



**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

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

**Кафедра деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового
комплексу**

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ ДЕРЕВООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ

**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

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ ДЕРЕВООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ

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)
Ф94

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

Ф94 Функціональні механізми деревообробних верстатів : метод. вказівки для самот. 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, Соседко М.О., А.В. Войтов. – Харків, 2023. – 43 с.

В методичних вказівках розглянуто призначення, конструкцію, правила налагоджування функціональних механізмів деревообробних верстатів.

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. Функціональні механізми деревообробних верстатів	5
1.1. Станина	5
1.2. Механізми головного руху	5
1.2.2. Шпинделі	6
1.2.3. Центри, патрони	7
1.2.4. Механізми з поступальним рухом	7
1.2.5. Робочі вали	7
1.2.6. Механізми зі зворотно-поступальним рухом	8
1.3. Механізми подачі	9
1.3.1. Вальцьові механізми подачі	10
1.3.2. Конвеєрні механізми подачі	13
1.3.3. Столи, каретки, супорти	15
1.4. Механізми базування	17
1.4.1. Поняття і визначення	17
1.4.2. Роликовий стіл	18
1.4.3. Притиски	18
1.5. Приводи машин	19
1.5.1. Асинхронні електродвигуни	20
1.5.2. Основи динаміки привода	21
1.5.3. Регульовані двигуни постійного струму	24
1.5.4. Гідравлічний привід	27
1.5.5. Пневматичний привод	30
1.6. Завантажувально-розвантажувальні пристрої	34
1.7. Захисні, запобіжні й блокуючі пристрої	35
1.7.1. Захисні пристрої	35
1.8. Органи керування	37
1.9. Пристрою для мащення	37
2. Техніка безпеки, промислова санітарія і протипожежні заходи	38
2.1. Загальні положення по техніці безпеки	38
2.2. Умови безпечної роботи на окремих верстатах	39
2.3. Промислова санітарія	40
2.4. Протипожежні заходи	41

1. Функціональні механізми деревообробних верстатів

Функціональним механізмом називають частину машини (звичайно складальну одиницю), що виконує яку-небудь функцію, необхідну для роботи машини.

Пристрій деревообробних верстатів визначається їх технологічним призначенням. При цьому верстати різного технологічного призначення мають подібні конструктивні елементи й функціональні механізми. До них відносяться станина, механізм головного руху, механізм подачі, базуючі пристрої, притискні й затискні пристрої, механізми регулювання, керування, настроювання, допоміжні пристрої й приводи.

1.1. Станина

Станина служить для закріплення вузлів (складальних одиниць) і деталей верстата. Вона сприймає зусилля, що діють між окремими елементами верстата, вібраційні й динамічні навантаження, а також навантаження від оброблюваного матеріалу. Станини можуть бути литими й зварними. Їх виготовляють пустотілими, звичайно коробчастого перетину, забезпечуючи при цьому необхідну стійкість. Конфігурація й розміри станини залежать від призначення й конструкції верстата. Литі станини роблять із чавуну, а зварні зі сталі.

1.2. Механізми головного руху

Механізмами головного руху є робочі органи дереворіжучих верстатів, що здійснюють головні рухи процесу різання.

Класифікація механізмів головного руху дана на рис. 15.



Рисунок 15 – Класифікація механізмів головного руху

1.2.1. Робочі вали

Механізми головного руху обертальної дії одержали найбільш широке поширення в дереворіжучих верстатах. Вони підрозділяються на робочі вали, шпинделі й центри.

Робочим валом називають швидкохідний вал верстата із закріпленням на ньому різальним інструментом у проміжку між підшипниковими опорами. Так виконуються ножові вали фугувальних і рейсмусових верстатів, пильні вали деяких круглопильних верстатів (рис. 16). У зв'язку з високою частотою обертання (до 6000 хв^{-1} і вище) і значною їх довжиною вали для підвищення їх жорсткості й вібростійкості закріплюються на станині нерухомо, без регулювальних переміщень.

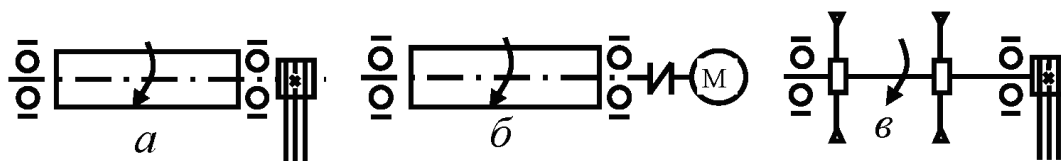


Рисунок 16 – Робочі вали: а, б — ножові вали; в — пильний вал

Конструкції ножових валів наведені на рис. 17. Леза ножів можуть бути прямолінійними, гвинтовими, східчастими, східчасто-похилими або у вигляді пластин, що не переточуються, з декількома ріжучими крайками.

У загальному випадку ножовий вал містить гальмовий шків 1, підшипники 2, корпус 3 з пазами й приводний шків 4 для ременів. У пази корпуса вставлені ножі 7, 12 з планками 5 і

регулювальними гвинтами 6. Ножі в пазах кріпляться клинами 8, 13 і гвинтами 9, 10. Серповидні ножі кріплять за допомогою вставок 11.

Вал з чотирибічними пластинками, що не переточуються, з твердого сплаву (рис. 17, д) має гелікоїдальні пази, у яких закріплені в шаховому порядку зазначені пластинки. Така конструкція вала забезпечує при фрезеруванні заготовки високу якість обробленої поверхні, більшу швидкість видалення стружки й низький рівень шуму. Кожна пластинка може бути знята в індивідуальному порядку для заміни.

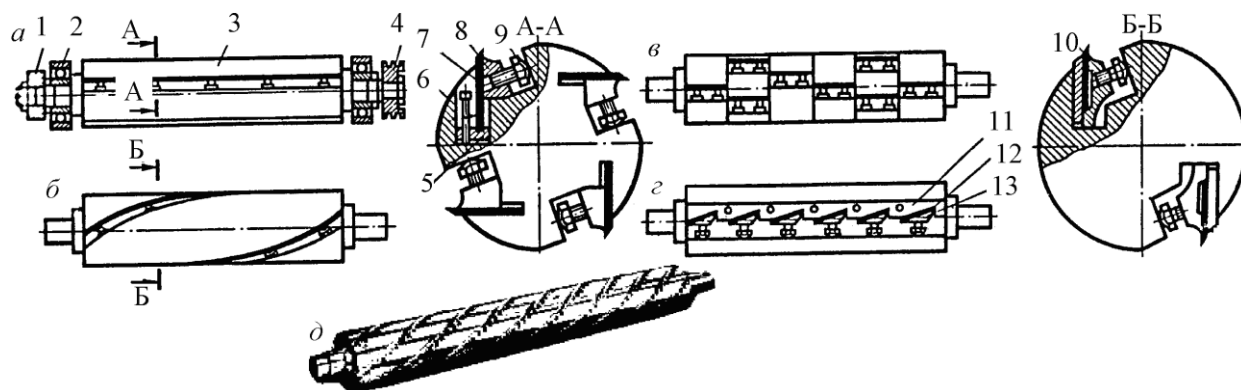


Рисунок 17 – Ножові вали з розташуванням ножів: *а* - прямолінійним, *б* - гвинтовим, *в* - східчастим, *г* - східчастим з нахилом ріжучої крайки; *д* - з не переточують пластинками

На рис. 18 показано креслення ножового вала.

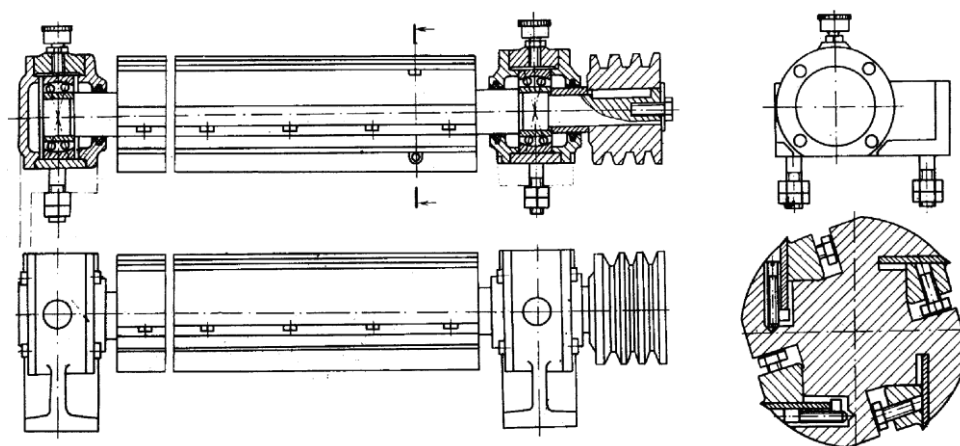


Рисунок 18 – Креслення ножового вала

1.2.2. Шпинделі

Шпиндель - швидкохідний вал верстата з кріпленням різального інструменту на його консольній частині.

Шпинделі застосовуються на верстатах круглопилних, фрезерних, свердильних, шипорізних і ін. Шпинделі можуть мати настроєчні переміщення.

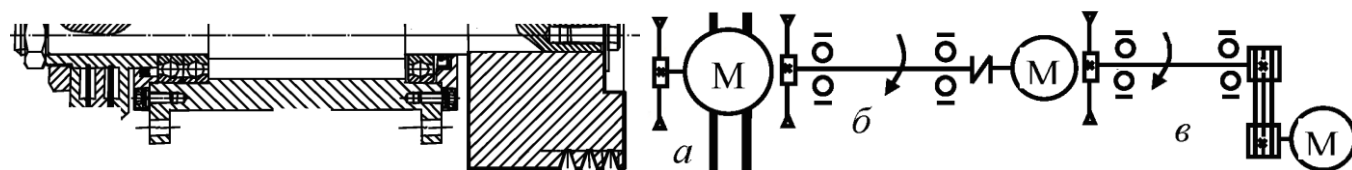


Рисунок 19 – Способи з'єднання шпинделя з електродвигуном: *а* - як шпиндель використаний вал двигуна; *б* - муфтою; *в* - пасовою передачею

На рис. 21 показаний шпиндельний вузол вертикального фрезерного верстата.

Шпиндель 4 встановлений у підшипникових опорах на супорті з можливістю вертикального настроєчного переміщення. На верхній консолі шпинделя є конусний отвір 10 для

кріплення в ньому управління з фрезою, а на нижній консолі розташований шків 2 пасової передачі. Шків кріпиться гайкою 1.

Підшипники кочення шпинделя змазуються маслом. Для цього в корпусі 6 є резервуар для масла 7, розбризкувач 8, гніт 9 і пробки 3 для зливу відпрацьованого масла при його заміні.

Для фіксації положення шпинделя при зміні різального інструменту на корпусі встановлений фіксатор 5. Для підйому (опускання) корпусу шпинделя 1 використовується черв'ячна передача 11 і гвинт 12.

У **свердлильних верстатах** на консолі шпинделя змонтований патрон для кріплення в ньому свердла. При цьому в деяких свердлильних верстатах шпиндель встановлений з можливістю осевого переміщення для подачі свердла на заготівку.

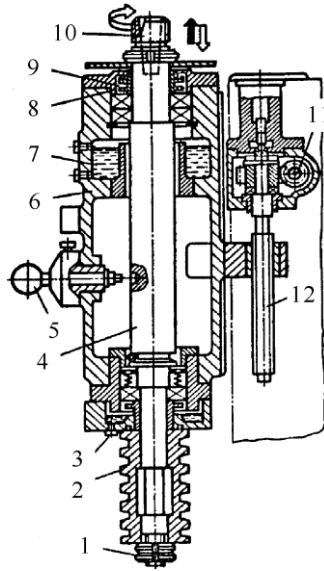


Рисунок 21 – Шпиндельний блок

У свердлильно-пазовальних верстатах шпиндель з кінцевою фрезою може робити коливальний рух.

1.2.3. Центри, патрони

У деяких верстатах (луцильних, токарних, копіювальних і ін.) головний рух різання здійснюється заготівкою. Для цього заготівка затискається в центрах 1 і 2 верстата (рис. 22, а) або в трьохкулачковому патроні 4 (рис. 22, б), які забезпечують їй обертовий рух. У цьому випадку різальний інструмент 3 виконує рух подачі.

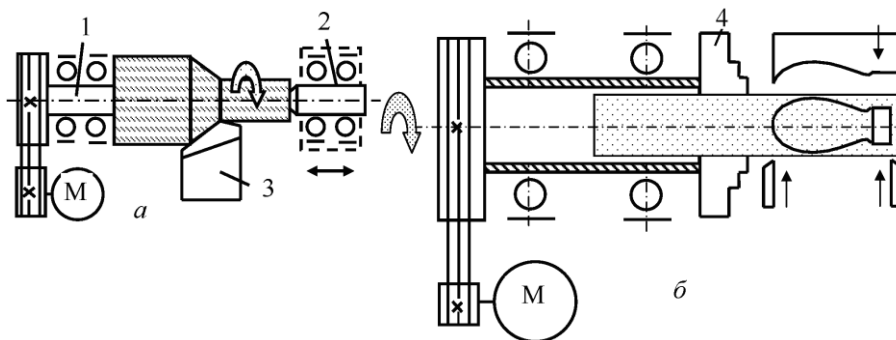


Рисунок 22 – Обробка деталей: а - у центрах; б - у патроні

1.2.4. Механізми з поступальним рухом

Особливістю механізмів різання з **поступальним рухом** є наявність у них гнучкого різального інструменту у вигляді стрічки, надягнутої на кілька шківів (стрічкопилісні, стрічково-шліфувальні верстати, ланцюгово-довбальні й ін.).

У стрічкопилісному верстаті як різучий інструмент використовується стрічкова пилка. Пилка 4 (рис. 23, а) у вигляді замкнутої стрічки надіта на нижній приводний 1 і верхній натяжний

7 шків. Натяг стрічкової пилки виконується вантажем 6 і настроєчним гвинтом 5 за допомогою маховичка. Привод нижнього шківів проводиться від електродвигуна 3 за допомогою пасової передачі. Для зупинки шківів є гальмо 2.

Натяг пильної стрічки можливий пружиною (рис. 23, б). При повороті маховичка з гвинтом верхній шків піднімається, пильна стрічка натягається. Зусилля натягу сприймається пружиною й вказується стрілкою по шкалі.

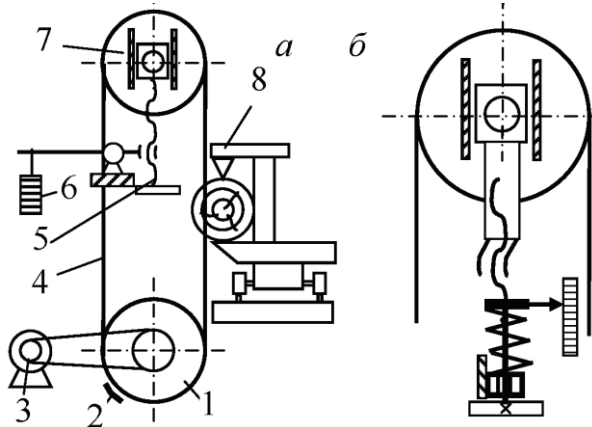


Рисунок 23 – Механізми головного руху стрічкопильних верстатів з натягом пильної стрічки: а - вантажем; б - пружиною

У стрічковому шліфувальному верстаті шліфувальна шкурка надіта на три (рис. 24, а) або на два (рис. 24, б) шліфувальних барабани. При цьому барабани 1 є приводними, вони з'єднані пасовою передачею або муфтою з електродвигуном, а барабан 2 - натяжний, він забезпечує необхідний натяг стрічки. Діаметри барабанів рівні 280 - 300 мм. Швидкість головного руху становить 20 - 25 м/с.

Між барабанами над стрічкою розташований утюжок 3, яким забезпечується необхідний тиск шкурки на заготівку. Утюжок може переміщатися по нижній гілці стрічки.

Механізми з трьома барабанами застосовуються для шліфування широких щитових деталей. Вони мають високу продуктивність, забезпечують гарну якість обробки.

