велику кількість взаємозалежних елементів. Тому потрібно намагатися організувати роботу так, щоб уникнути зайвих настроювань. Цього можна досягти, завантажуючи верстат великими партіями однакових по розмірах і призначенню заготовок.

Для установки шпинделів, притискних, подаючих і направляючих пристроїв на певній відстані користуються шаблонами-брусками. Їх розміри відповідають розмірам правильно обробленої заготовки.

Точність обробки досягається тільки в тому випадку, якщо проходяча через верстат заготовка не зміщується як по висоті, так і по ширині стола. А це залежить від правильності установки напрямних лінійок і притисків (роликів або іншого типу).

Взаємне розташування притискних, напрямних і подаючих пристроїв залежить від товщини заготовки. Відстань між елементами верстата варто встановлювати виходячи не з початкової товщини (ширини) заготовки, що надходить у верстат, а з розмірів, які вона буде мати, проходячи налаштовану ділянку. Так, якщо при розосереджених по довжині верстата вальцях, що подають, заготовки надходять товщиною 40 мм, то на цей розмір налаштовують тільки перший по ходу подачі валик. Якщо, наприклад, ножі нижнього ножового вала знімають з заготовки шар деревини в 1 мм, то вальці, що подають, правого вертикального шпинделя налаштовують на товщину заготовки, рівну  $40 - 1 = 39$  мм.

Принцип настроювання нижньої ножової головки переднього стола аналогічний настроюванню фугувальних верстатів. Однак у чотирибічних стругальних верстатів задній стіл нерухомий, тому взаємне розташування заднього стола й шпинделя досягають, пересуваючи по висоті супорти зі шпинделями, на яких закріплені ножові головки.

Передній стіл повинен перебувати нижче рівня заднього приблизно на 1,5 мм. Його встановлюють, переміщаючи по напрямним обертанням маховичка.

Нижні вальці, що подають, повинні виступати над площиною переднього стола на 0,2 мм. Їх положення перевіряють, укладаючи на кожний валик лінійку й заміряючи щупами відстань між лінійкою й площиною стола.

Верхні вальці опускають нижче рівня нижньої площини оброблюваних заготовок на 2—3 мм, виходячи з мінімального допустимого розміру заготовки по товщині. Наприклад, при обробці заготовок товщиною  $40^{+0,2}_{-0,2}$  мм, мінімальна товщина буде:  $40 - 2 = 38$  мм, отже, відстань від опорної плити до верхніх вальців, що подають, повинна бути 35 або 36 мм. Налаштовують вальці обертанням маховичка механізму їх установки.

Верхні вальці встановлюють, вимірюючи брусом, вивіреном по товщині, відстань між ними й опорною площиною. Недостатній або нерівномірний притиск заготовок вальцями, що подають (або притисками) приводить до непростружки, а якщо відстань між притисками й верхньою ножовою головкою перевищує задану, то й до виривів на кінцях заготовок.

Запобіжний упор налаштовують по максимальній товщині заготовок, при якій вони можуть бути спрямовані у верстат (номінальна товщина плюс максимальне допустиме відхилення).

Напрямні лінійки перед правим супортом встановлюють відповідно до товщини знімаемого шару деревини з базової крайки. Задня напрямна лінійка повинна виступати щодо передньої на 2 мм. Площина задньої лінійки повинна збігатися з дотичною до окружності різання ножової головки. Прийоми настроювання аналогічні прийомам установки напрямної лінійки на двосторонніх фугувальних верстатах.

Другий вертикальний і верхній горизонтальний шпинделі налаштовують, користуючись шаблонами-брусками. Крайки притисків перед головками встановлюють на товщину або ширину оброблюваних заготовок мінус 2—3 мм (допустиме мінусове відхилення від розмірів заготовки). Всі зміни положення шпинделів роблять вручну, переміщаючи відповідні супорти. Слабке закріплення супортів приводить до рубаної поверхні оброблених заготовок і до різної довжини хвиль.

Після настроювання верстата варто пропустити через нього одну-дві заготовки. Переконавшись у правильності розмірів отриманих заготовок і точності їх профілю, верстат вважають підготовленим до роботи.

### **Вибір режимів і робота на верстаті**

Після настроювання робочих органів і напрямних елементів вибирають і встановлюють за допомогою варіатора швидкості подачі. При цьому враховують, що максимальна швидкість верстата розрахована на заготовки менших, а мінімальна - більших розмірів. Для одержання підвищеної чистоти обробки застосовують відносно невелику швидкість подачі. У процесі роботи швидкість подачі може бути змінена й без зупинки верстата, якщо в цьому є необхідність (перевантаження верстата або нагрівання електродвигунів).

Метод розрахунку режимів роботи верстата аналогічний описаному для рейсмусових верстатів з тією різницею, що відповідність фактичної й розрахункової потужностей потрібно перевіряти стосовно до кожної головки окремо, а швидкість подачі вибирати по найбільш перевантаженому електродвигуні відповідної ножової головки або фрези.

Чотирибічний стругальний верстат обслуговує верстатник і один або два підсобні робітники.

До початку роботи варто переконатися в наявності достатньої кількості заготовок і в справності ексгаустерної системи.

Необхідно періодично перевіряти точність розмірів одержуваних заготовок, правильність профілю й чистоту обробки.

При зупинці верстата варто перевіряти стан електродвигунів і пасових передач.

Якщо виявлено нагрівання хоча б одного електродвигуна, потрібно зупинити верстат і усунути причину цього. Через 1,5—2 год роботи варто фугувати й доводити ножі, а якщо потрібно, то й замінити головку.

Перед пуском верстата обов'язково перевіряють справність і правильність положення всіх огорожувальних пристроїв, а перед настроюванням відключають щит верстата, на якому розташоване кнопочне керування, щоб запобігти можливості помилкового включення верстата.

На чотирибічний стругальний верстат не можна направляти криловаті, з глибокими рисками або криві дошки, а також пересушені, з великим жолобленням.

Слабина в підшипниках може служити причиною рубаної поверхні або великих розходжень у довжині хвиль.

При забрудненні столів або вальців їх варто очистити для того, щоб попередити забруднення дошок. Причиною сколів, виривив, мшистості й ворсистості може служити більша товщина знімаемого шару деревини. Інші дефекти при роботі на чотирибічних стругальних верстатах розібрані нами при описі конструкції й настроювання верстата.

