



Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

**Кафедра деревооброблювальних технологій та системотехніки
лісового комплексу**

Ю.О. Градиський, М.О. Сосєдко

**МЕХАНІЧНЕ ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВООБРОБНІ
ВЕРСТАТИ**

Частина 1

Курс лекцій

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної (заочної) форми навчання за спеціальністю
187 «Деревообробні та меблеві технології»**

**Харків
2025**

Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства,
деревооброблювальних технологій та землевпорядкування

Кафедра деревооброблювальних технологій та
системотехніки лісового комплексу

Ю.О. Градиський, М.О. Соседко

**МЕХАНІЧНЕ ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВООБРОБНІ
ВЕРСТАТИ**

Частина 1

Курс лекцій

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної (заочної) форми навчання за спеціальністю
187 Деревообробні та меблеві технології**

Затверджено рішенням
Науково-методичної ради
факультету ЛГДТЗ ДБТУ.
Протокол № 9
від 21 квітня 2025 р.

**Харків
2025**

УДК 630*81(076)

Схвалено
на засіданні кафедри деревооброблювальних технологій та
системотехніки лісового комплексу.
Протокол № 10 від 16 квітня 2025 р.

Рецензенти:

О.Б.Калюжний, канд. техн. наук, доцент кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка Державного біотехнологічного університету,

А.В.Войтов, канд. техн. наук, доцент, ст. викладач кафедри деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу Державного біотехнологічного університету.

М55 **Механічне оброблення деревини та деревообробні верстати.** Курс лекцій. Частина 1 : курс лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навчання за спеціальністю 187 Деревообробні та меблеві технології / Державний біотехнологічний ун-т; уклад.: Ю.О.Градиський, М.О.Сосєдко. – Харків : ДБТУ, 2025. – 159 с.

Курс лекцій з дисципліни «Механічне оброблення деревини та деревообробні верстати» складений відповідно до програми навчальної дисципліни. У курсі лекцій висвітлені визначення основних понять, необхідні роз'яснення, розрахунки техніко-економічних параметрів деревообробних машин, їх конструкція й експлуатація. Призначено для здобувачів спеціальності 187 Деревообробні та меблеві технології, а також фахівцям лісопромислового комплексу.

УДК 630*81(076)

Відповідальний за випуск: Ю.О.Градиський, к-т техн. наук, доцент

© Ю.О. Градиський, М.О. Сосєдко, 2025
© ДБТУ, 2025

ЗМІСТ

Лекція 1	
ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ДЕРЕВООБРОБНІ МАШИНИ	5
Лекція 2	
ОСНОВИ ТЕОРІЇ РІЗАННЯ ДЕРЕВИНИ	19
Лекція 3	
ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ	29
Лекція 4	
ТЕХНІЧНИЙ РІВЕНЬ І ЯКІСТЬ ДЕРЕВООБРОБНИХ МАШИН	42
Лекція 5	
ЕЛЕМЕНТИ ДЕРЕВООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ. БАЗУЮЧІ ПРИСТРОЇ	56
Лекція 6	
МЕХАНІЗМИ РІЗАННЯ	69
Лекція 7	
МЕХАНІЗМИ ПОДАЧІ	80
Лекція 8	
ДОПОМІЖНІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВУЗЛИ	88
Лекція 9	
ПРИВОДИ ДЕРЕВООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ	98
ЛІТЕРАТУРА	109

Лекція 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ДЕРЕВООБРОБНІ МАШИНИ

ВСТУП. 1. З історії розвитку деревообробних машин. 2. Структура машин. 3. Класифікаційні ознаки деревообробного устаткування. 4. Напрями розвитку деревообробного устаткування.

ВСТУП

Прогрес виробничих процесів у всіх галузях деревообробної промисловості, поява нових деревних матеріалів і зміна структури підприємств ставлять нові вимоги до роботи деревообробних машин. Постійно збільшується коло завдань з вибору, експлуатації та створення устаткування. Для розв'язування цих завдань потрібна детально розроблена та науково обґрунтована теорія деревообробних машин. Вона може бути створена в результаті широкого та погодженого комплексу робіт з вивчення і дослідження робочих машин з деревооброблення.

Сучасне виробництво вимагає від робітників, операторів, наладчиків, технологів і механіків спеціальних знань, високої професійної підготовки та культури у роботі. Провідними професіями під час експлуатації деревообробного обладнання є механіки та технологи. Механік повинен уміти керувати верстатом, усувати несправності в його роботі, перевіряти якість підготовки інструменту, встановити та замінити різальний інструмент, налагодити верстат до роботи, налаштувати його на оброблення партії деталей. Для цього механіку необхідно досконало знати призначення, конструкції та кінематичні схеми верстатів і живильно-розвантажувальних пристроїв. Технолог повинен уміти вибрати оптимальний режим роботи верстата, встановити причини несправностей і браку продукції, визначити продуктивність верстата.