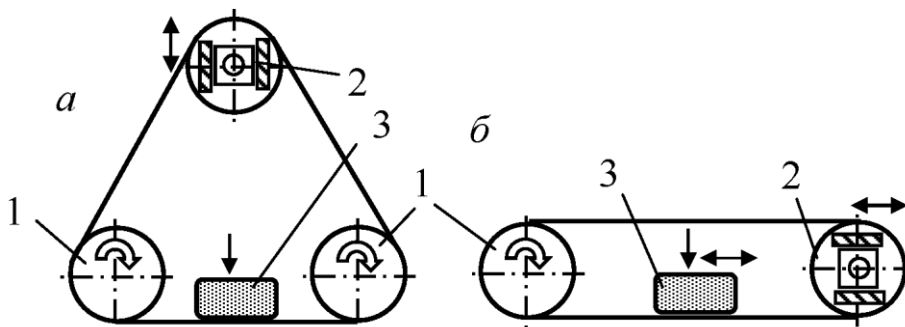


Рисунок 24 – Механізми головного руху стрічкових шліфувальних верстатів: а - трьохбарабанний; б - двобарабанний

1.2.5. Механізми зі зворотно-поступальним рухом

Характерною відмінністю механізмів головного руху зі **зворотно-поступальним рухом** є їх змінна швидкість, наявність значних інерційних сил і невірноваженість. Часто привод таких механізмів включає кривошипно-шатунний механізм, що використовується в лісопильних рамах, стругальних верстатах і ін.

Принцип роботи механізму головного руху лісопильної рами показаний на рис. 25. Постав пилки 3 (комплект з декількох пилки) закріплений у пильній рамці, що встановлена у вертикальних напрямних станини й шарнірно з'єднана з шатуном 2 і кривошипом 1 колінчатого вала. Останній за допомогою пасової передачі пов'язаний з двигуном 5.

При роботі пильна рамка з пилками робить зворотно-поступальний рух. Колода, що насувається на пилки 4, розпилюється відразу або на дошки, або на дошки й бруси залежно від схеми установки пилки.

У лісопильній рамі рух пилок вниз вважається робочим, коли відбувається процес пиляння, а рух пилок вгору вважається холостим, коли пильна рамка з пилками повертається у вихідне положення.

Швидкість головного руху. Пильна рамка з пилками робить зворотно-поступальний рух, повідомлюваний їй кривошипно-шатунним механізмом (рис. 25, б). Її головний рух прямолінійний.

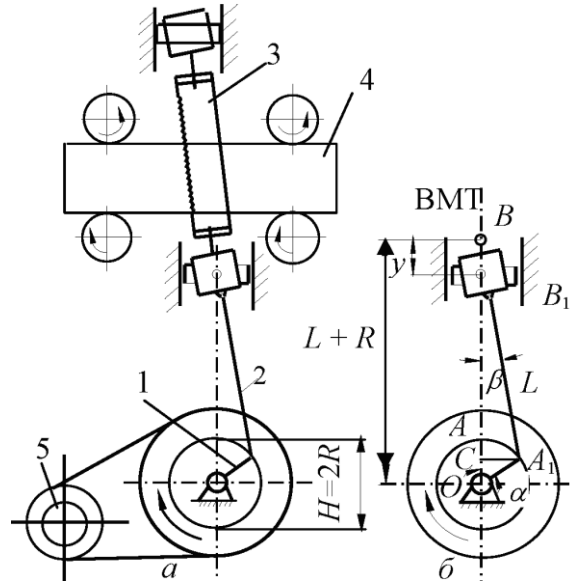


Рисунок 25 – Лісопильна рама: а - схема механізму головного руху; б - кривошипно-шатунно-повзунний механізм

Точка *B* належить одночасно пильній рамці й шатуну. При повороті кривошипа від вертикальної осі на кут α точка *B* опуститься в положення *B*₁. Шлях рамки *y* буде дорівнювати відрізку *AC*. З рис. 25, б слідує:

$$y = L + R - (R \cos \alpha + L \cos \beta) = R (1 - \cos \alpha) + L (1 - \cos \beta). \tag{33}$$

Довжина шатуна в 8 разів більше довжини кривошипа й тому кут β малий. У зв'язку з цим шлях пильної рамки приблизно знаходять так:

$$y = R (1 - \cos \alpha). \tag{34}$$

Швидкість головного руху, м/с:

$$V = \frac{dy}{dt} = R \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt} = R \omega \sin \alpha = V_o \sin \alpha \tag{35}$$

де ω - кутова швидкість обертання кривошипа, c^{-1} ; V_o - окружна швидкість обертання пальця кривошипа, м/с.

При виконанні розрахунків часто користуються середньою швидкістю головного руху, м/с:

$$V = H n / 30000, \tag{36}$$

де H - хід пильної рамки, мм; n - частота обертання кривошипа, $хв^{-1}$.

У сучасних лісопильних рам $H = 700$ мм, $n = 250 - 360$ $хв^{-1}$, $V = 5,8 - 8,4$ м/с.

1.3. Механізми подачі

Механізми подачі - це пристрої машин, що здійснюють рух подачі. Подача виконується рухом заготовок, а іноді рухом різального інструменту.

Класифікація механізмів подачі представлена на рис. 26.

У механізмах з жорстким зв'язком оброблювана заготовка жорстко з'єднана зі столом, кареткою або конвеєром.

У механізмах подачі з фрикційним зв'язком органи подачі (обертові вальці або конвеєри, що рухаються) переміщують заготовки за рахунок сил тертя, що виникають у зоні контакту між заготовкою й поверхнею органів подачі.

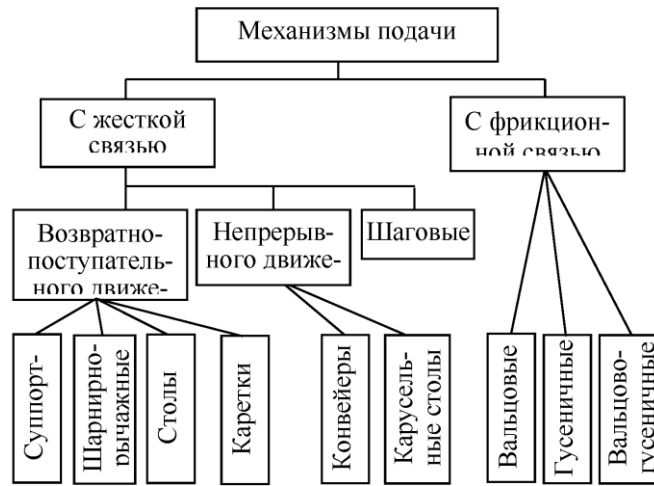


Рисунок 26 – Класифікація механізмів подачі

1.3.1. Вальцові механізми подач

Це один з найпоширеніших видів механізмів, що подають (рис. 27). Механізм подачі складається з приводних вальців, які базують заготовку й насувають її на різальний інструмент.

У деревообробних верстатах механізм подачі може бути виконаний по-різному. В одних механізмах подачі всі вальці виконані приводними, в інших приводні вальці розташовані або тільки зверху, або тільки знизу. Верхні вальці при цьому завжди виконані притискними. Притиск забезпечується пружинами або власною вагою вальців. Механізм головного руху верстата найчастіше розташований у проміжку між вальцями, але іноді він може бути розташований за вальцями (див. рис. 27, в).

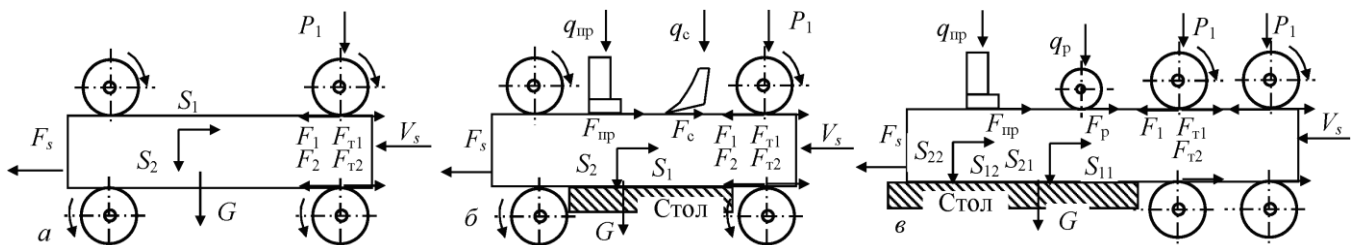


Рисунок 27 – Розрахункові схеми механізмів подачі верстатів: а - круглопилевого; б - рейсмусового; в - багатшпindelного поздовжньо-фрезерного

Приводні вальці виконуються або гладкими, або рифленими, або обрешиненими. Рифлені або обрешинені вальці забезпечують краще зчеплення з заготовкою, виключають пробуксовку, наприклад, при подачі мерзлої деревини.

У деяких верстатах вальці механізму подачі розташовані вертикально.

Для забезпечення точного базування осі всіх вальців повинні бути строго паралельними, однак це виконати надзвичайно важко. Якщо вісь вальця не перпендикулярна до напрямку подачі, то при русі заготовки на вальці виникає складова сили зчеплення, що спрямована вздовж осі вальця. Ця сила викликає перебазування заготовки. **Таким чином, вальцові механізми подачі не можуть забезпечити високу точність прямолінійного переміщення заготовки.**

На рис. 27 наведені приклади схем вальцових механізмів подач різних деревообробних верстатів. Схеми можуть бути найрізноманітнішими й можуть включати приводні й неприводні вальці, стружколомачі, притиски ковзні й роликові. Механізм головного руху у верстаті може бути декілька, їх різальні інструменти у просторі можуть бути розташовані по-різному. Їх дія на заготовку відзначено силами S_1 і S_2 .

Розрахунок тягового зусилля й потужності механізму подачі

При розрахунку тягового зусилля завдання вирішують у два етапи: спочатку визначають тиск притискних вальців, а потім - тягове зусилля. Для визначення тиску на заготовку верхніх вальців розглядають роботу або тільки передніх вальців, розташованих перед різальним інструментом, або тільки задніх вальців, розташованих за різальним інструментом. Передні вальці

працюють у початковій стадії обробки заготовки, а задні - наприкінці обробки заготовки. Ті й інші вальці повинні забезпечити надійну роботу верстата. Якщо ця умова буде виконано, то при спільній роботі всіх вальців механізм подачі буде функціонувати надійно.

Для визначення тиску верхніх вальців P_1 по рис. 27, а розглянемо роботу вальців, розташованих тільки перед різальним інструментом. Знайдемо суму проєкцій сил на напрямок V_s і одержимо наступне рівняння:

$$F_1 + F_2 = \alpha (S_1 + F_{T1} + F_{T2}), \quad (37)$$

де F_1, F_2 - тягове зусилля, створюване відповідно верхніми й нижніми вальцями (якщо вони приводні), Н; α - коефіцієнт запасу, $\alpha = 1,3-1,5$; S_1 - проєкція складової сили різання на напрямок подачі, Н; F_{T1}, F_{T2} - сили тертя кочення відповідно верхніх і нижніх вальців по заготовці, Н.

Розрахунок сил тертя кочення.

На рис. 28 показана схема руху вальця по дерев'яній заготовці. Валець котиться по поверхні заготовки і під дією сили нормального тиску N деформує її.

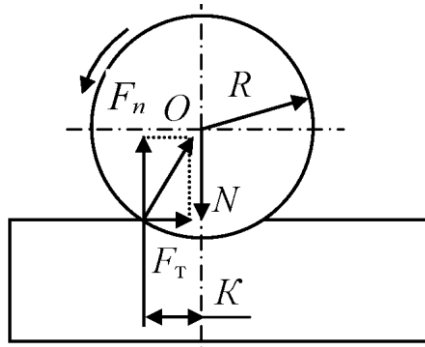


Рисунок 28 – Схема руху вальця по заготовці

Силу реакції заготовки розкладають на силу тертя кочення F_T і силу нормальну F_n . Природно допустити, що $F_n = N$. Знайдемо суму моментів сил відносно осі обертання O :

$$\Sigma M_o = 0; \quad F_T R - F_n K,$$

звідки

$$F_T = N \frac{K}{R} \quad (38)$$

де K - коефіцієнт тертя кочення, що має розмірність довжини, мм.

Рівняння (37) можна записати так:

$$P_1 \mu_1 + (S_2 + \frac{G}{2} + P_1) \mu_2 = \alpha [S_1 + \frac{P_1 K_1}{R_1} + (S_2 + \frac{G}{2} + P_1) \frac{K_2}{R_2}] \quad (39)$$

де P_1 - сила тиску верхнього вальця, Н; μ_1, μ_2 - коефіцієнти зчеплення з заготовкою відповідно верхнього й нижнього вальця (табл. 11); S_2 - проєкція складової сили різання на напрямок, перпендикулярний до вектора швидкості подачі, Н; G - вага заготовки, Н; K_1, K_2 - коефіцієнти тертя кочення відповідно верхнього й нижнього вальців, мм (табл. 12); R_1, R_2 - радіуси контакту з заготовкою верхнього й нижнього вальця, мм.

Звідси знаходимо сила тиску верхнього вальця

$$P_1 = \frac{\alpha S_1 + (S_2 + 0,5G) (\frac{2\alpha K_2}{d_2} - \mu_2)}{\mu_1 + \mu_2 - 2\alpha (\frac{K_1}{d_1} + \frac{K_2}{d_2})} \quad (40)$$

Подібним чином складаються рівняння для інших механізмів подач.

Тиск стружколомачів і притисків.

При наявності у верстаті стружколомачів, що ковзають або роликів притисків їх тиск на заготовку знаходиться в такий спосіб. Спочатку знаходимо окружну дотичну силу різання

$$F_{xo} = \frac{1000P\eta}{V} \quad (41)$$

де P - потужність двигуна механізму головного руху, кВт; V - швидкість головного руху, м/с, η - ККД механізму головного руху.

Середня сила різання на дузі контакту при поздовжньому фрезеруванні, Н

$$F_{xcp} = F_{xo} \frac{\pi D}{lz} \quad (42)$$

де D - діаметр окружності різання, мм; l - довжина дуги контакту, мм; z - кількість зубів фрези.

Довжина дуги контакту

$$l = \sqrt{tD}$$

де t - глибина фрезерування, мм.

Сила тиску стружколомачів на заготовку (рис. 27, б), Н [7]

$$q_c = 1,25F_{xcp} \sqrt{\frac{t}{D}} \quad (43)$$

Сила тиску на заготовку притисків ковзних і роликів (рис. 27, б, в), Н

$$q_{np} = q_p = 3,1 F_{xcp}. \quad (44)$$

Сила S_2 зі знаком + (плюс) повинна бути спрямована вбік нижнього вальця, стола, направляючої лінійки.

Якщо верстат має кілька механізмів головного руху, то

$$\begin{aligned} S_1 &= S_{11} + S_{12} + \dots + S_{1n}, \\ S_2 &= S_{21} + S_{22} + \dots + S_{2n}. \end{aligned}$$

Тягове зусилля механізму подачі.

Тягове зусилля являє собою суму проєкцій всіх сил опору руху заготовки на напрямок подачі. Якщо тиск притискних вальців знайдено, то тягове зусилля всіх вальців може бути знайдено за допомогою наступного виразу, Н:

$$F_s = 2(F_1 + F_2) = 2[P_1\mu_1 + (S_2 + \frac{G}{2} + P_1)\mu_2]. \quad (45)$$

Потужність двигуна привода механізму подачі, кВт

$$P = \frac{F_s V_s}{60000\eta} \quad (46)$$

де V_s - швидкість подачі, м/хв; η - ККД механізму подачі.

Таблиця 11 - Значення коефіцієнтів зчеплення рифлених вальців з деревиною μ [8]

Порода деревини	Вологість, %	
	12	65
Сосна	$\mu = 0,54 + 0,001 d$	$\mu = 0,62 + 0,0015 d$
Береза	$\mu = 0,55 + 0,001 d$	$\mu = 0,64 + 0,0012 d$
Дуб	$\mu = 0,48 + 0,00086 d$	$\mu = 0,55 + 0,001 d$

Примітки: Для обрєзинених вальців $\mu_{\text{сум}} = 1,8 \mu$; d - діаметр вальця, мм

Таблиця 12 - Значення коефіцієнтів тертя кочення гладких вальців (роликів) по деревині K , мм [8]

Порода деревини	Вологість, %	
	12	65
Сосна	$K = 0,36 + 0,00165 D$	$K = 0,45 + 0,0022 D$
Береза	$K = 0,5 + 0,00135 D$	$K = 0,54 + 0,0018 D$
Дуб	$K = 0,168 + 0,00096 D$	$K = 0,25 + 0,0014 D$

Примітки: Для рифлених вальців $K_{риф} = 1,15 K$; для обрешинених - $K_{резин} = 1,3 K$;
 D - діаметр вальця, мм

1.3.2. Конвеєрні механізми подачі

Конвеєри можуть бути гусеничні, стрічкові й ланцюгові.

Гусеничні конвеєри забезпечують високу точність прямолінійного переміщення заготівки і використовуються переважно в круглопилних верстатах.

Гусеничний конвеєр (рис. 29) складається з нескінченної стрічки масивних ланок 5, вільно надягнутої на чотири колеса 1, змонтованих на валах 3 і 8. Ланки зв'язані роликотулочним ланцюгом 6, що перебуває в зачепленні з провідною зірочкою 2. При обертанні зірочки 4 гусениця приводиться в рух.