### **3. Кромкофугувальні верстати**

Кромкофугувальні верстати застосовують у меблевому й фанерному виробництвах для фуговки крайок струганої фанери або шпону. Тому що обробка на верстаті крайок одного шматка струганої фанери (шпону) неможлива внаслідок її малої механічної міцності, та й нераціональна, то шматки фанери фугують покладеними в пачки.

#### **Конструкція верстатів**

Відомо кілька конструкцій кромкофугувальних верстатів, для всіх їх характерно надійне закріплення (затискання) пачки фанери (шпону) між двома площинами й можливість обробки крайок пачки різальним інструментом, в якості якого використовуються послідовно встановлені стругальна пилка й фреза або тільки фреза.

Кромкофугувальні верстати виготовляють:

- 1) з нерухомим робочим органом (ножовою головою, пилкою) і рухомою кареткою, на якій і закріплюється пачка ножової фанери;
- 2) з рухомим супортом, на якому закріплюється різальний інструмент, і нерухомим пристроєм для затискання пачки ножової фанери.

Верстати тієї й іншої конструкції бувають з двома різальними інструментами (пилкою й фрезою) і з одним (фрезою або стругальною пилкою).

Розрізняють також верстати з ручним затискачем пачки або механізованим. Сучасні моделі верстатів оснащені пристроєм для вирівнювання крайок пачки фанери, що підлягають обробці. Останнє особливо важливо для фанерної промисловості, де обробляються країки щодо більших аркушів шпону.

На меблевих підприємствах знайшли широке застосування кромкофугувальні верстати з механізованими нерухомими пристроями для затискання пачки фанери й одним різальним інструментом - ножовою головою, укріпленою на шпинделі рухомого супорта (рис. 131).

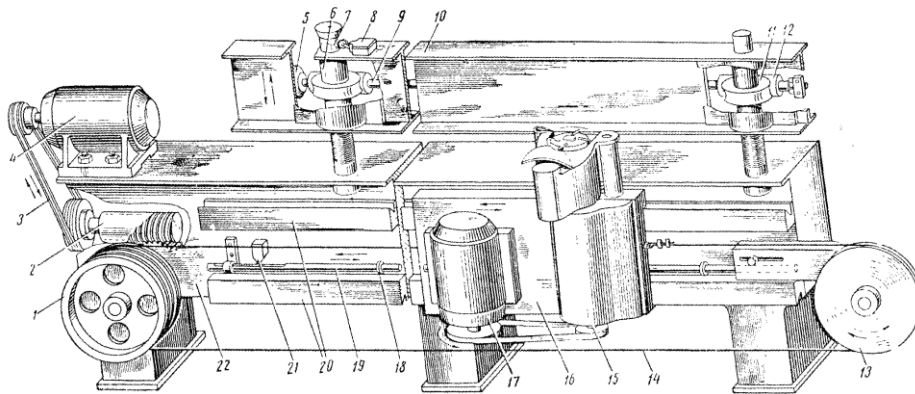


Рисунок 131 – Схема кромкофугувального верстата: 1 - струмковий барабан; 2 - черв'ячний редуктор; 3 - пасова передача; 4 - електродвигун супорта; 5 - електродвигун привода притисків; 6 - гайка; 7 - стійка; 8 - кінцевий вимикач; 9 - вал привода притиску; 10 - притиск; 11 - черв'ячні шестірни; 12 - черв'як; 13 - натяжний блок; 14 - трос; 15 - шпиндель; 16 - супорт; 17 - електродвигун шпинделя; 18 - кільця; 19 - стрижень; 20 - напрямні; 21 - кінцевий вимикач; 22 - станина

На станині 22 у напрямних 20 рухомо встановлюється супорт 16 із закріпленими на ньому шпинделем 15 і електродвигуном 17. Шпиндель і електродвигун зв'язані пасовою передачею. На стійках 7 рухомо встановлюється притиск 10, виконаний у вигляді балки й зв'язаний зі стійками за допомогою двох гайок 6. Гайки одночасно служать маточинами черв'ячних шестірень 11. Шестірни перебувають у постійному зачепленні з черв'яками 12 вала 9 привода притиску. Електродвигун 5 привода кріпиться також на притиску 10 (балка). На верху балки встановлений кінцевий вимикач 8. При роботі електродвигуна обертання його вала черв'ячними парами передається гайкам 6 і балка переміщається вниз або вгору. Кінцевий вимикач 8 служить для вимикання електродвигуна при підйомі притиску в крайнє верхнє положення.

Для переміщення супорта передбачений електропривод, що складається з двошвидкісного електродвигуна 4, черв'ячного редуктора 2, пов'язаного з електродвигуном пасовою передачею 3. На валу черв'ячного редуктора кріпиться струмковий барабан 1, на протилежному кінці верстата передбачений блок 13. На барабан і блок надівається трос, кінці якого кріпляться до супорта. При роботі електродвигуна 4 барабан обертається, переміщаючи супорт по напрямній вздовж верстата.

На верстаті є пристрій для автоматичної зупинки супорта. Він складається з рухомо встановленого на верстаті стрижня 19 з двома кільцями 18, з лискою на одному кінці, і кінцевого вимикача 21, на який при переміщенні впливає стрижень. Кільця встановлюються на стрижні з таким розрахунком, щоб супорт у крайніх положеннях впливав через них на стрижень, переміщаючи його.

Налагодження систем керування повинно виконуватися фахівцями-електриками, однак, часто система керування не працює з причин, що не залежать від справності електричної апаратури.

Якщо верстатник встановив, що система керування з якої-небудь причини не забезпечує включення електродвигунів, він у першу чергу повинен переконатися, що двигун і система передач перебувають у працездатному стані. Для цього при відключеному рубильнику повертається вал відповідного електродвигуна. Якщо вал обертається без заїдань і система передачі не перешкоджає цьому, перевіряють справність включаючих і блокуючих пристроїв відповідно до інструкції по експлуатації верстата.

Перед роботою на верстаті верстатник повинен або зі спеціального керівництва, або від майстра довідатися всі необхідні дані про систему керування (порядок включення й відключення електродвигунів, місця блокувань і положення рукояток перемикачів режимів).

### **Принцип роботи верстата**

На стіл верстата укладають пачку фанери, крайки якої трохи виступають вбік супорта, і натискають на кнопку пуску привода притиску. Притиск опускається доти, поки не повідомить пачці певного зусилля стиску, після чого привод автоматично відключається.