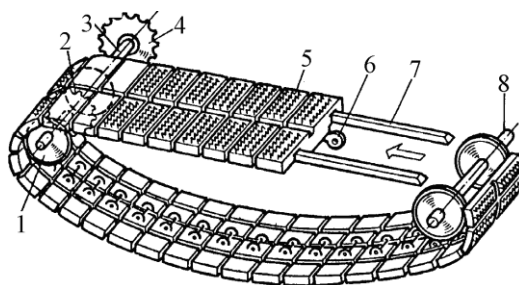


Рисунок 29 – Гусеничний конвеєр

Ланки гусениці мають рифлену поверхню. Верхня гілка гусениці встановлена на напрямних 7, які забезпечують точний прямолінійний рух гусениці.

Такий конвеєр використовується в однопилних круглопилних верстатах, у яких пильний вал розташований над заготівкою. Для виходу пилки з пропилу в ланках гусениці зроблена канавка глибиною 5 мм.

У багатопильних верстатах гусеничний конвеєр 1 робиться або здвоєним (рис. 30, а), або з пірнаючою гусеницею (рис. 30, б). В останньому випадку в напрямних 4 під пилами 2 робиться западина, в результаті чого гусениця провалюється (поринає) у западину, звільняючи простір для пилок. Роликові притиски 3 забезпечують надійне зчеплення заготівки з гусеницею.

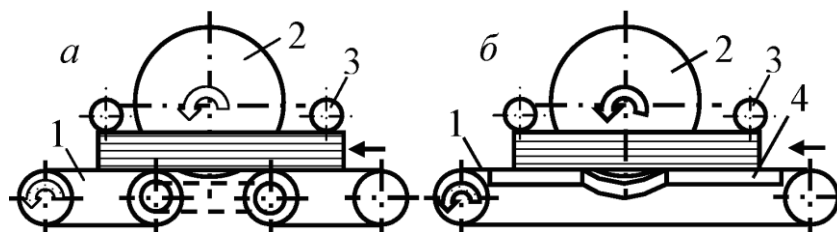


Рисунок 30 – Гусеничні конвеєри багатопильних верстатів: а - здвоєний; б - з пірнаючою гусеницею

Розрахунок тягового зусилля. На розрахунковій схемі (рис. 31) показано: P_1 - зусилля притиску ролика, Н; S_1, S_2 - проєкції сил різання, Н; G - вага заготівки й верхньої гілки гусеничного конвеєра, Н; F_{T1} - сила тертя кочення ролика по заготівці, Н; F_1 - сила зчеплення заготівки з гусеницею, Н; F_{TC} - сила тертя гусениці по напрямній, Н.

Для визначення зусилля притиску ролика P_1 розглянемо випадок, коли заготівка перебуває на конвеєрі тільки під переднім притискним роликом.

Відомо, що сума проєкцій сил на напрямок V , дорівнює нулю. Можна записати

$$F_1 = \alpha (S_1 + F_{TC} + F_{T1}) \quad (47)$$

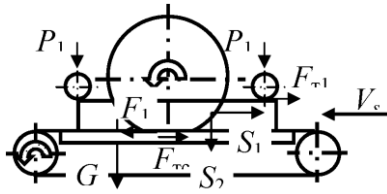


Рисунок 31 – Схема до розрахунку тягового зусилля

Якщо коефіцієнт запасу $\alpha = 0$, то система (47) матиме рівновагу й рух подачі заготівки стає неможливим. У розрахунках приймають $\alpha = (1,5-1,8)$. Розкриємо елементи, що входять у рівняння (47):

$$(P_1 + S_2 + G)\mu = \alpha[S_1 + (P_1 + S_2 + G)f + P_1 \frac{K}{R}],$$

де μ - коефіцієнт зчеплення гусениці з заготівкою (0,25-0,46); f - коефіцієнт тертя ковзання гусениці по напрямних; K - коефіцієнт тертя кочення, мм; R - радіус притискного ролика, мм.

Вирішуючи це рівняння відносно P_1 , одержимо:

$$P_1 = \frac{\alpha S_1 + (S_2 + G)(\alpha f - \mu)}{\mu + \alpha f - K/R} \quad (48)$$

Тягове зусилля гусеничного ланцюга знаходиться для випадку, коли заготівка притиснута всіма притискними елементами верстата, Н:

$$F_s = \alpha[S_1 + (2P_1 + S_2 + G)f + 2P_1 \frac{K}{R}]. \quad (49)$$

Потужність електродвигуна механізму подачі, кВт

$$P = \frac{F_s V_s}{60000\eta} \quad (50)$$

де V_s - швидкість подачі, м/хв; η – ККД механізму подачі.

Стрічкові конвеєри застосовують у верстатах, де бічний зсув заготівки не впливає на якість обробки (рис. 32). Гнучка стрічка 3 надіта на два ролики, і її робоча верхня гілка опирається на стіл 1. При роботі заготівка базується спочатку на роликовому столі й по напрямній лінійці 4. Після виходу з верстата деталь опирається на задній неприводний ролик 2.

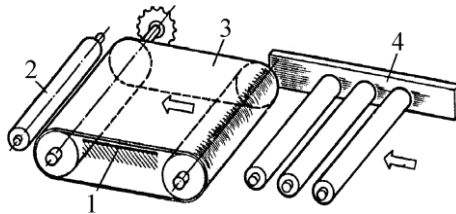


Рисунок 32 – Стрічковий конвеєр

Ланцюгові конвеєри (рис. 33) застосовують для поперечної обробки довгих брускових деталей і щитів. Для цього на ланках ланцюга закріплені упори 2. Привод ланцюгів здійснюється від вала 1. Ланцюгові конвеєри застосовуються в прохідних торцювальних, шипорізних верстатах і ін.

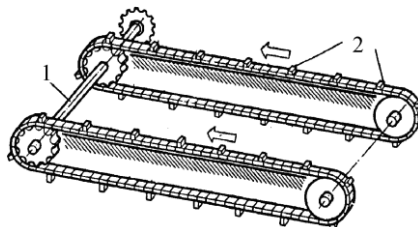


Рисунок 33 – Ланцюговий конвеєр

1.3.3. Столи, каретки, супорти

Столи розрізняють нерухомі й переміщувані в процесі обробки деталі.

На рис. 34 показаний рухомий стіл однобічного ящикового шипорізного верстата. Після закріплення заготовки на столі 2 останній насувається в напрямних на обертову фрезу 3 за допомогою гідроциліндра 1.

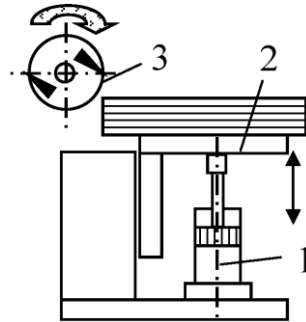


Рисунок 34 – Схема механізму подачі стола

На рис. 35 показаний стіл фрезерно-карусельного верстата. Стіл змонтований на вертикальному валу й приводиться в обертання черв'ячною зубчастою передачею 1 від електродвигуна 4. На карусельних столах для обробки деталей звичайно використовують знімні шаблони 3. Їх кріплять гвинтами, які вставляють у Т-подібні пази 2 стола.

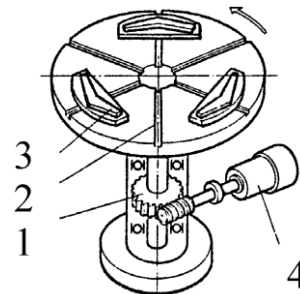


Рисунок 35 – Стіл карусельний

Каретки призначені для закріплення на них оброблюваних заготовок і надвигання їх на різальний інструмент. Каретки застосовують на однобічних шипорізних, фрезерних, круглопилних і інших верстатах з цикловим зворотно-поступальним рухом.

На рис. 36 наведена типова конструкція каретки на напрямні кочення.

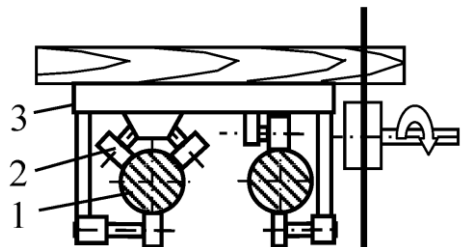


Рисунок 36 – Каретка

Круглі напрямні 1 у цьому випадку розташовані в горизонтальній площині. Іноді вони розташовуються у вертикальній площині. Стіл 3 каретки опирається на напрямні циліндричними роликами кочення 2.

Заготовка кріпиться на столі й насувається кареткою на обертовий різальний інструмент.

Супорт. Супортом називають механізм, призначений для закріплення на ньому, подачі або настроєчного переміщення по одній або декількох координатних осях елементів верстата. На супорті монтують механізми головного руху (шпинделі, ножові вали, токарні різці, рамні пилки), органи механізму подачі (вальці, конвеєри, штовхачі), базові лінійки, столи й притиски. По кількості робочих рухів розрізняють супорти одно-, дво- і трьохкоординатні. На супорті можливі обертальні настроєчні переміщення.

Привод настроєчних переміщень у супортах буває ручний, механічний або автоматичний.

На рис. 37 показаний типовий двокоординатний супорт, використовуваний на шипорізних верстатах. Супорт складається з горизонтальної 3 і вертикальної 4 плит, встановлених у відповідних напрямних й переміщуваних гвинтами 5 і 8. Настроєчні переміщення виконуються по лінійках 6. Після настроювання положення плит фіксується гвинтами 7. На горизонтальній плиті супорта встановлений електродвигун 2 з пилкою 1.

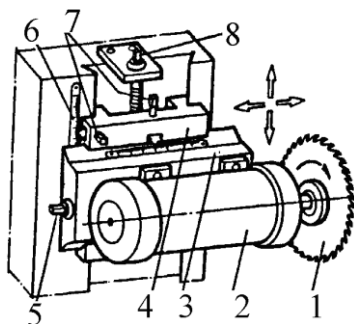


Рисунок 37 – Супорт двокоординатний

Конструктивно супорти виконуються по-різному. У загальному випадку супорт складається з напрямних, повзуна або каретки, елементів фіксування й переміщень.

Напрямні супорта. Напрямними супорта називаються пристрої, що забезпечують прямолінійне (іноді криволінійне) переміщення рухомого елемента (повзуна, каретки) з заданою точністю.

За формою робочих поверхонь напрямні можуть бути плоскими, призматичними або циліндричними. При цьому повзун монтується на напрямній з тертям ковзання або тертям кочення (рис. 38 і рис. 39).

Супорти характеризують точністю, довговічністю й жорсткістю. **Точність** переміщення залежить головним чином від точності виготовлення напрямних. **Довговічність** супорта характеризується здатністю зберігати початкову точність переміщення протягом заданого часу їх використання.

Жорсткість супорта визначає здатність чинити опір дії деформуючих сил. Жорсткість виражається відношенням сили, прикладеної в заданій точці, до величини деформації, обмірюваної в напрямку дії сили. Деформації виникають, головним чином, по поверхнях контакту повзуна й напрямних.

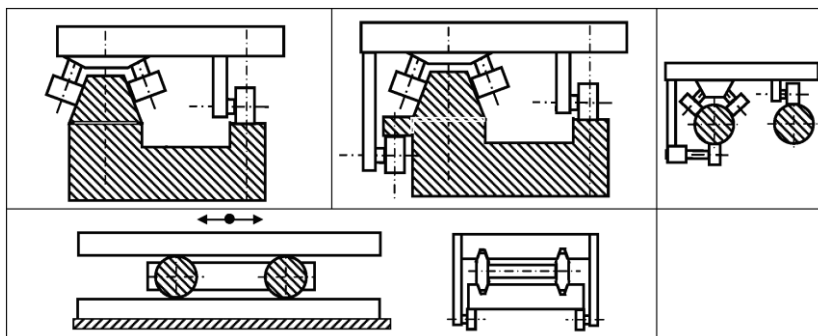


Рисунок 39 – Супорти з напрямними кочення

Контрольні питання й завдання

1. Який механізм верстата називається функціональним? Перелічіть їх. 2. Дайте характеристику основних механізмів головного руху. 3. Зобразіть схему класифікації механізмів подачі. 4. Перелічіть основні види механізмів подачі. 5. Які механізми подачі вважаються самими точними?

1.4. Механізми базування

1.4.1. Поняття і визначення

Для одержання на верстаті деталі заданої форми й розмірів заготовку необхідно спочатку правильно зорієнтувати щодо різального інструменту, а потім, зберігаючи її незмінне положення, виконати рух подачі. При механічній обробці на заготовку діють сили різання, вібрації, які перешкоджають збереженню незмінної її орієнтації. У зв'язку з цим положення зорієнтованої заготовки варто зафіксувати. Процес орієнтування заготовки і її фіксації називають **базуванням**.

Базування - процес забезпечення точної орієнтації оброблюваних об'єктів щодо різальних інструмент і збереження заданої орієнтації протягом обробки.

Для орієнтування на оброблюваному об'єкті розрізняють **технологічні бази**: головну, напрямну й упорну. Для дошки, наприклад, головною поверхнею, що базує, буде пласк, направляючою базою - бічна довга крайка й упорна база - торцева поверхня.

Верстати для базування забезпечуються системою пристроїв, що базують. До них відносяться власне базуючі (орієнтуючі) елементи, які називають ще настановними базами верстата, а також притискні й затискні елементи. Настановними базами на верстатах можуть бути столи, каретки, супорти, направляючі лінійки, косинці, упори й т.д. Крім того, на верстаті можуть бути дійсні напрямні.

Дійсні напрямні - це ті напрямні, по яких здійснюється рух подачі [9].

При орієнтуванні оброблювана заготовка взаємодіє своїми технологічними базами з настановними базами верстата. Настановні бази верстатів по конструктивних ознаках можуть бути рухомими й нерухомими. Ті й інші забезпечують базування рухоме, нерухоме й комбіноване.

Рухомим (ковзним) називають базування, при якому головна технологічна база заготовки ковзає по настановній базі верстата.

При **рухомому базуванні** оброблювана заготовка має один ступінь свободи, перебуває з настановною базою в стані рухомого контакту. Технологічні бази заготовки головна 1 і напрямна 4 (рис. 40, а) безупинно ковзають по настановних базах стола 2 і напрямній лінійці 3. Точність обробки в цьому випадку невелика.

Нерухомим називають базування, при якому головна технологічна база заготовки не переміщається відносно настановної бази верстата.

При **нерухомому базуванні** заготовка в процесі обробки позбавлена всіх ступенів свободи, тобто нерухома щодо базових елементів верстата (рис. 40, б). Технологічні бази заготовки головна 1, напрямна 4 і упорна 6 нерухомі щодо настановних баз стола 2, лінійки 3 і упори 5. Фіксація заданого положення здійснюється вручну. При такому базуванні точність обробки досить велика.

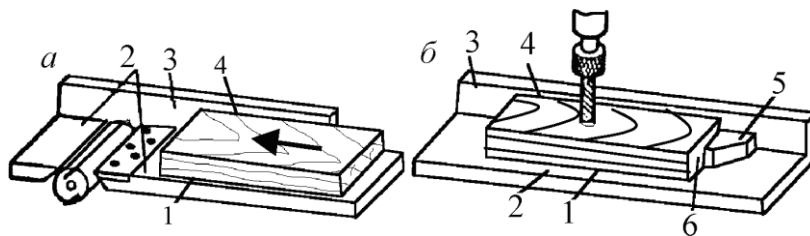


Рисунок 40 – Базування деталі: а - рухоме; б - нерухоме

Комбінованим називають базування, при якому одна частина заготовки має нерухоме базування, а інша - рухоме.

На рис. 41 показана схема комбінованого базування колоди.

Передній кінець колоди 1 опирається на настановні базові поверхні лотка 2, а задній кінець жорстко зафіксований зубчастим штовхачем 3 і переміщається їм за допомогою ланцюга.

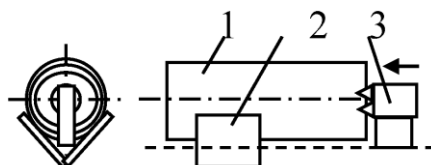


Рисунок 41 – Комбіноване базування

1.4.2. Роликовий стіл

Настановна база верстата часто виконується у вигляді плоскої поверхні стола. Для полегшення переміщення заготовки по столі його поверхню іноді формують з роликів, утворюючи яких розташовані в одній площині. На рис. 42 показаний роликовий стіл торцювального верстата.

Стіл складається з роликів 7 і напрямної лінійки 6 у вигляді прямолінійного дерев'яного бруска або металевого куточка. На дерев'яній лінійці в зоні проходу пилки закріплені металеві накладки 5. Лінійка оснащена поділками й відкидними упорами 1. Упор змонтований на осі 2 і може повертатися на ній. Черевик 3 упора фіксується на лінійці стопорами 4. Якщо ролики 7 виконати приводними, то вони будуть не тільки базувати заготовку, але й транспортувати її.