Потім натиском кнопки включають електродвигун подачі одночасно з електродвигуном шпинделя. Супорт з фрезою переміщається вліво, і з крайок фанери знімається певний шар деревини. Дійшовши до кільця, укріпленого на стрижні, і трохи підсунувшись вперед, супорт впливає на кінцевий вимикач 21 (див. рис. 131) і відключає електродвигун подачі; електродвигун привода шпинделя при цьому продовжує працювати. Натиском іншої кнопки електродвигуну подачі повідомляється реверсивний рух і супорт переміщається у зворотному напрямку. В крайньому правому положенні він через стрижень знову впливає на кінцевий вимикач і зупиняється. При натиску відповідної кнопки притиск піднімається, пачку вручну трохи пересувають вбік супорта, знову затискають, і цикли фугування крайок повторюються доти, поки всі нерівності не будуть зрізані.

На кромкофугувальних верстатах можна обробляти шматки фанери, покладені в пачки довжиною до 2000 мм, товщиною до 120 мм.

### **Настроювання верстата**

Підготовка верстата до роботи включає перевірку його справності; установку різального інструменту й підпірної лінійки; установку й закріплення кілець по довжині стрижня; перевірку правильності настроювання.

**Перевірка справності верстата.** На початку шляхом огляду переконуються у відсутності на верстаті сторонніх предметів; у справності троса й механізму подачі супорта; у міцності закріплення гнучкого патрубку, що приєднує верстат до ексгаустерної установки; в наявності й міцності закріплення всіх огорожень.

Після цього перевіряють справність електродвигунів і системи передач, надійність кріплення кілець на стрижні й фрези на шпинделі. При включенні електродвигуна механізму подачі автоматично повинен включатися й електродвигун привода шпинделя. Якщо при цьому супорт, дійшовши до кільця, укріпленого на стрижні 19, зупиниться, а електродвигун привода шпинделя буде продовжувати працювати, значить приводи справні.

Виключивши загальною кнопкою електродвигун шпинделя, включають електродвигун притиску. Притиск повинен рухатися без ривків і шуму. Його підйом негайно припиняється при відключенні кнопки «Пуск», а опускання - при натисканні кнопки «Стоп».

**Установка різального інструменту і підпірної лінійки.** Як ріжучий інструмент на кромкофугувальних верстатах використовують циліндричні фрези діаметром 150—180 мм. Перед установкою фрези оглядають її ріжучі крайки. Вони повинні бути добре заточені й не мати підпалів. Після цього, протерши шпиндель, надягають на нього фрезу й, переконавшись, що вона щільно, без зазорів, прилягає до стінок шпинделя, закріплюють її.

Підпорна лінійка (стружколомач) повинна відстояти від дотичної до окружності різання на величину знімаємої стружки — звичайно на 1,5—2 мм.

**Установка кілець на поздовжньому стрижні.** Кільця закріплюють на стрижні відповідно до довжини оброблюваних пачок шпону або фанери з таким розрахунком, щоб супорт доходив до них після того, як фреза пройде на 100—150 мм крайки затиснутої на верстаті пачки фанери. Установивши в потрібному положенні кільця, їх закріплюють стопорними гвинтами.



## Вибір режимів і робота на верстаті

Вибирають і розраховують режими аналогічно тому, як це роблять для фугувальних і рейсмусових верстатів.

Верстат обслуговує один робітник. Він бере пачку підготовленої фанери, укладає її на стіл (тільки при виключених електродвигунах) так, щоб крайки фанери виступали за лінію стола на 3—4 мм. Після цього він натискає кнопку включення електропривода притиску. Коли пачка буде затиснута, двигун автоматично відключається. Верстатник включає електродвигун подачі, одночасно включається електродвигун привода шпинделя й починається фугування крайок. По закінченні операції верстатник оглядає крайки й, якщо нерівності ще збереглися, включає кнопку підйому притиску, а пачку пересуває на 2—3 мм вбік різального інструменту для зняття другого шару.

Якщо крайки фанери в пачці не вирівняні, або не паралельні краю стола, то в результаті з'являється непростружка. Щоб уникнути цього, варто розкרוювати фанеру на рівні шматки ножицями або в крайньому випадку на круглопилкових верстатах.

Підпірна лінійка повинна відстояти від дотичної до окружності різання на 5—6 мм. Якщо ця відстань більше, то в процесі фугування на крайках фанери можуть утворитися вириви або відколи. Відколи виходять і внаслідок надмірної сухості фанери. В цьому випадку перед фугуванням крайок її варто трохи зволожити й витримати певний час в умовах цеху.

При неправильному заточенні фрези не всі зуби беруть участь у формуванні оброблюваної поверхні, в результаті чого вона може бути хвилястою. Хвилястість утвориться також через великі зазори в напрямних супорта або в опорах шпинделя.

Фугування крайок тупим інструментом приводить до мшистості обробленої поверхні.

## Розрахунок продуктивності

Змінна продуктивність верстата  $A_{зм}$  обчислюється по формулі:

$$A_{зм} = \frac{T \times L \times b \times n \times \eta_p \times \eta_m}{T_{ц}}, \text{ м}^2$$

де  $T$  — тривалість зміни у хв;  $L$  — середня довжина пачки в м;  $b$  — ширина пачки в м;  $T_{ц}$  — тривалість обробки однієї пачки у хвилину;  $n$  — число аркушів у пачці;  $\eta_p$  і  $\eta_m$  — коефіцієнти використання робочого і машинного часу.