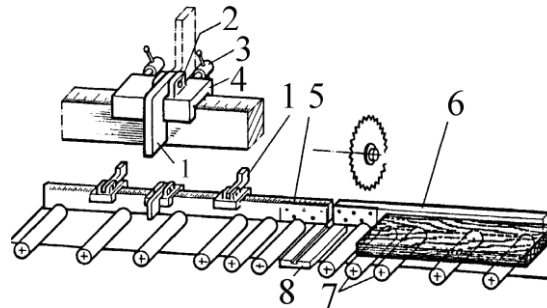


Рисунок 42 – Роликовий стіл з напрямною лінійкою й упорами

У зоні руху різального інструменту на роликовому столі монтують дерев'яну плиту 8 з пазом, що забезпечує стійке положення шматків пиломатеріалу, що відпилюються.

1.4.3. Притиски

Для фіксації оброблюваних заготовок по настановних елементах, що базують, у верстатах застосовують притиски різної конструкції. Притиски, як правило, застосовуються при рухомому базуванні. Притиски виконуються у вигляді колодки (рис. 43, а), підпружиненого черевика (рис. 43, б) або гнучких пластин з ковзною робочою поверхнею (рис. 43, в). Для зменшення тертя ковзання застосовують роликовий притиск (рис. 43, г).

Ролик 1 закріплюють на осі й встановлюють на штоку 2 з упором 3 так, щоб він міг переміщатися в гільзі 4. Для створення надійного притиску різнотовщинних заготовок служить пружина 5, натяг якої регулюється гайкою 6. Притискний пристрій можна переставляти по напрямних стола 7 і кріпити в заданому положенні гвинтом.

На верстатах з поперечною подачею деталей притискний пристрій виконують у вигляді декількох паралельних гілок, оснащених нескінченними клиновими ремнями (рис. 44).

Ремінь 1, надягнутий на вільно обертові шківів 3, у робочій зоні опирається на ряд підпружинених роликів 2 і притискає заготовки 4. Натяг ремня можна регулювати, зміщаючи вісь шківів відносно корпусу притиску.

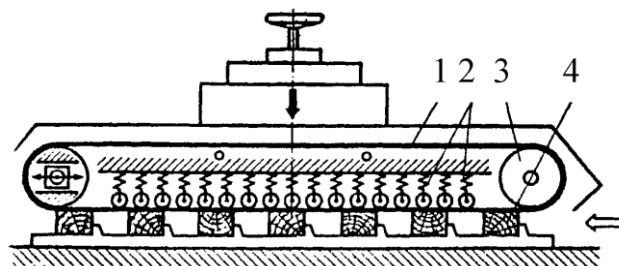


Рисунок 44 – Притиск клиновими ремнями

У верстатах з нерухомим базуванням використовують затискачі (притиски). Для кращого зчеплення з оброблюваною заготовкою робочі поверхні затискачів роблять обрешиненими.

Затискачі бувають з ручним, механічним, пневматичним або гідравлічним приводом.

На рис. 45 показаний важільно-ексцентриковий затискач, що має основу 1, регульовану опору 7, стійку 4 і двоплечий важіль 3, на одному кінці якого встановлена притискна колодка 2, а на іншому - круглого ексцентрика 5 у вигляді диска з рукояткою 6.

Відстань між центром диска і його віссю обертання називають **ексцентриситетом**. Величину ексцентриситету вибирають так, щоб виконувалася основна вимога - самогальмування на робочій ділянці при повороті рукоятки на кут від 0° до 90° . Самогальмування характеризується відношенням діаметра ексцентрика D до величини ексцентриситету e , що рекомендується вибирати з умови

$$\frac{D}{e} \geq 14.$$

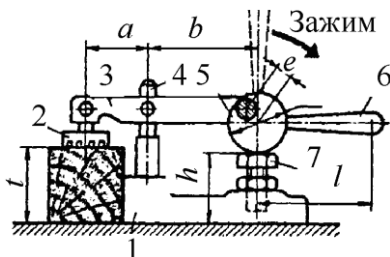


Рисунок 45 – Затискач важільно-ексцентриковий

При зусиллі на рукоятці F_p і повороті її на 90° максимальне зусилля затискача заготовки F_z може бути розраховано по формулі

$$F_z = F_p \frac{lb}{ae}$$

На рис. 46 наведена конструкція гідравлічного затискача. У корпусі 6 за допомогою склянки 3 затиснута мембрана 7, з'єднана зі штоком 4 і черевиком 2. Мембрана прогнута вгору пружиною 5, а черевик оснащений гумовою підшоивою 1. Порожнина корпусу над мембраною з'єднана штуцером 8 з джерелом стислого масла. При роботі тиск подаваного масла передається на мембрану, прогинає її вниз, і черевик 2 затискає заготовку.

При знятті тиску масла пружина 5 прогинає мембрану вгору, відбувається зворотний хід штока.

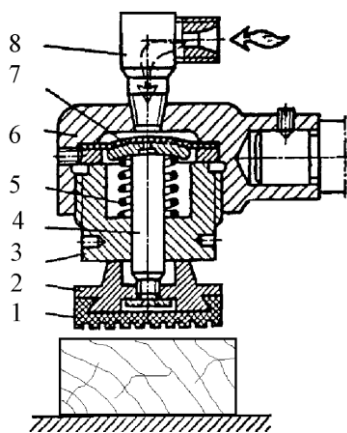


Рисунок 46 – Гідрозатискач

Контрольні питання й завдання

1. Що розуміють під орієнтуванням, базуванням, закріпленням? 2. Базування заготовки може бути рухомим, ... (продовжите ряд). 3. Для фіксації оброблюваних заготовок по настановних елементах, що базують, у верстатах застосовують притиски з черевиком, ... (продовжите ряд). 4. Приведіть схеми притисків деревообробних верстатів. 5. Для чого застосовуються затискачі, і які вони бувають?

1.5. Приводи машин

Приводом називається сукупність двигуна і кінематичного ланцюга, приєднаних до робочого органа машини.

У сучасних деревообробних верстатах застосовуються електродвигунний, гідравлічний і пневматичний приводи. Вибір того або іншого приводу залежить від багатьох факторів, таких як

призначення механізму верстата, наявності того або іншого джерела енергії, величини необхідної потужності, ККД, потреби в регулюванні швидкості робочого органа й ін.

1.5.1. Асинхронні електродвигуни

Загальні відомості. Асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором знаходять саме широке поширення в приводах машин. Вони відрізняються простотою конструкції й технічного обслуговування, економічністю й надійністю. Поряд з основним виконанням двигунів серії 4А розроблені електричні модифікації цієї серії: двигуни з підвищеним пусковим моментом (4АР), з підвищеним ковзанням (4АС), з фазним ротором (4АК, 4АНК), багатошвидкісні (у марці вказується число полюсів, наприклад, 4А100S8) і двигуни з вбудованим гальмом.

Для приводів з великими статичними й інерційними навантаженнями в момент пуску використовують двигуни з підвищеним пусковим моментом. У цих двигунах ротор виконаний з подвійною білячою кліткою, залитою алюмінієм, що забезпечує підвищення пускового моменту й зниження пускового струму.

Для приводів, що працюють у повторно-короткочасних режимах з частими пусками або пульсуючим навантаженням, застосовують двигуни з підвищеним ковзанням. Ротор цих двигунів на відміну від основного має пази зменшених розмірів, у які залитий сплав з підвищеним електричним опором.

При тяжких умовах пуску, коли потужність живильної мережі мала, для забезпечення пуску двигунів з короткозамкненим ротором, а також при необхідності плавного регулювання частоти обертання застосовуються двигуни з фазною обмоткою ротора, контактними кільцями й пусковим реостатом.

Якщо асинхронний двигун має p пара полюсів і підключений до живильної мережі з частотою f_1 , то синхронна частота обертового магнітного поля n_o може бути розрахована по формулі

$$n_o = \frac{60 f_1}{p} \quad (51)$$

При роботі ротор двигуна переборює опір і обертається повільніше з частотою n_1 . Ковзання двигуна

$$s = \frac{n_o - n_1}{n_o} \quad (52)$$

З цих виразів слідує:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p} (1 - s) \quad (53)$$

Регулювання частоти обертання двигуна. З формули (53) слідує, що частоту обертання асинхронного двигуна можна регулювати шляхом зміни ковзання, числа пар полюсів або частоти струму живильної мережі.

Міняючи величину опору ротора, можна змінити величину критичного ковзання. При цьому зміниться частота обертання двигуна. Цей метод регулювання частоти обертання двигуна застосовується в приводах деревообробних машин, що працюють у повторно-короткочасному режимі, коли двигун часто включається й вимикається.

Частоту обертання двигуна можна регулювати зміною числа пара полюсів. Це досягається перемиканням обмоток статора по схемах: зірка - подвійна зірка; трикутник - подвійна зірка. Такий спосіб регулювання відрізняється простотою, економічністю. При цьому частота обертання двигуна змінюється тільки східчато. По цьому принципі працюють багатошвидкісні двигуни.

Частоту обертання можна регулювати також зміною частоти струму живильної мережі. При частоті струму 300 с^{-1} частота обертання двигуна досягає 18000 хв^{-1} . Реалізація такого способу вимагає застосування асинхронного перетворювача частоти, що робить привод громіздким з низькими енергетичними показниками. Метод одержить подальший розвиток із застосуванням перетворювачів частоти на базі транзисторної техніки.

1.5.2. Основи динаміки привода

При пуску, зупинці або переході на новий режим роботи елементи кінематичного ланцюга деревообробної машини працюють зі змінною швидкістю. Зміна швидкості елементів відображається на їх кінетичній енергії й викликає зміна потужності на валу двигуна. При цьому на елементи привода діють інерційні сили, які необхідно враховувати при розрахунку потужності двигуна.

Рушійні сили, що діють з боку двигуна, складаються з сил корисних і шкідливих опорів, а також сил інерції. При цьому роботу двигуна можна записати так:

$$A = A_c + A_u, \quad (54)$$

де A_c - робота всіх сил опору робочого органа; A_u - робота сил інерції.

Відомо, що кінетична енергія обертового тіла дорівнює, Дж

$$T = 0,53 J \omega^2, \quad (55)$$

де J — момент інерції обертового тіла, кг-м²; ω — кутова швидкість обертання тіла, с⁻¹.

$$J = \frac{mr^2}{2} \quad (56)$$

де m — маса тіла, кг; r — радіус обертання, м.

Робота сил інерції може бути представлена як різниця кінетичних енергій всіх ланок кінематичного ланцюга при зміні їх кутової швидкості від ω_1 до ω_2 :

$$A_u = A - A_c = \sum_{i=1}^n J_i \frac{\omega_{i2}^2 - \omega_{i1}^2}{2} \quad (57)$$

Для ланок з прямолінійним рухом при зміні їх швидкості від V_1 до V_2 м/с

$$A_u = \sum_{j=1}^k m_j \frac{V_{j2}^2 - V_{j1}^2}{2} \quad (58)$$

У момент пуску машини ω_1 і V_1 звичайно дорівнюють нулю. Тоді для кінематичного ланцюга, що має ланки з обертальним і поступальним рухом, зміну кінетичної енергії можна записати так:

$$A_u = A - A_c = \sum_{i=1}^n J_i \frac{\omega_{i2}^2}{2} + \sum_{j=1}^k m_j \frac{V_{j2}^2}{2} \quad (59)$$

Динамічну потужність системи з постійним моментом інерції обертових тіл і масою прямолінійно рухомих тіл, можна виразити диференціальним рівнянням

$$P_u = \frac{dA_u}{dt} = J\omega \frac{d\omega}{dt} + mV \frac{dV}{dt} \quad (60)$$

Для обертових тіл

$$P_u = P - P_c = J\omega \frac{d\omega}{dt} \quad (61)$$

а для тіл з прямолінійним поступальним рухом

$$P_u = P - P_c = mV \frac{dV}{dt} \quad (62)$$

Якщо рівняння (61) і (62) поділити відповідно на ω і V , то одержимо наступні рівняння:

для динамічного моменту

$$M_u = M - M_c = J \frac{d\omega}{dt} \quad (63)$$

для динамічної сили

$$F_u = F - F_c = m \frac{dV}{dt} \quad (64)$$

де M - обертаючий момент, що розвивається двигуном, Н-м; M_c - статичний момент сил опору, Н-м; J - момент інерції обертового тіла, кг-м²; F - рушійна сила, Н; F_c - сила статичного опору, Н.

Обертаючий момент двигуна дорівнює

$$M = M_c + J \frac{d\omega}{dt} \quad (65)$$

Рушійна сила

$$F = F_c + m \frac{dV}{dt} \quad (66)$$

Потужність двигуна, кВт

$$P = \frac{M\omega}{1000} = M \frac{\pi n}{30 \cdot 1000} = \frac{Mn}{9550} \quad (67)$$

де n - частота обертання вала двигуна, хв⁻¹.

Привод будь-якого механізму деревообробної машини складається з двигуна й декількох кінематичних пар, що з'єднують вал двигуна з валом робочого органа.

Для врахування інерційної складової привода варто було б скласти рівняння руху для кожного елемента кінематичного ланцюга й врахувати вплив одного елемента на інший.

Рішення такого завдання значно спрощується, якщо реальний привод замінити найпростішою приведеною системою. Статичні моменти й сили в такій системі приводяться до вала двигуна.

Для визначення наведеної потужності звичайно користуються виразом

$$P_{np} = \frac{P_p}{\eta} \quad (68)$$

де P_p - потужність на валу робочого органа, кВт; η - ККД кінематичного ланцюга.

Звідси

$$M_{np}\omega_{\partial} = M_p\omega_p / \eta \quad (69)$$

Статичний момент, приведений до вала двигуна

$$M_{np} = M_p \frac{\omega_p}{\omega_{\partial}\eta} = M_p \frac{1}{u\eta} \quad (70)$$

де M_p - момент на валу робочого органа, Н-м; ω_p , ω_{∂} - кутова швидкість обертання відповідно робочого органа й вала двигуна, с⁻¹; u - передаточне число передачі.

Для прямолінійного поступального руху приведена сила F_{np} знаходиться по рівнянню

$$F_{np} = \frac{F_p V_p}{V_{\partial}\eta} \quad (71)$$

де F_p - статична сила на робочому органі, Н; V_p, V_∂ - лінійна швидкість робочого органа і на валу двигуна, Н.

Якщо робочий орган робить прямолінійний поступальний рух, а двигун - обертальний, то потужності робочого органа й двигуна можна прирівняти

$$M_{np} \omega_\partial = \frac{F_p V_p}{\eta} \quad (72)$$

звідки приведений момент

$$M_{np} = \frac{F_p V_p}{\omega_\partial \eta} \quad (73)$$

Момент інерції всіх частин кінематичного ланцюга, приведений до вала двигуна, можна визначити по формулі

$$J_{np} = J_\partial + J_1 \frac{1}{u_1^2} + \dots + J_n \frac{1}{u_n^2} + \frac{mV^2}{\omega_\partial^2} \quad (74)$$

де J_∂ — момент інерції ротора двигуна, кг-м; ω_∂ — кутова швидкість обертання вала двигуна, c^{-1} ; J_1, J_n і u_1, u_n — моменти інерції й передаточні числа елементів, що роблять обертовий рух; m, V — маса й лінійна швидкість тіл, що роблять прямолінійний рух.

Після перетворення формули динамічного моменту (63) одержимо

$$M_u = M - M_c = J \frac{d\omega}{dt} = J \frac{d(\pi n / 30)}{dt} = \frac{1}{9,55} J_{np} \frac{dn}{dt} \quad (75)$$

Тривалість пуску. Тривалість перехідного періоду, при якому змінюється частота обертання вала електродвигуна, можна визначити, використовуючи формулу (40):

$$dt = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{dn}{M - M_c} \quad (76)$$

Якщо частота обертання вала двигуна змінюється від n_1 до n_2 , то формула тривалості перехідного періоду в загальному вигляді запишеться так:

$$t = \int_{n_1}^{n_2} \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{dn}{M - M_c}$$

При пуску двигуна під навантаженням, коли система розганяється від $n_1 = 0$, час пуску визначається по формулі

$$t_n = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n}{M_n - M_c} \quad (77)$$

де M_n - обертаючий момент двигуна при розгоні, Н-м; n - стала частота обертання вала двигуна після розгону, $хв^{-1}$.

При пуску системи вхолосту, коли $M_c = 0$, час пуску

$$t_{no} = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n_o}{M_n} \quad (78)$$

де n_o - стала частота обертання після розгону, $хв^{-1}$.