## ЧОТИРИБІЧНИЙ СТРУГАЛЬНИЙ ВЕРСТАТ С26-2

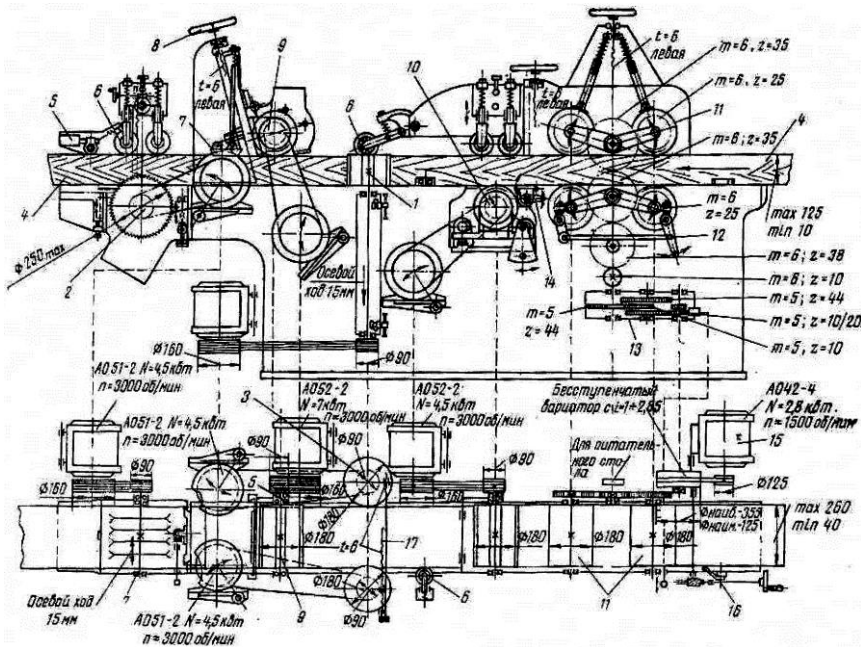
Чотирибічний стругальний верстат С26-2 має чотири шпинделі й чотирьохвальцьовий механізм подачі, призначений для виконання простих стругальних робіт на будівельних майданчиках і у виробництві буддеталей.

На верстаті розташовані вальці, що подають 11, потім нижній горизонтальний шпиндель 10, ліва 1 і права 3 ножові головки, верхній шпиндель 9 і шпиндель 2, що монтується на верстаті за замовленням. На цьому шпинделі кріпиться ножова головка або пилки.

При установці пилок вихідна з-під верхньої головки простругана заготівка розпилується на частини, що дає можливість сполучити на цьому ж верстаті операцію пиляння й відмовитися від круглопилкового верстата, для якого потрібний додатковий верстатник.

Перед нижнім ножовим валом 10 знаходиться прийомний стіл, що за допомогою ексцентрикового пристрою 14 встановлюється на потрібну висоту залежно від намічуваної товщини знімаемого з нижньої пласти заготівки шару.

Всі шпинделі приводяться в обертання ременями від електродвигунів, що дає можливість при нормальному числі обертів двигунів (2900 об/хв) одержати на робочих шпинделях 5000 об/хв. Перед верхніми вальцями встановлений обмежник товщини, що перешкоджає подачі у верстат більш товстої заготівки, чим це передбачено технічними умовами.



Кінематична схема чотирибічного стругального верстата С26-2: 1 — ліва ножова головка; 2 — п'ятий шпindel з встановленими на ньому пилками; 3 — права ножова головка; 4 — заготівка; 5 — лічильник погонажа; 6 — притискні ролики; 7 — притискний черевик; 8 — маховичок настроювання верхнього горизонтального шпindelю 9 по висоті на товщину виробу; 10 — передній нижній горизонтальний шпindel; 11 — вальці, що подають; 12 — механізм настроювання нижніх вальців по висоті; 13 — редуктор подачі; 14 — механізм настроювання переднього стола (перед ножовим валом) по висоті на товщину знімаемого шару; 15 — електродвигун механізму подачі; 16 — плоска пружина-притиск з обмежником ширини подаваної у верстат заготівки; 17 — гвинти настроювання вертикальних шпindelів на ширину заготівки

## 5. Підготовка і кріплення різального інструменту в чотирибічних поздовжньо-фрезерні (стругальних) верстатах

**Конструкції різального інструменту.** У чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатах використовують насадні фрези. Залежно від конструктивного виконання розрізняють насадні цільні й складові фрези, а також ножові головки зі змінними вставними різцями.

**Цільні фрези** застосовують для масової обробки нормалізованих профілів деталей. Вони можуть бути виготовлені з однієї заготівки легваної сталі або конструкційної сталі з припаяними пластинами з твердого сплаву. Залежно від форми зубів фрези бувають двох типів: затиловані й з прямою задньою гранню зубів (гострі).

Цільні фрези затиловані (рис. 115, а) використовують для фасонного фрезерування різних профілів, фрези з прямою задньою гранню (гострими зубами) (рис. 115, б) — для обробки площин і вибірки прямокутних пазів у деталях. Циліндричні пазові й прорізні фрези роблять з плоскою задньою поверхнею зубів.

**Складені фрези** застосовують для точної обробки двосторонніх фасонних профілів, одержання яких цільними фрезами неможливо або важко.

Їх компонують з цільних фрез, зуби яких перекривають один одного.

На рис. 116, а і б показані фрези для обробки паза й гребеня. У міру сточування зубів регулюють фрезу, зміщаючи її частини одну відносно іншої. При цьому ширина паза залишається незмінною, а загальна висота фрези зменшується за рахунок сточування опорних поверхонь зубів. Складена фреза для обробки деталей віконних плетінь показана на рис. 116, в. Вона складається з двох (верхньої й нижньої) затилованих фрез 2, 3, з'єднаних одна з одною трьома штифтами 4. Зуби фрези можуть бути оснащені пластинами з твердого сплаву.

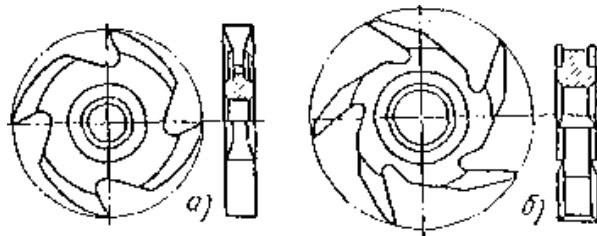


Рисунок 115 – Насадні цільні фрези до чотирибічного поздовжньо-фрезерного верстата затиловані (а) і з прямою задньою гранню зубів (б)

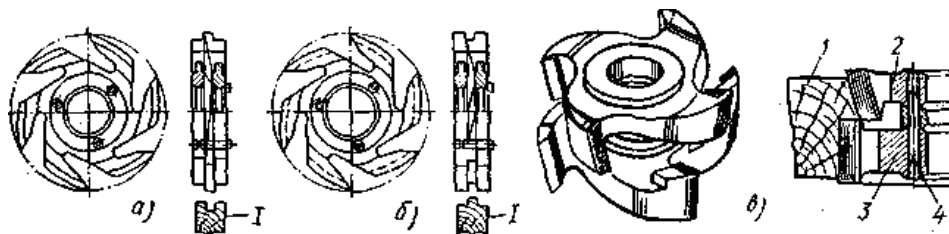


Рисунок 116 – Складені фрези до чотирибічного поздовжньо-фрезерного верстата для обробки: а — паза, б — гребеня, в — деталей віконних плетінь; 1 — деталь, 2 — верхня фреза, 3 — нижня фреза, 4 — штифт; I — профілі оброблюваних деталей

У фрез і ножових головок зі змінними вставними різцями змінні різці кріплять у корпусі. На рис. 117 показані збірні фрези й кріплення в них ножів. Збірна фреза з посадкою на вертикальних шпинделях верстата оснащена ножами, оснащеними пластинами з твердого сплаву (рис. 117, а). Ножі 3 вставлені в пази корпусу й закріплені гвинтами 1 за допомогою притискних клинів 2.