Для асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором у розрахункові формули замість M_n підставляють значення середнього пускового моменту

$$M_{n \text{ порівн}} = 0,5 M_n (K_n + K_K), \quad (79)$$

де K_n - кратність пускового моменту, рівна відношенню пускового моменту до номінального: $K_n = M_n / M_n$; K_k - кратність максимального моменту, що відповідає критичному ковзанню, $K_k = M_k / M_n$.

Значення K_n і K_k приводяться в довідниках.

З урахуванням значення M_{ncp} при пуску під навантаженням одержимо

$$t_n = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n}{M_{ncp} - M_c} \quad (80)$$

Тривалість зупинки двигуна. Якщо зупинка двигуна виконується під навантаженням ($M_n = 0$), то час вибігу до повної зупинки дорівнює

$$t_e = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n_1}{M_c} \quad (81)$$

а якщо зупинка здійснюється на холостому ході машини, то

$$t_{eo} = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n_1}{M_{co}} \quad (82)$$

де M_{co} — статичний момент опору на холостому ході машини, Н-м, рівний $M_{co} = 9,55 \Delta P_o / n_o$, де ΔP_o — потужність втрат на холостому ході, кВт; n_o — частота обертання ротора двигуна на холостому ході, хв⁻¹.

У загальному випадку час гальмування системи від n_1 до n_2 дорівнює

$$t_T = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n_1 - n_2}{M_T - M_c} \quad (83)$$

де M_T — гальмовий момент, Н-м.

Контрольні питання й завдання

1. Назвіть типи електродвигунів з короткозамкненим ротором, застосовуваних у приводах деревообробного устаткування.

2. Який параметр необхідно знати для визначення частоти обертання вала асинхронного двигуна під навантаженням?

а) кратність пускового моменту; б) кратність максимального моменту; в) потужність; г) ковзання.

3. Який момент електродвигуна називають номінальним?

4. Якою механічною характеристикою володіють асинхронні двигуни з підвищеним ковзанням?

а) абсолютно жорсткою; б) жорсткою; в) м'якою; г) слабкою.

1.5.5. Регульовані двигуни постійного струму

У приводах деревообробних верстатів застосовуються електродвигуни постійного струму серії 2П, які дозволяють плавно змінювати частоту обертання вихідного вала. Для їх застосування необхідне джерело постійного струму.

На практиці в регульованих приводах використовуються також системи, такі як генератор - двигун Г - Д, електромашинний підсилювач - двигун ЕМУ - Д, керований випрямляч - двигун УВ - Д. Будь-яка система має пристрій для одержання постійного струму й двигун постійного струму.

На рис. 47 показана принципова схема привода Г - Д. Система складається з асинхронного двигуна М, що надає руху генератору постійного струму Г. Напряга з генератора подається на двигун постійного струму М₁. Напряга генератора й частота обертання двигуна М₁ змінюються шляхом впливу на струм порушення генератора. Діапазон регулювання досягає 8 при однозонному регулюванні й 20 при двозонному регулюванні.

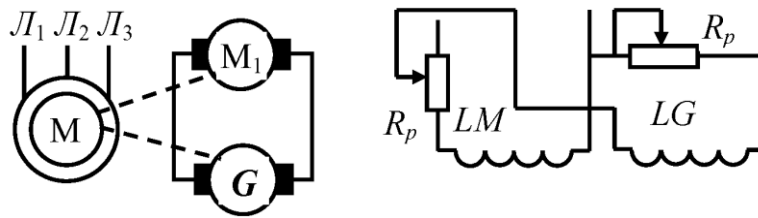


Рисунок 47 – Принципова схема привода Г - Д

Недоліки системи Г - Д: низькі значення ККД і $\cos \phi$, громіздкість, велика маса, низька надійність через наявність у системі додаткових двох машин - генератора й асинхронного двигуна.

Комплектний тиристорний електропривод постійного струму. Комплектний тиристорний привод складається з тиристорного перетворювача однофазного або трифазного змінного струму й двигуна постійного струму.

У цей час промисловість випускає різні системи тиристорних приводів, що працюють на однофазному й трифазному струмі. Комплектні приводи, що випускають, ЦЮ3601, ЕТ2, ЕТ3, ЕТРП, ЕТ6-С забезпечують діапазон регулювання від 2:1 до 10000:1.

У механізмах головного руху звичайно використовуються нерегульовані приводи з асинхронними електродвигунами трифазного змінного струму єдиної серії 4А з частотою обертання вала 1000, 1500, 3000 хв^{-1} . Якщо різальний інструмент кріпиться безпосередньо на валу двигуна, то в цьому випадку застосовуються спеціальні трифазні асинхронні електродвигуни серії 4АД з виконанням для деревообробки. Вони відрізняються подовженим ротором, посиленими підшипниками, підвищеною жорсткістю і подовженим кінцем вала. Електродвигуни серії 4АД випускаються з частотою обертання 18000 хв^{-1} при потужності 0,55 — 2,2 кВт, 12000 хв^{-1} при потужності 1,5 — 3,0 кВт, 6000 хв^{-1} при потужності 0,25 — 7,5 кВт, 3000 хв^{-1} при потужності 0,25 — 7,5 кВт. Двигуни з частотою обертання 6000 - 18000 хв^{-1} живляться струмом підвищеної частоти від спеціального перетворювача. При тяжких умовах пуску верстатів з великими інерційними навантаженнями в приводах застосовують електродвигуни з фазним ротором і контактними кільцями або з підвищеним ковзанням.

Робочі органи механізмів подач з обертовим рухом мають невелику частоту обертання, але передають великий крутний момент. У зв'язку з цим приводи механізмів подач, передаючи рух від електродвигуна, знижують частоту обертання й пропорційно підвищують крутний момент.

Приводи можуть бути нерегульовані й регульовані.

У **нерегульованому приводі** використовується асинхронний електродвигун трифазного змінного струму єдиної серії 4А з яким-небудь редуктором або мотор-редуктором. У приводах використовуються різні редуктори: циліндричні одноступінчасті вузькі типу ЦУ з передаточним числом $u = 2-6,3$, двоступінчасті типу Ц2У з $u = 8-40$, конічні циліндричні типу КЦ1 з $u = 6,3-28$, черв'ячні редуктори РЧУ з $u = 8-80$ і ін.

Мотор-редуктори випускаються одноступінчасті типу МЦ і двоступінчасті співвісні типу МЦ2С. Частота обертання вихідного вала мотор-редуктора першого типу вибирається в діапазоні 224-450 хв^{-1} , а для другого типу - 28-180 хв^{-1} .

Для **східчастого регулювання** в приводі використовують багатошвидкісні асинхронні електродвигуни або коробки швидкостей, або багатоступінчасті шківни.

У **приводах з безступінчастим регулюванням** іноді використовують електродвигуни постійного струму, які дозволяють плавно змінювати частоту обертання вала в широкому діапазоні.

У цей час у **регульованому приводі найбільш часто використовуються самостійні агрегати, що складаються з одношвидкісного або багатошвидкісного асинхронного електродвигуна в сукупності з варіатором і редуктором.**

Варіатор складається з фрикційної передачі, що забезпечує плавну зміну швидкості обертання робочих органів у діапазоні 3 - 6. Він дозволяє змінювати швидкість обертання на ходу під навантаженням робочого органа й має високий ККД (0,85-0,95). Конструкції варіаторів розглянуті нижче.

Конусний варіатор з паралельними валами.

Схема варіатора показана на рис. 48. На валу електродвигуна жорстко закріплений конус 1, що знаходиться в контакті з чашкою 2. Чашка з шестірнею може вільно повертатися навколо зубчастого колеса з вихідним валом 3 і притискається до конуса 1 пружиною.

При переміщенні електродвигуна по напрямним радіус конуса R_k безупинно змінюється при постійному радіусі чашки R_q . При цьому змінюється загальне передаточне число варіатора, величина якого знаходиться по наступній формулі

$$u = \frac{n_{\text{э}}}{n_k} = u_{\text{в}} u_{\text{зн}} = \frac{R_q}{R_k} \cdot \frac{z_k}{z_{\text{ш}}}, \quad (84)$$

де $n_{\text{э}}$, n_k - відповідно частота обертання вала електродвигуна і вала 3 зубчасті колеса, хв^{-1} ; $u_{\text{в}}$, $u_{\text{зн}}$ - відповідно передаточне число фрикційних тіл кочення варіатора й зубчастої передачі; R_q , R_k - відповідно радіуси контакту чашки й конуса, мм; z_k , $z_{\text{ш}}$ - відповідно число зубів зубчастого колеса й шестірні.

З рівняння (84) визначається частота обертання зубчастого колеса з вихідним валом 3

$$n_k = n_{\text{э}} \frac{R_k z_{\text{ш}}}{R_q z_k} \quad (85)$$

Передаточне число варіаторів: $u_{\text{min}} = 1,15-1,25$; $u_{\text{max}} = 2,5-4$.

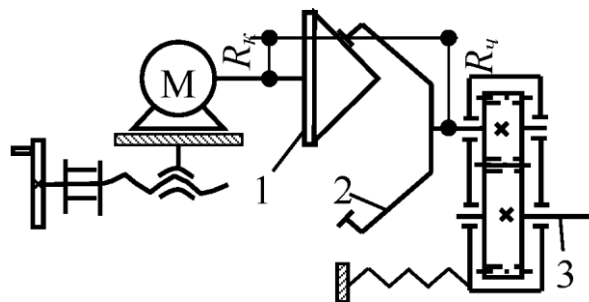


Рисунок 48 – Конусний варіатор з паралельними валами

Конусний варіатор "Вебо". Провідний конус 1 (рис. 49) закріплений на валу електродвигуна. Двигун кріпиться в корпусі варіатора і за допомогою пари гвинт-гайка й маховичка 2 може переміщатися щодо чашки 3. Чашка оснащена змінним текстолітовим кільцем 4, підгорнута до конуса 1 пружиною й змонтована на вихідному валу варіатора.

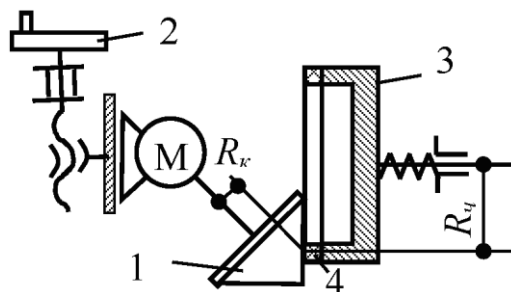


Рисунок 49 – Конусний варіатор типу "Вебо"

Передаточне число варіатора

$$u_{\text{вар}} = \frac{R_q}{R_k} \quad (86)$$

Передаточне число варіаторів: $u_{\text{min}} = 0,6-0,8$; $u_{\text{max}} = 1,5-2$.

Клиноремінний варіатор. Клиноремінні варіатори знайшли широке застосування в приводах механізмів подач. У порівнянні з іншими варіаторами вони мають кращі експлуатаційні характеристики. Крім того, вони прості по конструкції і не вимагають високої точності

виготовлення. Схема одного з них наведена на рис. 50. Варіатор складається тор з чотирьох конічних шківів 1, 3 і 7, 8 насаджених відповідно на валах двигуна 4 і редуктора 5. При цьому шківів 3 і 8 закріплені на валах жорстко, а шківів 1 і 7 мають можливість поздовжнього переміщення на валах. Шків 1 з'єднаний через водило й гайку з гвинтом, що приводиться в рух маховичком. Шків 7 підгорнутий пружиною 6.

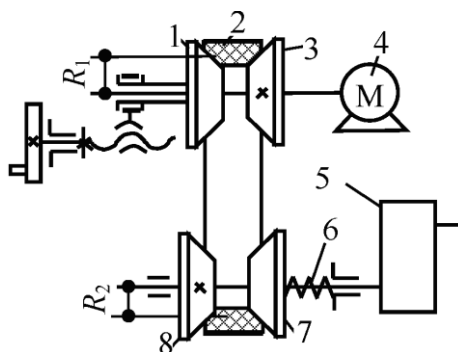


Рисунок 50 – Клиноремінний варіатор

Клиновий ремінь варіатора торкається своїми скошеними крайками з розсувними шківів. Якщо за допомогою маховичка шківів 1 відсунути від шківів 3, то ремінь 2 опуститься вниз, а пружина 6 підсуне шківів 7 вбік шківів 8 і створить необхідний натяг ремня. При цьому радіуси контакту шківів R_1 з ремнем зменшаться, а R_2 збільшаться. Відбувається плавна зміна частоти обертання шківів 7 і 8.

Діапазон регулювання клиноремінного варіатора дорівнює

$$D = \frac{R_{1\max} R_{2\max}}{R_{1\min} R_{2\min}} \quad (87)$$

Діапазон регулювання швидкості залежить від ширини ремня. Звичайно застосовують спеціальні варіаторні ремні з гофрами по внутрішній поверхні. При цьому вузькі ремні забезпечують діапазон регулювання до 5, а широкі ремні з малим кутом клина - до 9-12.

Промисловість випускає варіатори моделей ВР1 і ВР3 з діапазоном регулювання 4. Технічні характеристики варіаторів наведені в табл. 13.

Таблиця 13 - Технічні характеристики ремінних варіаторів

Модель	Потужність, кВт	Частота обертання вала, хв^{-1}		ККД	Розміри ремня, мм
		ведучого	веденого		
ВР1	7	1500	750-3000	0,8-0,9	63×20×1600
ВР3	3	1500	750-3000	0,8-0,9	40×13×1120

Контрольні питання й завдання

1. Які регульовані системи, що працюють на постійному струмі, використовуються в приводах верстатів?
2. Зобразіть три кінематичні схеми механізмів головного руху, що працюють з обертним рухом різального інструменту.
3. Назвіть елементи механізмів подач: а) нерегульованого; б) регульованого.

1.5.8. Гідравлічний привід

Гідравлічний привід знайшов широке застосування в деревообробному устаткуванні. Більше половини сучасного устаткування випускаються з застосуванням гідросистем.

Гідросистемою називається сукупність пристроїв, що працюють під тиском робочої рідини й призначених для надання руху механізмам машин.

До складу гідравлічних систем входять наступні елементи: насосна установка (гідростанція), трубопроводи (шланги гнучкі), розподільна й контрольно-регулююча апаратури, гідродвигуни (гідроциліндри й гідромотори).

Насосна установка. Насосна установка (гідростанція) являє собою сукупність одного або декількох насосних агрегатів і гідробака для мінерального масла, конструктивно оформлених в одне ціле. Як правило, вона комплектується гідроапаратурою (запобіжним, зворотним клапаном і ін.), манометром, фільтром, системою терморегулювання. Призначена вона для підготовки потоку масла до роботи.

В основному використовуються насосні установки двох типів Г48-8 і СВ-М1. В цих установках, що працюють в опалювальних приміщеннях, використовується мінеральне масло марки "Турбінне Т-22" ГОСТ32-74 або ВНИИНП-403 ГОСТ 16728-78.

Насосний агрегат складається з насоса й електродвигуна, змонтованих на кришці бака. Насос поміщений у бак, а електродвигун розташований зовні. При роботі насос перетворює енергію руху вала електродвигуна в енергію потоку мінерального масла.

Насоси. У гідроприводах деревообробних верстатів найбільш широко застосовуються пластинчасті (лопатові) насоси. Вони створюють тиск робочої рідини до 12,5 МПа й мають продуктивність від 3,3 до 200 л/хв при частоті обертання 1000...1500 хв⁻¹.

Гідробак. У гідросистемах деревообробних верстатів застосовуються баки обсягом 60; 100; 160 і 250 л.

Внутрішня поверхня бака повинна бути гладкою й пофарбованою маслостійкою фарбою. Дно повинно бути похилим, що забезпечує злив масла, і піднято над підлогою на висоту не менше 100 мм, щоб поліпшити охолодження масла. Верхня кришка бака кріпиться герметично. На ній монтується насосний агрегат й гідроапаратури. Порожнина бака з'єднується з атмосферою тільки через повітряний фільтр.

Глибина занурення трубопроводів усмоктувальної і зливної ліній у масло повинно бути не менш чотирьох-п'яти їх діаметрів. Кінці трубопроводів повинні мати зріз під кутом 45° і розташовуватися над дном на відстані не менш двох їх діаметрів. Все це зменшує перемішування масла з повітрям і забрудненнями.

Гідродвигуни. По характеру рухів вихідної ланки гідродвигуни діляться на гідроциліндри, поворотні гідродвигуни (з обмеженим кутом повороту) і гідромотори з необмеженим обертотним рухом.

Гідроциліндри (рис. 51) застосовують для зворотно-поступального переміщення робочих органів верстата.

Гідроциліндр виконано у вигляді корпусу з циліндричною гільзою 6, кришками 3 по краях і чепцевому ущільненні 2.