Збірна фреза для вертикальних і горизонтальних шпинделів (рис. 117, б) оснащена довгою 6 і короткою 5 цангами. Фрезу кріплять гайкою 4. Збірна фреза для горизонтальних шпинделів (рис. 117, в) має дві короткі цанги й дві гайки, якими фреза закріплюється на шпинделі. Змінюють положення ножів у корпусі регулювальними гвинтами 7.

У ряді випадків для профільної обробки деталей на чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатах використовують квадратні ножові головки з плоскими товстими ножами (рис. 117, г). Недолік такої головки — підвищений шум і мала надійність кріплення ножів, внаслідок чого можливий зсув ножа і його виліт при обертанні. Для підвищення безпеки експлуатації квадратних ножових головок на дотичних поверхнях ножа й шайби роблять рифлення (рис. 117, д). Рифлені ножі після заточення й балансування можна кріпити на корпусі фрези, дотримуючись точності розташування лез на окружності різання завдяки наявності зазору між отвором шайби й стрижнем кріпильного болта, рівного величині одного кроку рифлення.

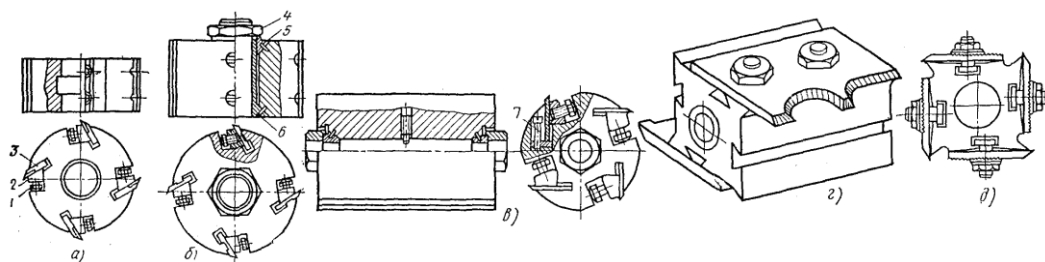


Рисунок 117 – Збірні фрези до чотирибічного поздовжньо-фрезерного верстата: а — з посадкою на вертикальний шпиндель, б, в — з кріпленням на цангах, г, д — квадратні ножові головки; 1 — гвинт, 2 — клин, 3 — ніж; 4 — гайка, 5 — коротка цанга, 6 — довга цанга, 7 — регулювальний гвинт

**Підготовка різального інструменту до роботи.** При підготовці до роботи фрези заточують, збирають і піддають балансуванню. Насадні цільні й складові затиловані фрези (з криволінійною задньою поверхнею зубів) заточують по передній грані таким чином, щоб нахил грані до радіуса залишався постійним і рівним  $30^\circ$ . Насадні цільні й складові незатиловані фрези (з гострими зубами) заточують по передній і задній гранях. Заточують фрези на напівавтоматах або універсальних заточувальних верстатах. Знімні різці збірних фрез і ножових головок заточують по

задній грані на ножеочильних напівавтоматах, а фасонні профілі ножів - на універсальному устаткуванні з використанням спеціальних контрольних шаблонів.

При заточенні насадних цільних фрез радіальне биття зубів не повинно перевищувати 0,03 мм, торцеве биття бічних поверхонь зубів — 0,04 мм, відхилення кутів заточення від номінальних допускається не більше  $\pm 1^\circ$ , кутів піднутрення й косоного бічного обточування від номінальних — не більше  $0,5^\circ$ . Шорсткість передніх, задніх і бічних поверхонь  $Ra$  повинна бути не менше 2,5 мкм для сталевих і 1,25 мкм — для твердосплавних зубів. Місцеві викришування ріжучих крайок тріщини, забоїни на посадкових поверхнях фрези не допускаються.

Різці встановлюють у корпус збірної фрези на верстаті або поза його (в заточувальній майстерні або на столі у верстата). При зборці варто звертати особливу увагу на правильну установку ножів, стан корпусу й проставочних кілець, не допускаючи застосування їх з підвищеним биттям.

Для зборки фрези застосовують контрольно-настановні пристосування. Залежно від типу інструмента розрізняють пристосування для установки ножів у ножову головку, для зборки фрез невеликого розміру й зборки фасонних фрез.

**Пристосування для установки ножів у ножову головку** (рис. 118) розміщено на масивній основі 1 з двома стійками, верхні кінці яких служать базою для установки оправлення 2 з ножовою головкою 3. Елементи базуючого пристосування виконані у вигляді призм. На виступі основи закріплена планка 4 зі скошеною крайкою А, що є робочою поверхнею. Положення ножа 5 у фрезерній головці регулюють щодо робочої поверхні. Точність установки ножа контролюють щупом або візуально по величині зазору  $a$  між ріжучою крайкою ножа й робочою поверхнею планки. Для збільшення точності контролю пристосування оснащують індикатором.

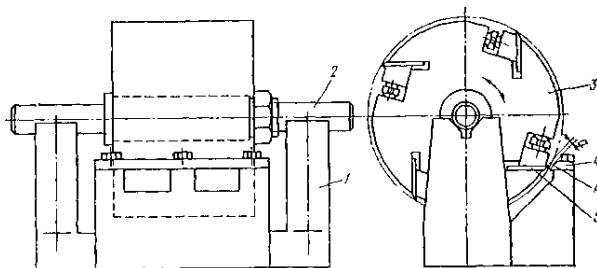


Рисунок 118 – Пристосування для установки ножів у ножову головку чотирибічного поздовжньо-фрезерного верстата: 1 — основа; 2 — оправлення, 3 — ножова головка, 4 — планка, 5 — ніж

На рис. 119 показане **контрольно-настановне пристосування для зборки фрез невеликого розміру**. Оправлення 2 пристосування має два різних діаметри  $D_1$  і  $D_2$  для установки ножів у фрезах з різними посадковими отворами. Вона закріплена за середню частину стійки 5. Довжина кожної консолі оправлення 2 дорівнює подвійній найбільшій висоті фрези.