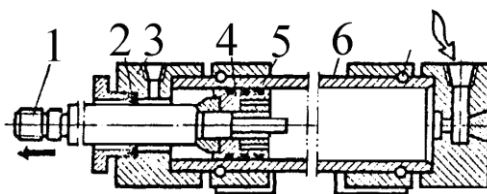


Рисунок 51 – Гідроциліндр двосторонньої дії

У порожнині гільзи розташований поршень 4 зі штоком 1, що виходить через передню кришку назовні. Гільза виготовляється зі сталеві безшовної труби діаметром 50...160 мм. Канали для подачі масла розташовані в кришках.

Поршні роблять чавунними зі шкіряними манжетами або металевими кільцями 5. Для манжет використовують маслостійкі гуми й пластмаси (поліхлорвініловий пластикат). Кришки корпусу стягують шпильками або болтами. На гільзі закріплені передня й задня опори 7.

Гідроциліндр характеризується заданим тяговим зусиллям, величиною ходу й швидкістю руху в обидва боки.

Розрахунок тягового зусилля виконують у такий спосіб. Задавшись діаметрами циліндра й штока, знаходять площу поршня (рис. 52):

у поршневій порожнині, мм²

$$S_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{D^2}{1,27}; \quad (88)$$

у штоковій порожнині, мм²

$$S_2 = \frac{D^2 - d^2}{1,27} \quad (89)$$

де D - діаметр поршня, мм; d - діаметр штока, мм.

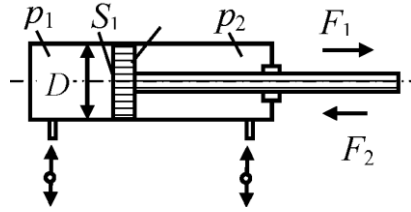


Рисунок 52 – Схема гідроциліндра

При русі поршня вправо, коли поршнева порожнина з'єднана з напірною лінією, а штокова - зі зливною, робоче зусилля на штоку буде дорівнювати, Н:

$$F_1 = k_{mp}(p_1S_1 - p_2S_2) \quad (90)$$

де $k_{mp} = 0,9...0...0,98$ - коефіцієнт, що враховує втрати на тертя в циліндрі; p_1 - робочий тиск масла в поршковій порожнині, МПа; p_2 - робочий тиск масла в штоковій порожнині, МПа.

При русі поршня вліво, коли штокова порожнина з'єднана з напірною лінією, а поршнева - зі зливною, тягове зусилля на штоку, Н:

$$F_2 = k_{mp}(p_2S_2 - p_1S_1) \quad (91)$$

Робочий тиск у напірній лінії можна прийняти, наприклад 2,5 - 6,3 МПа, а в зливній - 0,3...0,5 МПа.

Значення d приймається зі співвідношення $d/D = 0,25...0,7$. Чим вище тиск масла, тим більше значення цього співвідношення варто приймати.

Гідромотори. У приводах деревообробного устаткування в основному застосовуються регульовані аксіально-поршневі гідромотори типу Г15-2*Н і Г15-2*М, що розвивають крутний момент від 9,4 до 133 Н-м. Вони дозволяють безступінчасто регулювати швидкість обертання вихідного вала від 12-30 хв⁻¹ до 2500 хв⁻¹. У позначенні типу гідромотора замість знака * ставиться цифра-код, що характеризує робочий обсяг мотора: цифри 1 відповідає робочий обсяг 11 см³, цифри 2 – 20 см³, 3 - 40 см³, 4 - 80 см³, 5 - 160 см³. Робочий обсяг w , см³, характеризує суму змін обсягів робочих камер мотора за один оберт вала.

Витрата масла, споживана при роботі гідромотора, визначається по формулі, л/хв

$$Q = \frac{wn}{1000} \quad (92)$$

де n - частота обертання вала мотора, хв⁻¹.

Крутний момент, що розвивається на валу гідромотора, Н-м

$$M = \frac{\Delta p w}{2\pi} \quad (93)$$

де Δp - перепад тиску в камерах гідромотора, МПа. Перепад тиску призначається 4-5 МПа при тиску, що розвивається насосом, 6,3 МПа.

Потужність на валу мотора, кВт

$$P = \frac{Mn}{9550} = \frac{\Delta p Q}{60} \quad (94)$$

Технічні характеристики гідромоторів Г15-2

	Г15-21Н	Г15-22Н	Г15-23Н	Г15-24Н	Г15-25Н
Робочий обсяг, см ³	11,2	20	40	80	160
Номинальна витрата масла, л/хв	10,8	19,2	38,4	76,8	154

Частота обертання, хв ⁻¹ :					
номінальна	960	960	960	960	960
максимальна	2400	2100	1800	1500	1300
мінімальна	40	30	20	20	20
Номінальний крутний момент, Н-м	9,4	16,7	33,3	66,7	133

Напрямні гідроапарати змінюють напрямок потоку масла шляхом повного відкриття або повного закриття робочого прохідного перетину. До них відносяться гідророзподільники золотникового або кранового типу, зворотні клапани, а також деякі гідроклапани тиску, які можуть працювати в режимі напрямних гідроапаратів.

Призначено гідроапарати для реверсування руху й зупинки робочих органів верстатів.

Контрольні питання й завдання

1. Дайте визначення гідросистеми.
2. До складу гідроприводу входять наступні елементи: насос, ... (продовжіть ряд).
3. Напишіть формули для розрахунку тягового зусилля на штоку при подачі масла в порожнину: а) поршневу; б) штокову.

1.5.5. Пневматичний привод

Пневмопривод застосовується для здійснення руху подачі, рідше - головного руху, а також для виконання допоміжних операцій затискання, притиску, перекидання заготовок і т.д. Широке застосування пневмопривод знаходить у складальних верстатах. У деревообробному устаткуванні іноді застосовують пневмогідравлічну систему, що робить хід робочих органів плавним.

Стиснене повітря для функціонування елементів привода одержують від індивідуального компресора або з мережі. Для усунення пульсації й вирівнювання тиску повітря, що надходить від компресора, накопичують у повітрязаборнику (ресивері).

Тиск повітря для систем контролю, регулювання, виміру й керування повинні бути 0,02-0,16 МПа, а для силових рухомих механізмів привода - 0,6-1,0 МПа [23].

Пневмоциліндри. Пневмоциліндр - основний рухомий механізм пневмоприводу повторно-поступальної дії. Пневмоциліндри виготовляються за ГОСТ 15608-81 і розрізняються по способу кріплення, способу гальмування, по конструкції кінця штока, по приєднувальному різьбленню для підведення повітря.

Кріплення циліндрів виконується по одному зі способів, показаних на рис. 53.

По способу гальмування пневмоциліндри виконуються з гальмуванням і без гальмування.

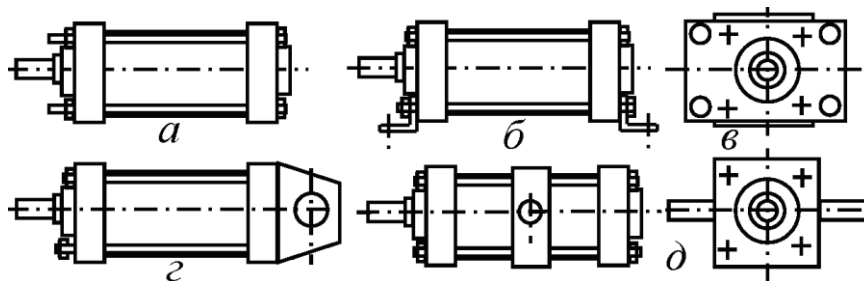


Рисунок 53 – Способи кріплення силових циліндрів: *a* - на подовжених стяжках; *б* - на лапах; *в* - на фланцях; *г* - на вушкуні; *д* - на цапфах

Кінець штока для кріплення його до робочого органа машини виконується з зовнішнім або внутрішнім різьбленням.

Приєднувальне різьблення для підведення стисненого повітря може бути метричним або конічним.

Розрахунок пневмоциліндрів. У приводах деревообробного устаткування застосовують силові циліндри однієї й двосторонньої дії (рис. 54).

У циліндрах однієї дії повернення штока у вихідне положення здійснюється пружиною. У стані рівноваги поршня зі штоком зусилля P , H , на штоку можна визначити з наступних виразів:

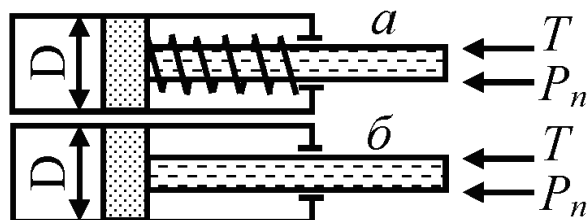


Рисунок 54 – Силкові пневмоциліндри: *a* - однобічної дії; *б* - двосторонньої дії для циліндра однобічної дії

$$F = p \frac{\pi D^2}{4} = p_a \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} + P_n + T + P_n, \quad (95)$$

для циліндра двосторонньої дії

$$F = p \frac{\pi D^2}{4} = p_a \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} + T + P_n, \quad (96)$$

де p — тиск у поршневій порожнині циліндра, МПа; D — діаметр поршня, мм; d — діаметр штока, мм; p_a — тиск у штоковій порожнині циліндра, близький до атмосферного, МПа; P_T , P_n — відповідно зусилля стиску пружини й сила опору робочого органа, Н; T — сила тертя в ущільненнях, Н.

Діаметр пневмоциліндра визначають, використовуючи коефіцієнт K , що враховує втрати на тертя в манжетах, сальниках і інші опори. У цьому випадку зусилля на штоку

$$FK = \frac{\pi D^2}{4} p$$

Звідси діаметр пневмоциліндра

$$D = \sqrt{\frac{4FK}{\pi p}}. \quad (97)$$

При $K = 1,5$ і середньому тиску в повітряній мережі $p = 0,4$ МПа $D = 2,18 \sqrt{F}$.

Сили тертя в циліндрі. Сили тертя в манжетній ущільненнях визначають по формулі

$$T = 3,14 f_T p D h_m, \quad (98)$$

де f — коефіцієнт тертя (для шкіри $f = 0,06-0,1$; для гуми $f = 0,1-0,15$); h_m — висота тертьової частини манжети, мм.

Сила тертя в кільцевих ущільненнях

$$T_1 = 3,14 f_T b D (z p_k + p). \quad (99)$$

де f - коефіцієнт тертя (для бронзових або чавунних кілець, гарного мащення й високої швидкості $f_T = 0,07 - 0,1$; при малій швидкості $f_T = 0,1 - 0,15$; при поганому мащенні $f_T = 0,2 - 0,35$); b - ширина кільця, мм; z - кількість кілець; p_k - питомий тиск кільця на стінку циліндра, МПа.

Діафрагменні пневматичні механізми. Діафрагменні пневматичні механізми зі зворотно-поступальним рухом штока застосовуються в затискних, фіксуючих, гальмових і пристроях, що пресують, різних верстатів. Виконуються вони з однобічною або двосторонньою дією й мають невеликий хід штока.

Діафрагменний механізм (рис. 55) включає герметичну рознімну камеру 1 , розділену еластичною діафрагмою 2 на дві порожнини. Силувий шток 4 з'єднаний з діафрагмою дисками 3 і оснащений пружиною 5 зворотного ходу.

Діафрагми можуть бути плоскими й тарілчастими. Вони виготовляються з багатошарової прогумованої тканини. Зусилля на штоку $F_{ум}$, Н:

$$F_{шт} = \frac{\pi p}{12} (D^2 + Dd + d^2) - S - T \quad (100)$$

де p - тиск стисненого повітря в камері, МПа; D - вільний найбільший діаметр діафрагми, мм; d - діаметр диска штока, мм; P_n - зусилля зворотної пружини, Н; T - сила тертя в ущільненні штока, Н.

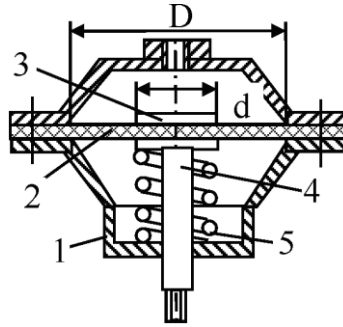


Рисунок 55 – Діафрагменний виконавчий механізм

Найбільша довжина ходу, що рекомендується, штока, мм:

- для тарілчастої діафрагми $h = (0,25 - 0,35) D$

- для плоскої діафрагми з прогумованої тканини: вперед від середнього положення $h_1 = (0,06 - 0,07) D$ назад від середнього положення $h_2 = (0,12 - 0,15) D$ повний робочий хід $h = (0,18 - 0,22) D$.

Пневматичні камерні механізми. Пневматичний камерний механізм (рис. 56) застосовується в пресах, ваймах. Він включає раму 1, стіл 7, рухомих балку 2, встановлену в напрямні рами й підгорнуту пружинами 4, еластичну камеру 3, приєднану до трубопроводу 5 для стисненого повітря.

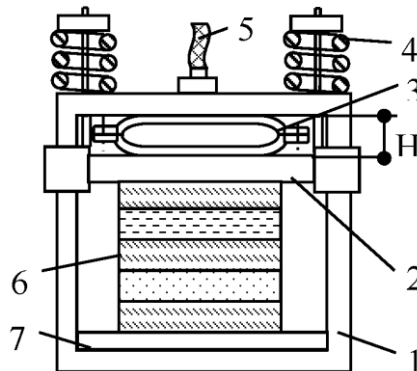


Рисунок 56 – Камерний механізм

Пакет, що склеюється, 6 кладуть на стіл 7 і в камеру 3 подають стиснене повітря. Камера розширюється й переміщає балку 2 до стола. Відбувається стиск пакета. Після зняття тиску балка 2 під дією стислих пружин вертається у початкове положення, витісняючи повітря з камери.

Пружні камери виготовляють з пожежних прогумованих рукавів за ГОСТ7877-78. Внутрішній діаметр пожежних рукавів дорівнює 51; 66; 77; 89; 150 мм, а товщина стінок близько 3 мм. Іноді для камер використовують рукави гумовотканинні за ГОСТ 8318-57.

При виготовленні камери кінці рукава герметизують за допомогою сталевих накладних планок і болтів. Штуцер для подачі повітря встановлюють або збоку камери, або з торця, затискаючи його між планками.

Зусилля, що розвивається пружною пневмокамерою F_{II} , Н:

$$F_{II} = p\pi l(D + 2\delta - H) / 2 \quad (101)$$

де p - тиск стисненого повітря в камері, МПа; $p = 0,4 - 0,6$ МПа; l - активна довжина пневмокамери, мм; δ - товщина стінок рукава, мм; H - відстань між рамою й балкою, мм.

У міру збільшення відстані H зусилля пресування убуває і при $H = D + 2\delta$ сила $F_{II} = 0$. Робочий хід пневмокамери $h < D$.

Активна довжина пневмокамери $l = l_1 - 0,7 D$, де l_1 - довжина рукава між внутрішніми гранями накладних планок.

Апарати для підготовки повітря. Стиснене повітря, що надходить у пневматичні пристрої, повинно бути очищений від забруднень (твердих часток, відпрацьованого масла, води, кислот і т.д.), а відпрацьоване повітря при виході його з пристроїв повинно створювати рівень шуму й вібрації на робочих місцях, допустимий по санітарних нормах. Крім того, стиснене повітря повинно мати заданий тиск, необхідний й достатній для нормального функціонування пневматичних пристроїв, а також необхідна кількість масла для мащення тертьових частин. Для цього пневмоприводи обладнають наступними апаратами.

Вологовідділювачі. Вологовідділювачі типу В41 і БВ41 призначені для очищення стисненого повітря від вологи й механічних домішок. Вологовідділювачі складається з відбивача, металевого фільтра, резервуара для вологи й пристрою для спускання вологи.

Стиснене повітря, потрапляючи у вологовідділювач і проходячи через щілини відбивача, рухаються по гвинтовій лінії. Під дією відцентрових сил механічні домішки й частки води відкидаються на стінку резервуара й накопичуються в ньому. Осушене стиснене повітря проходить через металокерамічний фільтр і виходить з вологовідділювача.

Накопичена волога в міру наповнення вологовідділювача видаляється з нього стисненим повітрям.

Пневмоклапани редукційні. Пневмоклапани редукційні типу В 57, БВ57, П-КР, П-ПКП і клапани за ГОСТ18468-73 призначені для зміни тиску стисненого повітря й автоматичної підтримки його на заданому рівні. Заданий тиск встановлюється вручну за допомогою гвинта, що через пружину підтискає мембрану, що врівноважує зі зворотної сторони стисненим повітрям.

Пневморозподільники. Пневморозподільники з ручним або шляховим керуванням призначені для зміни напрямку потоку стисненого повітря. Промисловість випускає різноманітні конструкції пневморозподільників.

Пневморозподільник з роликком типу В76-21 являє собою трилінійний двопозиційний розподільник і складається з ролика з важелем, підпружиненого штовхача й нормально закритого пневматичного контакту.

Призначений він для шляхового однобічного керування.

Пневморозподільник типу ГВ76-21 має кнопку ручного керування й пружину повернення у вихідне положення.

Пневморозподільники В74-1 і БВ74-1 - двопозиційні чотирилінійні зі шляховим однобічним керуванням і пружинним поверненням у початкове положення. Розподільник складається з корпусу, плунжера з плоским золотником і пружини.

Пневморозподільники типу В74-2 і БВ74-2 - двопозиційні чотирилінійні зі шляховим однобічним керуванням і пневматичним поверненням у початкове положення. По конструкції й принципу дії вони аналогічні розподільникам В74-1 і БВ74-1 і відрізняються від них тільки пневматичним поверненням золотника у початкове положення.

Маслорозпилювачі. Маслорозпилювачі призначені для внесення в стиснене повітря розпиленого масла для мащення тертьових поверхонь пневматичних пристроїв.

Маслорозпилювач типу В44 (В44-13, В44-14, В44-23 і ін.) складається з резервуара для масла, подаючої трубки зі зворотним клапаном, пневмодроселя й розпилювача. При проходженні стисненого повітря через маслорозпилювач частина повітря надходить через регульований дросель у камеру перед розпилювачем. Потім повітря попадає в зону розрідження розпилювача, в якій відбувається попереднє розпилення. Більш важкі частки масла осідають на поверхні резервуара, а легкі попадають в основний потік, де відбувається їх вторинне розпилення. На виході з маслорозпилювача повітря містить дрібні частки.

Глушители шуму. Глушители пневматичні типу П-Г11 призначені для зниження рівня аеродинамічного шуму, що виникає при вихлопі стисненого повітря з пневмоприводів в атмосферу. Для цього глушитель оснащений пористою втулкою, через яку стиснене повітря пропускається.

Виконання пневматичної схеми. Пневматичні механізми працюють звичайно від централізованої установки стисненого повітря (компресора), що на схемі не зображується. Відпрацьоване повітря викидається в атмосферу.

На рис. 57 наведена схема пневмоприводу подачі каретки шипорізного верстата.

Стиснене повітря проходить через вологовідділювач ВД, редукційний клапан КР, маслорозпилювач МР і його тиск контролюється манометром МН.

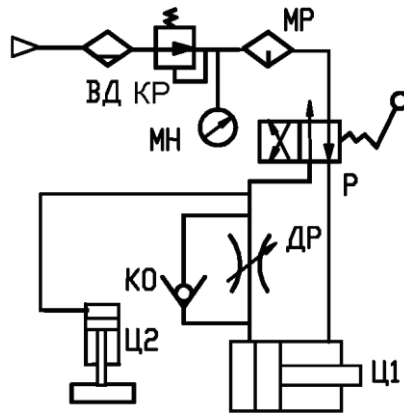


Рисунок 57 – Пневматична схема керування циліндрами

Пневмосистема верстата працює в такий спосіб. При повороті рукоятки розподільника в друге положення стиснене повітря надійде в ліву частину розподільника Р. При цьому безштокові порожнини пневмоциліндрів Ц1 і Ц2 заповняться стисненим повітрям. Зі штокових порожнин циліндрів повітря виходить в атмосферу. Циліндр Ц2 спрацьовує швидко й затискає заготовку, що підлягає обробці на верстаті. Шток циліндра Ц1 переміщається повільно, тому що повітря, що надходить у нього, проходить через дросель. Циліндр Ц1 здійснює рух подачі каретки, насуваючи заготовку на різальних інструмент.

По досягненні встановленої величини ходу штока переставний упор переводить розподільник Р у початкове положення. Безштокові порожнини обох циліндрів з'єднуються з атмосферою. Притиск звільняє заготовку. Стиснене повітря з безштокової порожнини циліндра Ц1 витісняється через зворотний клапан КО, в результаті чого каретка повертається у початкове положення з більшою швидкістю.

1.6. Завантажувально-розвантажувальні пристрої

Багато деревообробних машин оснащуються пристроями для завантаження заготовок і для розвантаження оброблених деталей. Завантажувальні пристрої називають живильниками, розвантажувальні - укладальниками.

Відомо велика кількість завантажувально-розвантажувальних пристроїв. По призначенню вони можуть бути для брускових або щитових деталей, по способу розміщення заготовок у ємностях вони діляться на магазинні, бункерні й штабельні, по ступені вбудовування в робочу машину - на вбудовані, автономні й навісні.

Магазинні завантажувальні пристрої призначені для живлення верстатів брусковими заготовками.

Живильник стрічковий (рис. 58, а) призначений для завантаження коротких заготовок у верстат у поздовжньому або поперечному напрямку. Для цього над завантажувальним стрічковим транспортером встановлений магазин, утворений передньою й задньою стінками, що утворюють кишень. У магазин укладаються стопкою заготовки висотою 0,5 - 0,6 м. Нижня з них опирається на стрічку транспортера.

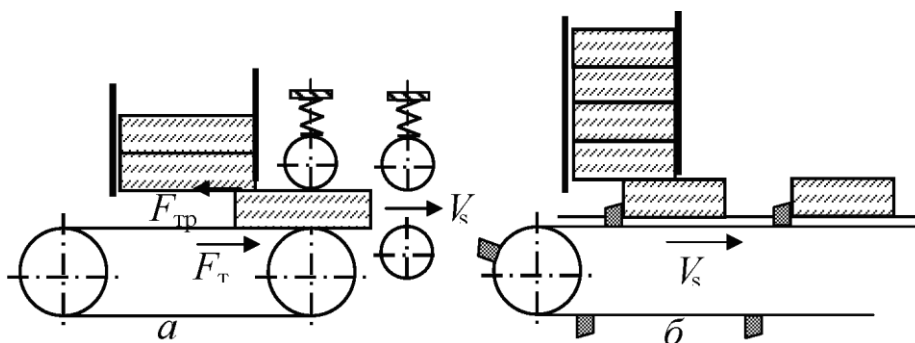


Рисунок 58 – Магазинні живильники: а - стрічковий; б - ланцюговий з упорами

При русі стрічки транспортера між стрічкою й заготівкою утвориться сила тертя, що називається тяговим зусиллям F_T . Між нижньою заготівкою й заготівкою, розташованою на ній, виникає сила тертя ковзання. Для того, щоб витягти нижню заготівку з магазину, необхідно, щоб тягове зусилля було більше сили тертя $F_T = \alpha F_{TP}$,

$$G\varphi = \alpha[G_1(n-1)f] \quad (102)$$

де α - коефіцієнт запасу (1,3-1,5); G - сила ваги пакета (стопки) заготовок, Н; G_1 - сила ваги однієї заготівки, Н; φ - коефіцієнт зчеплення; f - коефіцієнт тертя спокою деревини по деревині.

Живильник ланцюговий з упорами (рис. 58, б) призначений для поперечної подачі заготовок у верстатах круглопилельних, двосторонніх шипорізних і ін. Нижня заготівка опирається на плоску напрямну, нижче якої проходить ланцюг з упорами. Упори захоплюють нижню заготівку й витягають її з магазину.

Крок між упорами, мм:

$$t \geq V t_o,$$

де V - швидкість ланцюгового конвеєра, м/с; t_o - час падіння чергової заготівки на напрямні,

$$t_o = \sqrt{2h/g}$$

де h - товщина заготівки, м; g - прискорення вільного падіння, м/с².

Завантажувально-розвантажувальний пристрій для щитових деталей (рис. 59) застосовується в автоматичних лініях і може бути використаний як для завантаження ліній, так і для укладання деталей, що знімаються з ліній.

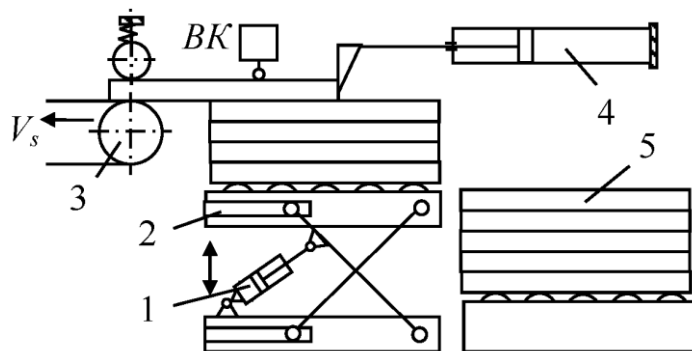


Рисунок 59 – Завантажувально-розвантажувальний пристрій для щитових деталей

Пристрій складається з важільного підйомника з роликовим столом 2, що може підніматися гідроциліндром 1. Над столом встановлений штовхач 4 і кінцевий вимикач ВК.

У початковому положенні стіл підйомника опущений. Стопа деталей 5 по опорних роликах завантажується на стіл. Включається гідроциліндр 1 і стіл підйомника піднімається доти, поки верхня деталь не натисне важіль кінцевого вимикача ВК. Включається штовхач 4, і верхня деталь подається на конвеєр 3. Кінцевий вимикач звільняється, стіл підйомника знову піднімається, і верхня деталь натискає важіль кінцевого вимикача.

При укладанні деталей у пакет пристрій працює у зворотній послідовності. При цьому кінцевий вимикач ВК налаштовується так, що стіл підйомника опускається щораз на товщину деталі.

1.7. Захисні, запобіжні й блокуючі пристрої

1.7.1. Захисні пристрої

Кожний деревообробний верстат забезпечується захисними пристроями, які виконують наступні функції [10]:

- виключають контакт людини з елементами, що рухаються, і різальним інструментом;
- запобігають виліт різального інструменту або його елементів;
- попереджають викидання різальним інструментом заготовки й відходів;
- виключають можливість виходу за встановлені межі рухомих частин верстата (кареток, ползка, столів, супортів і ін.).

Найнебезпечнішими елементами в працюючому верстаті є різальний інструмент, обертові деталі, ремінні й ланцюгові передачі й рухомі механізми. Ці елементи закриваються огороженнями.

Огородженням називається пристрій, що захищає людину від шкідливого впливу навколишнього середовища, що виключає потрапляння або доступ частин його тіла в небезпечну зону верстата.

Робоча зона різального інструменту повинна бути максимально закрита огороженням. При цьому огороження повинно відкриватися при надвиганні заготовки на різальний інструмент (рис. 60, *a*). Таке огороження складається зі зварного металевого корпусу *1*, шарнірно закріплених на ньому двох шторок *2* і приймачів стружки *4*, що підключається до аспіраційної системи цеху. На одній зі шторок закріплений палець *3*, а на іншій - виконаний паз, у який палець вставлений.

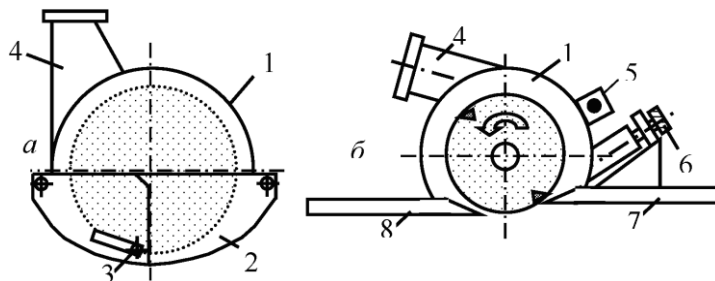


Рисунок 60 – Огородження різальних інструмент: *a* - пилки; *б* - фрези

При надвиганні на різальний інструмент заготовка піднімає одну зі шторок, при цьому інша шторка, взаємодіючи з пальцем *3*, піднімається синхронно.

У паспорті верстата приводиться характеристика приймача стружки *4* з вказівкою кількості повітря, що відбирається, швидкості повітряного потоку у вихідному патрубку, значення коефіцієнта аеродинамічного опору приймача й способу приєднання приймача до аспіраційної системи.

Вміст пилу й інших шкідливих речовин у повітрі робочої зони, що виділяються при роботі верстата, не повинна перевищувати гранично допустимих концентрацій.

Захисні огороження, які доводиться періодично регулювати (рис. 60, *б*), повинні мати таку конструкцію, щоб їх можна було відкривати й регулювати без застосування спеціального слюсарно-монтажного інструмента (гайкового ключа, викрутки й т.д.). Огородження складається з чавунного корпусу *1* з приймачем стружки *4*, передньої *7* і задньої *8* напрямних лінійок, гвинтового механізму *6* регулювання положення передньої напрямної лінійки, кришки (не показана), що фіксується гвинтами до корпусу й кінцевого вимикача *5*, що блокує включення електродвигуна привода фрези.

Огородження встановлюють так, щоб площина задньої напрямної лінійки була дотична до окружності обертання ріжучих крайок фрези. У такому положенні огороження фіксується на столі верстата гвинтами. Площина передньої напрямної лінійки зміщується щодо задньої лінійки на глибину фрезерування. Це досягається за допомогою гвинтового механізму *6*.

Після установки фрези й настроювання верстата огороження повинно бути закрито зверху кришкою. Кришка, притиснута до корпусу гвинтами, натискає кнопку кінцевого вимикача *5*, що замикає електричний ланцюг і підготує її до запуску електродвигуна. Якщо кришка огороження не встановлена на місце, то електричний ланцюг привода електродвигуна залишається розімкнутим, і запуск електродвигуна стає неможливим.

Розклинючий ніж встановлюється в обов'язковому порядку на однопильному круглопильному верстаті з нижнім розташуванням пильного вала. Розклинючий ніж запобігає затискання пилки й викид заготовки або рейки пилкою у зворотному напрямку з верстата. Для цього ніж встановлюється за круглою пилкою в одній площині з нею на відстані 10 мм від вершин зубів (рис. 61).

Товщина розклинюючого ножа повинна перевищувати ширину пропила на 0,5 мм для пилки діаметром до 600 мм і на 1-2 мм для пилки діаметром більше 600 мм. Висота ножа повинна бути не менше висоти пропила. Ширина скосу загостреної частини ножа дорівнює 5 мм.

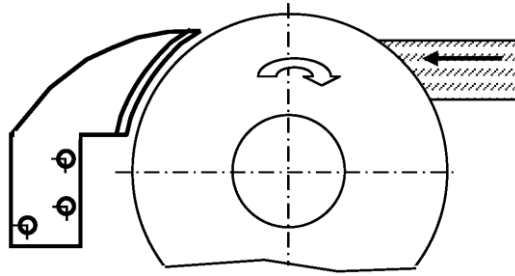


Рисунок 61 – Розклинюючий ніж

На багатопильних верстатах за пилками в одній площині з ними встановлюються розклинюючі й напрямні ножі. Розклинюючі ножі встановлюються за крайніми пилками поставу, а напрямні - за пилами, розташованими між крайніми. Товщина ножів, що направляють дорівнює ширині пропила або менше її на 0,5 мм.

На верстатах для поздовжнього пиляння або фрезерування з механічною подачею перед різальним інструментом встановлюються два ряди завіс з рухомих запобіжних упорів (зубчастих секторів або пазурів). Вони призначені для запобігання зворотного викиду заготовок з верстатів (рис. 62). Завіса являє собою пакет вільно надягнутих на вісь 4 зубчастих секторів або пазурів 1 із зазором між ними не більше 1 мм. Пазури гостро заточують і встановлюють відносно заготовки під кутом заклинювання 55-60°. Пазури розміщують над і під заготовкою 3. Пазури вільно пропускають заготовку вперед і перешкоджають її руху назад.

При зворотному русі заготовки пазури впроваджуються в деревину і забезпечують надійне гальмування. При необхідності когтеву завісу можна відвести в неробоче положення рукояткою 2. Працювати на верстаті з несправною когтевою завісою забороняється.

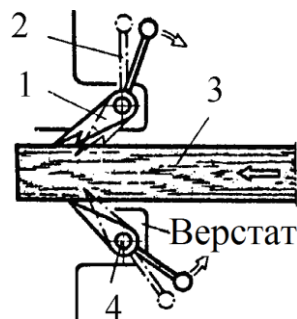


Рисунок 62 – Завіси

1.8. Органи керування

До органів керування відносяться вимикачі, кнопки електричні, перемикачі, панелі індикації й сигнальні лампочки, рукоятки й маховики механічних систем настроювання верстата й т.п.

У найпростіших верстатах органи керування звичайно розміщують на станині верстата в зручному для робітника місці. На пульті завжди є кнопка «Пуск» чорного кольору і великого розміру червона кнопка «Стоп». Часто кнопкові станції багатошпиндельних верстатів і автоматичних ліній встановлюють на кронштейні або розміщують в окремо розташованій шафі з панеллю керування.