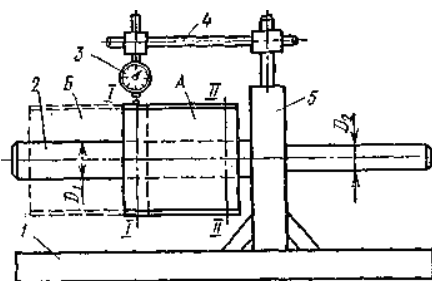


Рисунок 119 – Контрольно-настановне пристосування для зборки фрез невеликого розміру: 1 — основа, 2 — оправлення, 3 – індикатор, 4 — штатив, 5 — стійка

При закріпленні ножів фрезу встановлюють у положення А і виверяють ліві кінці всіх ножів у перетині I—I. Потім не змінюючи положення індикатора, фрезу переміщують у положення Б і виверяють праві кінці ножів у перетині II—II. Якщо відхилення стрілки індикатора в обох положеннях фрези однакові, значить ножі встановлені паралельно осі фрези.

**Балансування фрез.** Після закріплення ножів у корпусі фрези центр мас її звичайно не збігається з віссю обертання. Таку фрезу називають *неврівноваженою*. При роботі

неврівноваженою фрезою виникають змінні сили, що обурюють, які викликають вібрацію деталей верстата й оброблюваної заготовки. При цьому різко знижується довговічність підшипників і можлива поломка верстата.

Добуток невірноваженої маси на величину її зсуву (ексцентриситет) називається *дисбалансом*, а процес зменшення дисбалансу — *балансуванням*.

Зменшення дисбалансу фрези необхідно для зниження вібрацій і рівня шуму при роботі верстата. Особливо важливо балансувати інструмент, що закріплює на високооборотні шпинделі. У таких випадках навіть незначний залишковий дисбаланс викликає більшу силу, що обурює,  $F$ . Величину сили  $F$  (Н) визначають по формулі

$$F = 10^{-6} \times D \omega^2 = 10^{-6} \times t \cdot e \cdot \omega^2, \quad (60)$$

де  $D = t \cdot e$  — величина дисбалансу, г-мм;  $t$  — невірноважена маса, г;  $e$  — ексцентриситет невірноваженої маси, мм;  $\omega = \pi n/30$  — кутова швидкість шпинделя, рад/с;  $n$  — частота обертання шпинделя, об/хв.

Наприклад, при частоті обертання шпинделя 6000 об/хв фреза з невірноваженою масою 2 г на радіусі 100 мм  $D = 200$  г-мм створює силу, що обурює (Н), рівну

$$F = 10^{-6} \times 2 \times 10 \left( \frac{3,14 \times 6000}{30} \right)^2 = 78,8$$

Розрізняють статичне і динамічне балансування. Насадні фрези, довжина яких менше їх діаметра, звичайно балансують статично, тобто без обертання фрези з робочою швидкістю.

*Статичне балансування* фрез роблять на пристосуванні (рис. 120), що складається з основи 1 і двох горизонтальних і взаємно паралельних напрямних у вигляді ножів 2. Фрезу насаджують на балансувальне оправлення 4 і встановлюють на ножі пристосування. При цьому фреза повернеться, і більш важка її частина виявиться внизу. На оправлення надягають втулку зі змінним вантажем 5 так, щоб вантаж розташовувався у верхній більш легкій частині фрези.

Якщо фреза після повороту зупиниться в будь-якому положенні, то, зважуючи вантаж на технічних вагах, можна визначити величину невірноваженої маси. Добуток невірноваженої маси на радіус  $r$  її прикріплення (ексцентриситет) дає величину дисбалансу. Для фрез масою до 10 кг і діаметром 120...180 мм залишковий дисбаланс, що допускає, дорівнює 30...50 г-мм. При масі фрези більше 10 кг залишковий дисбаланс повинен бути не більше 10 г-мм на кожні 2 кг маси фрези. Коректують масу фрези, сточуючи або висвердлюючи метал з важкої частини фрези в неробочій зоні або регулюючи спеціальні коригувальні гвинти.

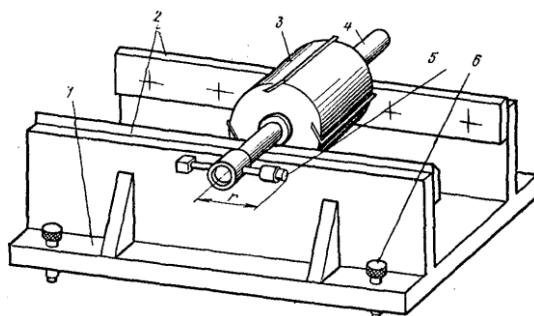


Рисунок 120 – Пристосування для статичного балансування фрез: 1 — основа, 2 — ножі, 3 — ножова головка 4 — оправлення, 5 — врівноважуючий вантаж; 6 — регульована опора

*Динамічне балансування* фрез виконують на балансувальних верстатах (рис. 121). Балансуємий інструмент 9 закріплюють на оправленні 8 і встановлюють на опори 7. Кожна опора змонтована на пружинній основі й називається коліскою 6. При обертанні інструмента виникають відцентрові сили від невірноваженості, які викликають вібрацію коліски з інструментом. Коліска пов'язана з вимірювальним перетворювачем 4 стрижнем 5.

Величину дисбалансу інструмента вимірюють електровимірювальним пультом 2 і приладом 3. Місце розташування невірноваженої маси визначають по цифрі на оправленні, освітлюваної стробоскопічною головкою 10. Обертання інструмента з частотою 1500 або 2500

об/хв здійснюється через пасову передачу від електродвигуна 15.

Щоб виключити погрішності вимірювання дисбалансу, накинута на оправлення галузі ремня 12 розташовують вертикально. Положення ремня регулюють роликами, укріпленими на поворотному важелі ленікса 13. Дисбаланс інструмента визначають роздільно на правій і лівій опорах, після чого інструмент знімають і вносять виправлення, коректуючи масу фрези. Якщо величина залишкового дисбалансу при контролі знову виявиться більше допустимої, виправлення повторюють.