Для полегшення розпізнавання органів керування застосовують мнемонічні схеми й умовні позначки виконуваних технологічних операцій. Так, на панелі пульта керування двостороннього шипорізного верстата розміщені сигнальна лампа, кнопки «Пуск» для різальних інструмент і механізму подачі, загальна кнопка «Стоп» і шість перемикачів для включення в роботу відповідних різальних інструмент. Поруч з перемикачами показані мнемонічні схеми виконуваних технологічних операцій.

1.9. Пристрою для машення

Для надійної роботи верстата необхідно змазувати підшипники, приводні зубчасті й гвинтові передачі, тертьові поверхні супортів і інших рухомих елементів. Змазування здійснюють періодично або безупинно, пластичними або рідкими маслами. Змазування пластичним маслом

виконують за допомогою найпростіших індивідуальних пристроїв: колпачкової маслянки або прес-маслянки.

Колпачкова маслянка має корпус з порожниною для масла, штуцер і ковпачок. Штуцер різьбовим кінцем ввернуть в отвір, що з'єднується з тертьовою поверхнею деталі. Внутрішню порожнину ковпачка наповнюють пластичним мащенням і встановлюють на корпус. Для періодичного мащення ковпачок на корпусі повертають на 1 - 2 оберти, і мащення під тиском проникає на тертьові поверхні.

Прес-маслянка має штуцер, всередині якого знаходиться пружина й запірна кулька. Штуцер встановлений у доступному для обслуговування місці. В отвір штуцера шприцом під тиском подають консистентне мащення, що, переборюючи пружину, проникає в зазори на тертьові поверхні деталей верстата.

Рідке мастило подають на тертьові поверхні краплинними або гнотовими маслянками, а також шляхом розбризкування з герметично закритих масляних ванн, влаштовують спеціально в передатних механізмах.

Пристрої автоматичного безперервно-примусового змазування складаються з насоса (лубрикатора), ємності й системи маслопроводних трубочок для підведення масла на тертьові поверхні одночасно в кілька точках. При повторно-поступальному русі плунжера масло порціями витісняється в напірну лінію.

Контрольні питання й завдання

1. Зобразіть схеми магазинних живильників.
2. Зобразіть схему завантажувально-розвантажувального пристрою для щитових деталей.
3. Які вимоги пред'являються до огорожень?
4. Які вимоги пред'являються до розклинюючого і напрямного ножів?
5. Як виконуються завіси?

2. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ, ПРОМИСЛОВА САНІТАРІЯ І ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ

2.1. Загальні положення по техніці безпеки

Техніка безпеки - це сукупність технічних і організаційних заходів, що забезпечують безпечні умови праці.

Технічні заходи полягають у поліпшенні технології виробництва, раціональному розміщенню устаткування; автоматизації й механізації процесів обробки й зборки; заміні застарілого обладнання більш досконалим і безпечним. До основних організаційних заходів відносять: дотримання чистоти в проходах і проїздах; витримування норм освітленості, вентиляції, температури; своєчасне видалення відходів з робочих місць.

При роботі на деревообробних верстатах, необхідно строго дотримувати правил техніки безпеки, тому що порушення їх приводить до серйозних випадків травматизму.

Перш ніж допустити верстатника до роботи на верстаті, варто переконатися в тому, що він добре знає його конструкцію, опанував прийомами безпечної роботи й що він знайомий з загальними правилами техніки безпеки.

Нижче приводяться деякі з загальних правил.

1. Працювати можна тільки на справних верстатах з справним інструментом.
2. Різальний інструмент, всі частини верстатів, що рухаються - ремінні приводи, шестерні, черв'ячні, фрикційні, ланцюгові й кулісні передачі, всі шківни, вали й обертові затискні пристосування повинні бути надійно обгороджені.
3. Огородження не повинні ускладнювати спостереження за процесом роботи й обслуговування механізмів, бути простими у виготовленні, легко зніматися й відкриватися, по можливості мати обтічну форму з гладкою поверхнею (без поглиблень і виступів). Цим вимогам найбільше задовольняють огороження вбудованого типу, коли вони не виступають за контури верстата.
4. Механічна подача повинна бути заблокована з пусковим пристроєм різального інструменту, щоб включення її було неможливе до пуску різальних інструментів.
5. Необхідно, щоб регулювання установки огорожень у зв'язку зі зміною розмірів оброблюваного матеріалу виконувалось швидко й легко, без застосування ручного інструмента.
6. Огороджувальні пристрої варто оглядати й перевіряти перед початком кожної зміни.

7. Забороняється працювати на верстаті зі знятими або несправними огороженнями.
8. Швидко обертальні частини деревообробних верстатів повинні бути обладнані надійними гальмовими пристроями.
9. Забороняється гальмувати різальні інструмент і частини верстата, що рухаються, рукою або якими-небудь предметами.
10. Важелі, педалі й рукоятки для зупинки верстата повинні діяти безвідмовно й перебувати на найкоротшій відстані від робітника.
14. Органи керування верстатом (кнопки, важелі, ручки й т.п.) потрібно розташовувати на висоті 0,8—1,2 м від рівня підлоги і не далі 0,6 м від робітника й таким чином, щоб до них був вільний доступ. Можливість їх випадкового або довільного включення повинна бути зовсім виключена.
12. При кнопковій системі керування потрібно, щоб кнопка «Пуск» була втоплена у своїй оправі не менше чим на 5 мм. Кнопка «Стоп» розташовується або зовсім окремо від пускової, або поруч, але не ближче 5 см від її й офарблюється в яскраво-червоні кольори; вона повинна виступати з оправі не менш чим на 3 мм.
13. Різальні інструмент рекомендується встановлювати після перевірки верстата. Особливу увагу варто приділяти надійності їх закріплення.
14. Частини механізмів, що обертаються з окружною швидкістю понад 3 м/сек, повинні піддаватися статичному балансуванню; якщо окружна швидкість перевищує 15 м/сек, а довжина обертової частини (по осі обертання) більше діаметра окружності обертання, то, крім статичного, необхідно виконувати динамічне балансування деталей і вузлів.
15. Видалення відходів, ошурок і тріски від деревообробних верстатів повинно бути механізоване.
16. На кожному робочому місці повинен бути ящик або шафа для зберігання інструмента, перевірочних пристосувань і т.д.
17. Забороняється класти матеріали, ключі, лінійки, інструменти й т.д. на верстаті, механізми й огороження.
18. Виправляти діючі верстаті, чистити й змазувати їх не дозволяється. Місця мащення й регулювання окремих вузлів повинні бути розташовані в легкодоступних місцях.
19. Необхідно забезпечити надійне заземлення корпусів електродвигунів, шафових щитів з апаратурою системи керування верстатів і станин електрифікованих механізмів.
20. Верстаті, на яких у процесі роботи потрібне постійне спостереження за правильністю обробки (фрезерні, шипорізні й інші), повинні бути забезпечені місцевим освітленням.

2.2. Умови безпечної роботи на окремих верстатах

Круглопилкові верстаті. На круглопилкових верстатах для поздовжнього розпилювання кожух огороження верхньої частини пилки в процесі роботи повинен автоматично опускатися таким чином, щоб відкритими залишалися тільки зуби пилки, що перебувають у розпилюваній деревині. Необхідно, щоб товщина розклинюючого ножа не перевищувала ширини розведення зубів пилки більше ніж на 0,5 мм, а ніж відстояв від зубів не далі чим на 10 мм. Ніж переміщають у площині диска (віддаляють або наближають до зубів пилки) за допомогою рукоятки або маховичка.

Для попередження викиду дощок по обидва боки пильного диска встановлюють хитні пазури або зубчасті сектори. Переводити приводний ремінь з холостого шківів на робочий (і назад) треба важелем, плавно, без ривків.

Під час роботи забороняється: зупиняти пилку рукою або шматком деревини; піднімати або знімати огороження; чистити верстат або щілину, в яку проходить пилка.

Стрічкопилкові верстаті. В місці підведення заготовки рух пилки повинен бути спрямований зверху вниз. Запобіжний футляр спадної частини стрічки варто встановлювати настільки низько, наскільки дозволяє товщина оброблюваного матеріалу. Стрічкопилкові верстаті обов'язково оснащують переставними пристосуваннями, що направляють рух пилки, а висхідну частину нижнього пильного шківів - щіткою. Шківів повинні бути збалансовані; вальці, що подають, обгороджені щітками; швидкодіюче гальмо заблоковано з пусковим пристроєм.

Стругальні верстаті. У фугувальних верстатах відстань між краями накладок і

окружністю різання не повинна перевищувати 3—5 мм; ножова щілина під час роботи повинна бути відкритою на ширину оброблюваної деталі, а щілина за напрямною лінійкою закритою при всіх положеннях; заготовки коротше 400 мм, вужче 50 мм і тонше 30 мм при ручній подачі можна направляти на різальний інструмент тільки за допомогою штовхачів, а криволінійні заготовки — за допомогою шаблонів. На фугувальних верстатах забороняється виконувати фасонне стругання й вибірку чверті.

На рейсмусових верстатах поперед ножового вала повинен бути встановлений підпир-стружколомач, за — притискна планка. Щоб запобігти викиданню матеріалу з верстата, варто встановлювати когтеву завісу. Мінімальна довжина заготовок, що стругають, повинна бути рівна відстані між передніми й задніми вальцями плюс 50 мм. На верстатах, не обладнаних секційними вальцями, що подають, забороняється одночасно подавати кілька деталей.

В чотирибічних стругальних верстатах перед пристроєм, що подає, варто встановлювати обмежник граничної товщини й ширини заготовок (дошок). На них можна обробляти тільки по одній заготовці, найменша довжина її повинна бути рівна відстані між передніми й задніми вальцями плюс 50 мм. Кожна ножова головка має свою екстаустерну вирву, з'єднану з загальною екстаустерною магістраллю цеху.

Фрезерні верстати. Гайки на верхньому кінці шпинделя повинні мати гладку поверхню з лисками під ключ. При фрезеруванні по лінійці оброблюваний матеріал необхідно притискати до стола верстата й до лінійки притискними пристроями. В інших випадках при ручній подачі заготовку потрібно насувати на різальний інструмент за допомогою полозка, колодок або шаблонів.

На фрезерних верстатах категорично забороняється:

- застосовувати однорізцові ножові головки й затискні шайби з фланцями;
- обробляти деталі перетином менше 5×5 см без штовхача;
- фрезерувати заготовки по криволінійному профілі проти шару.

Шипорізні верстати. Особливу увагу при роботі на шипорізних верстатах варто звернути на надійність кріплення заготовок. Каретки повинні бути оснащені пристроями для закріплення оброблюваного матеріалу й для запобігання його відкидання різальними інструментами; запобіжні пристосування обов'язково встановлюють і перед верхніми притисками, а на нерухомій частині двостороннього шипоріза перед торцевими пилками кріплять брусок, що регулює положення заготовки на ланцюзі; двосторонні шипорізи повинні бути оснащені автоматичним скидачем або похилими площинами.

У шипоріза «ластівчин хвіст» механізм передачі до фрез повинен бути укладений у герметичний корпус, робоча частина фрез захищена запобіжною планкою. Притиски повинні щільно по всій ширині закріплювати оброблювану деталь. Верстат необхідно обладнати пристосуванням для включення всього механізму подачі.

Свердлильні й довбальні верстати. Огородження повинно повністю закривати частину свердла, що залишається, й коли свердло заглиблюється в деревину й коли виходить з отвору. У такий же спосіб повинно діяти й огороження ланцюжка на ланцюгово-довбальному верстаті. Свердла закріплюють тільки в круглих патронах.

Шліфувальні верстати. У шліфувальних верстатах обгороджують шліфувальні барабани й щітки, всі непрацюючі частини барабанного й дискового верстатів. Торцеві фланці й пристрої, що закріплюють шліфувальну шкурку, повинні мати справні й надійно діючі затяжні пристосування. Швидкість руху стрічки не повинна перевищувати 20 м/сек при дерев'яних і 30 м/сек при чавунних шківах, окружна швидкість дисків — 30 м/сек. При шліфуванні дрібних або сильно вигнутих деталей пальці верстатника захищають напалічниками.

Забороняється:

- застосовувати стрічку надірвану, нещільно склесну або з нерівними краями;
- працювати на шліфувальних верстатах при відсутності витяжної вентиляції.

2.3. Промислова санітарія

Деревообробні цехи обладнують потужною вентиляцією, що відсмоктує з цеху деревний пил і дрібні відходи й створює багаторазовий повітрообмін протягом години. Тому, щоб у зимовий час підтримувати в цехах нормальну температуру (16—18°C), їх обладнують паро-повітряною

системою опалення, що забезпечує подачу в приміщення підігрітого повітря. На випадок зупинки приточно-втяжної вентиляції передбачають резервне опалення з місцевим обігрівом.

Необхідно використати всі можливості для природного освітлення цехів. Штучне освітлення повинно відповідати затвердженим нормам.

Для деревообробних цехів рекомендуються (Сімеон І.І. Охорона праці в деревообробному виробництві. Профиздат, 1959) наступні норми загальної освітленості (у люксах).

Верстати з ручною подачею	75
Токарні й шліфувальні верстати	75
Свердлильні, стрічкопилкові й довбальні верстати (при обробці отворів по розмітці)	125

У цехах значної площі при числі робітників, що перевищує 50, на випадок пошкодження основного освітлення необхідно мати резервне освітлення (в межах 10% від основного).

При виборі освітлювальної апаратури потрібно враховувати її вибухобезпечність, а також наявність заземлюючих контактів; крім того, апаратура повинна легко очищатися від пилу.

2.4. Протипожежні заходи

У деревообробних цехах зосереджена велика кількість легкозаймистих матеріалів: дощок, стружок, деревного пилу, лаків, фарб.

Статистичні дані показують, що пожежі на деревообробних підприємствах в основному відбуваються внаслідок безладного утримання приміщень, нерегулярного збирання пожежонебезпечних відходів, попадання на прилади опалення й устаткування деревного пилу, несправності вентиляції, недбалої роботи з електричними установками.

З метою попередження виникнення пожеж у цехах необхідно дотримуватися наступних протипожежних правил:

1. Напівфабрикати, сировина й допоміжні матеріали у виробничих приміщеннях повинні перебувати в кількостях, не перевищуючих норм, встановлених технологічним процесом або розрахунковою площею складських приміщень.

2. Не можна накопичувати у цеху готову продукцію. Її необхідно вчасно відправляти на склад або на спеціально відведені площадки.

3. Всі електричні проведення повинні бути ретельно ізольовані; зовнішні проводки виконуватися в металевих трубах або металорукавах; електричні апарати й електродвигуни бути захищені від попадання на їх сторонніх предметів. По закінченні роботи й під час перерви електродвигуни необхідно виключаю, а лінії, що підводять, знеструмлювати.

4. Треба систематично видаляти деревний пил і стружки з устаткування, електропроводок.

5. Сушіння спецодягу, лісоматеріалів і інших матеріалів на приладах опалення, виробничих і опалювальних печах не допускається.

6. Відігрівання труб опалення повинно виконуватися паром, гарячою водою, нагрітим піском, але не відкритим вогнем.

7. В цеху не дозволяється курити й виконувати операції, які можуть викликати появу іскор або відкритого вогню.

8. Стельові й настінні світильники потрібно влаштовувати в пиленезахищеній арматурі, а електродвигуни застосовувати тільки закритого типу.

9. Робочі місця, де є небезпека виникнення пожежі, повинні бути оснащені вогнегасниками, ящиками з піском, совковими лопатами й бочкою з водою.

10. На видних місцях у цеху вивішують номери телефонів найближчих пожежних команд.

11. Бувші у вживанні обтиральні кінці, ганчірки й інші матеріали, просочені мінеральними й рослинними маслами, гасом, бензином і іншими горючими речовинами, необхідно складати в спеціальні металеві ящики з кришками. Над місцем установки ящиків повинна бути напис: «Ящик для обтиральних кінців».

12. Запас рідкого палива, мастильних матеріалів і горючих рідин, що знаходяться у робочому приміщенні, не повинен перевищувати добової витрати й зберігати їх потрібно тільки в спеціальній щільній металевій тарі, що закривається, що після закінчення роботи ставиться в металеві ящики або шафи, що закривають на замок.

13. Нітрофарби, лаки й інші хімікати зберігають у спеціальних ізольованих приміщеннях або в шафах і ящиках.

14. Варто мати на увазі можливість самозаймання деяких матеріалів (пористі деревинно-волокнисті плити). Необхідно забезпечувати безпечні способи зберігання легкозаймистих матеріалів, таких, наприклад, як пористі деревинно-волокнисті плити, деревна дробльонка й ін.

Контрольні запитання

1. Які заходи включає техніка безпеки.
2. Які правила техніки безпеки повинен знати верстатник перед роботою.
3. Які заходи промислової санітарії необхідно виконувати в деревообробних цехах.
4. Які протипожежні правила необхідно виконувати для попередження виникнення пожеж.

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

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ ДЕРЕВООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ

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