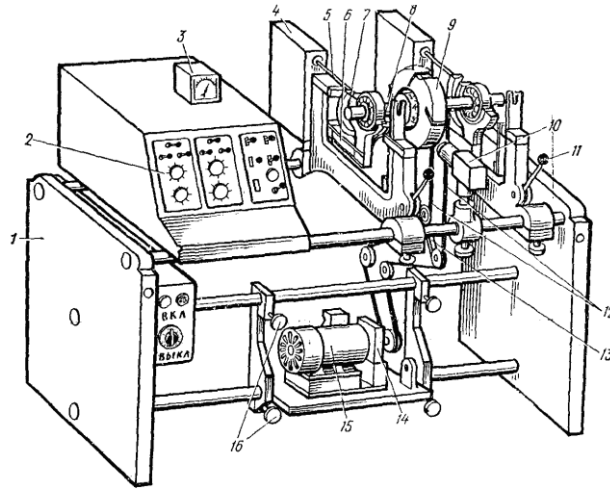


Рисунок 121 – Верстат для динамічного балансування ДБ-10: 1 — станина, 2 — електровимірювальний пульт, 3 — прилад для виміру величини дисбалансу, 4 — вимірювальний перетворювач, 5 — стрижень, 6 — коліска, 7 — опора, 8 — оправлення, 9 — балансуємий інструмент, 10 — стробоскопічна головка, 11 — рукоятка гальма коліска, 12 — ремінь, 13 — ленікс, 14 — гальмо електродвигуна, 15 — електродвигун, 16 — рукоятка затискача каретки

Поріг чутливості балансувального верстата за значенням дисбалансу, тобто найменша зміна значення дисбалансу, що може виявити й показати верстат, становить 0,5...3 г-мм. На верстаті можна балансувати фрези масою 0,3...10 кг, довжиною 50...500 мм і діаметром до 500 мм.

Для балансування фрез великої маси (до 50 кг) використовують верстат для динамічного балансування ДБ-50. Поріг чутливості цього верстата становить 3...15 г-мм.

Якщо знімні ножі заточують окремо й встановлюють у збірну ножову головку безпосередньо на верстаті, то ножі повинні бути підібрані однаковими по масі. Парне припасування ножів роблять на балансувальних вагах.

Різниця в масі ножів, установлених на одній фрезі, повинна бути не більше 0,3 г. Щоб не порушувати балансування фрези при зборці, не можна міняти місцями клини й деталі кріплення в пазах корпуса.

**Кріплення різального інструменту.** Всі роботи з установки й кріплення різального інструменту варто виконувати тільки при виключеному вимикачі в електрошафі.

При заміні різців (ножів) без знімання збірної фрези або ножової головки зі шпинделя варто відімкнути огороження, звільнити гвинти кріплення ножів і вийняти ножі, що затупилися, очистити пази корпуса й клини від стружок, пилу й бруду, встановити підготовлені ножі, заточити й прифугувати ножі в ножовій головці (цю операцію виконують при наявності на верстаті знімного заточувального й прифугувального пристрою).

При установці різального інструменту на шпиндель перевіряють відповідність типу інструмента профілю оброблюваної деталі, правильність заточення ріжучих крайок інструмента й стан опорних поверхонь (посадкових місць) для кріплення, відповідність напрямку обертання фрези напрямку обертання шпинделя.

У вертикальних ножових головок варто відімкнути огороження й повернути їх у положення, зручне для зміни інструмента. При заміні ножових головок на горизонтальному шпинделі варто відкріпити й зняти додаткову підшипникову опору. Перед установкою необхідно протерти поверхню шпинделя й посадкові поверхні різального інструменту. При наявності дефектів на шпинделі варто перевірити його биття. Радіальне биття посадкової поверхні шпинделя повинне бути не більше 0,03 мм.

Спосіб кріплення різального інструменту визначається його типом і конструкцією посадкових місць шпинделя. На рис. 122, *а* показано кріплення фрези з посадкою на шпиндель. Фрезу 3 встановлюють на шпиндель 1 до упору в торець буртика й закріплюють гайкою 5. Для зміни положення фрези по висоті використовують проставочні кільця 2, прокладки або шайби.

Якщо необхідно закріпити фрезу, в якій посадковий отвір більше діаметра шпинделя, застосовують перехідну втулку (рис. 122, *б*). Втулку виготовляють по посадці із зазором. Спочатку фрезу закріплюють на втулці 6 гайкою 7, а потім встановлюють на шпиндель і кріплять затяжною гайкою.

На рис. 122, *в* показаний спосіб кріплення фрези цанговим оправленням на шпинделі без різьблення. Оправлення має внутрішню конусну розрізну втулку 8 і зовнішню втулку 9. Фрезу встановлюють на зовнішню втулку й кріплять гайкою. Оправлення з інструментом закріплюють на шпинделі, стискаючи внутрішню розрізну втулку затяжною гайкою. При відсутності вертикального настроєчного переміщення шпинделя фрезу кріплять у настановній головці, оснащений пристроєм для регулювання положення фрези стосовно робочій поверхні стола.

Положення настановної головки з фрезою (рис. 122, *г*) регулюють при ослабленій внутрішній конічній втулці, обертаючи гвинт 10, що впирається в торець шпинделя. Закріплюють головку на шпинделі обертанням гвинта. В результаті розрізна втулка, переміщаючись вгору по внутрішній конічній поверхні настановної головки 11, стискується й скріплює головку зі шпинделем.

На рис. 122, *д* показано кріплення ножової головки на двох коротких конусних цангах 13. Ножову головку встановлюють на горизонтальний шпиндель і регулюють в осьовому напрямку так, щоб її торець виступав на 3...5 мм щодо робочій поверхні напрямної лінійки 15, змонтованої на станині. Кріплять ножову головку затяжними гайками 16. При цьому фіксуючі штифти 12 у корпусі головки повинні правильно ввійти в отвори цанг 13. Напрячний гвинт 14 входить у шпонковий паз шпинделя й служить для точного фіксування головки.

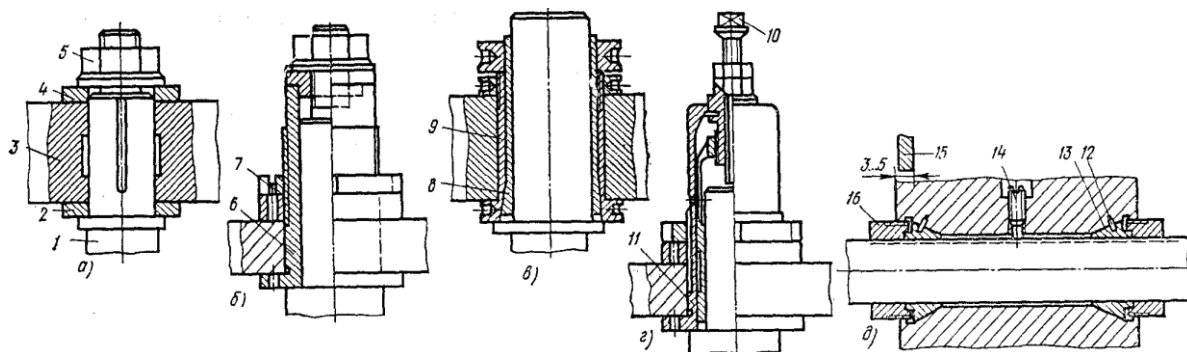


Рисунок 122 – Способи кріплення різальних інструмент у чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатах: а — з посадкою на шпиндель, б — за допомогою перехідної втулки, в — на цанговому оправленні, г — на настановній головці, д — на двох коротких конусних цангах; 1 — шпиндель, 2 — проставочне кільце, 3 — фреза, 4 — шайба, 5, 16 — затяжні гайки, 6, 9 — втулки, 7 — гайка, 8 — конусна розрізна втулка, 10 — гвинт; 11 — настановна головка, 12 — штифт, 13 — коротка цанга, 14 — напрячний гвинт, 15 — напрямна лінійка

Гідропластмасове закріплення фрез на шпинделі показано на рис. 123. Тонкостінна втулка 2 запресована в корпус фрези 3. Наставна поверхня втулки одночасно є центруюча й затискаюча. У порожнину між втулкою й фрезою під тиском нагнітається гідропластмаса 4. Тиск створюють обертанням гвинта-плунжера 5 або спеціальним ручним насосом — шприцом, що подає гідропластмасу через штуцер. Для відкріплення фрези тиск у порожнині зменшують, вигвинчуючи гвинт 6. Якісне виготовлення втулки забезпечує підвищену точність центрування фрези на шпинделі.

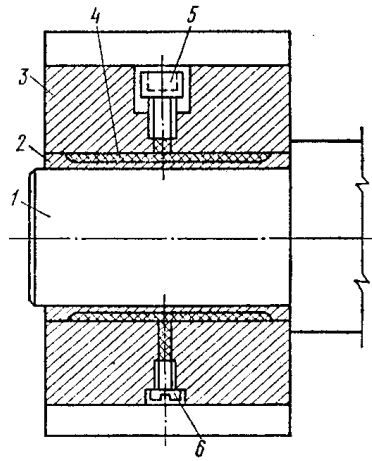


Рисунок 123 – Схема гідропластмасового закріплення фрези на шпинделі: 1 — шпиндель, 2 — втулка тонкостінна, 3 — фреза, 4 — гідропластмаса, 5 — гвинт-плунжер, 6 — гвинт

Закінчивши кріплення інструмента на шпинделі, встановлюють знімну підшипникову опору, базуючи її шпонковим пазом по виступі на супорті. Опору надійно кріплять болтами без перекосів, перевіряючи правильність установки поворотом шпинделя вручну. Перед остаточним настроюванням верстата кожухи огорожень фрез підключають до ексаустерної системи. Надійне видалення стружок із зони різання забезпечується при швидкості повітря в патрубках, що відводять, не менше 17...19 м/с. Витрата повітря при цій швидкості повинна бути для фрез горизонтальних 1600 м<sup>3</sup>/год, вертикальних — 1200 м<sup>3</sup>/год.

### Контрольні питання

1. Яке призначення чотирибічного поздовжньо-фрезерного верстата і його основних складових частин? 2. На які групи підрозділяються чотирибічні верстати? 3. Розкажіть про принцип дії чотирибічного верстата з розосередженим розташуванням вальців. 4. Які типи фрез використовують на чотирибічних верстатах? 5. Розкажіть про призначення й конструкцію балансувального верстата. 6. Перелічіть способи кріплення фрез на шпинделях верстата. 7. В якій послідовності налагоджують верстат на задані розміри обробки? 8. Які вимоги пред'являють до оброблених на верстаті деталей?

1. З яких основних механізмів і вузлів складається чотирибічний поздовжньо-фрезувальний верстат?
2. Яка послідовність налагодження чотирибічних поздовжньо-фрезувальних верстатів?

### Список використаних джерел

1. Кірик М.Д. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів. Підручник для вищих навчальних закладів. - Львів, КН, 2006. - 412 с.
2. Шостак В.В. Деревообробні верстати загального призначення: Підручник / В.В. Шостак, Я.І. Савчук, А.С. Григор'єв та ін.; За ред. В.В. Шостака. — К.: Знання, 2007. — 279 с.
3. Коротков В.И. Деревообрабатывающие станки: учебник для нач. проф. образования / В.И. Коротков. — 3-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 304 с.
4. Амалицкий В.В., Любченко В.И. Станки и инструменты деревообрабатывающих предприятий. - М.: Лесн. пром-сть, 1977. - 398 с.
5. Глебов И.Т. Оборудование отрасли: конструкции и эксплуатация деревообрабатывающих машин. Учебное пособие - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. - 286 с.
6. Основи розрахунку та конструкції деревообробного обладнання: підручник / В.В. Шостак, Я.І. Савчук, Г.М. Ковальчук, Ю.І. Озимок, М.М. Савич; за ред. В.В. Шостака. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 392 с.



Навчальне видання

## **ЧОТИРИБІЧНІ ПОЗДОВЖНЬО-ФРЕЗУВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ**

Методичні вказівки  
для організації самостійної роботи студентів

Укладач:

**ГРАДИСЬКИЙ** Юрій Олександрович  
**СОСЄДКО** Марія Олександрівна  
**ВОЙТОВ** Антон Вікторович

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.  
Ум. друк. арк. 2,19.  
Наклад \_\_\_\_\_ пр.

Державний біотехнологічний університет  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44