Специфіка роботи деревообробного обладнання полягає у великих швидкостях різання і подавання, вимагає особливо ретельного дотримання правил безпеки під час налагодження і запуску верстата.

Мета – допомогти студентам набути необхідні знання з теорії і конструкцій деревообробних верстатів, оволодіти спеціальністю технолога деревообробного виробництва, описано найпоширеніші моделі сучасних деревообробних верстатів, які використовуються на деревообробних підприємствах України.

З методичних міркувань верстати вивчають не за заводськими кресленнями, а за узагальненими та спрощеними схемами, які дають поняття про принцип роботи верстата й дозволяють проаналізувати переваги та недоліки окремих механізмів. Це сприяє тривалому збереженню цінності навчального матеріалу незалежно від морального старіння моделей верстатів і заміни їх новими. Тому для кожного типу верстатів подають

технологічні та конструктивні особливості моделей. Класифікація верстатів у межах кожної групи дає можливість охопити широке коло типорозмірів на базі узагальненого опису типової моделі. Крім конструктивного аналізу верстата, подано методи визначення раціональних швидкостей подачі, розрахунок опору подачі, тягових зусиль і необхідної потужності приводу окремих механізмів.

1. З історії розвитку деревообробних машин

Деревина, завдяки своїм цінним якостям, була одним з найперших матеріалів, що використовувались людьми ще з кам'яного віку. У більшості випадків застосування деревини супроводжувалося її обробленням, різанням або розколюванням. Перші дереворізальні інструменти з кремнію, бронзи та заліза з'явилися вже за 2000–800 років до н.е. Проте, аж до XIV ст. усі інструменти були ручними і включали такі різновиди: сокира, свердло, долото, струг, пилка, тесло тощо. Значним відкриттям у різанні деревини була поява пилки, яка дозволила підвищити продуктивність праці, зменшити витрати матеріалу та покращити якість оброблених поверхонь. Але розпилювання колод на дошки ручними пилами було дуже енергоємним процесом і вимагало значних затрат фізичної сили. Це було головною причиною того, що перші верстати для різання деревини були створені для розпилювання колод на дошки. Залишається невідомим, де і коли вперше було вирішено цю проблему. Є припущення, що перші колодопиляльні верстати з водяним приводом були ще у римлян у IV ст. н.е. Але достовірних документів, які б підтвердили ці припущення, не знайдено.

Перші відомості про деревообробні машини належать до XIII ст. Близько 1235 р. В. де Геннекур написав трактат, що зберігся у вигляді рукопису, в якому подано опис і рисунок лісопильного млина, що мав водяне колесо і шарнірний чотириланковий механізм (рис. 1.1).

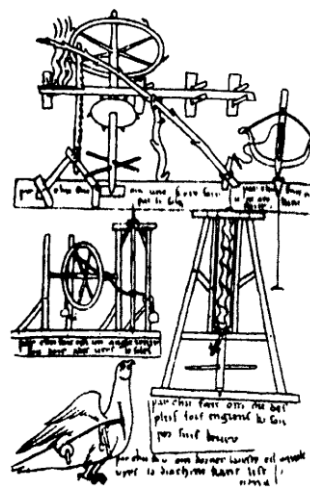


Рисунок 1.1. Лісопильний млин (з рукопису В. де Геннекура)

З відомих водяних лісопилок у рукописах згадуються тартаки, які працювали в Німеччині у 1332 р. біля м. Аугсбурга, у Франції в м. Ліоні (1522 р.). Поява першої лісопилки в Норвегії належить до 1530 р. У Данії першу лісопилку збудовано у 1596 р. в Саардамі, а у Швеції – в 1653 р. За зразком лісопилок, що використовувалися в Європі в 1633 р., було побудовано першу лісопилку в Америці. Є відомості, що у 1565 р. була лісопилка на річці Дністер біля Самбора, а також у селах Дворецька Воля, Ланівці, Тітова Воля. Працювали лісопилки на річках Горинь, Виживка, Стир, Ломниця, Стрий та на інших. За підрахунками, у XVI ст. на теренах Західної України існувало до 20 тартаків, де працювали лісопилки з водяним приводом, а в середині XVIII ст. їхня кількість перевищувала 32. Поряд із водяним приводом використовували кінний привод (рис. 1.2).

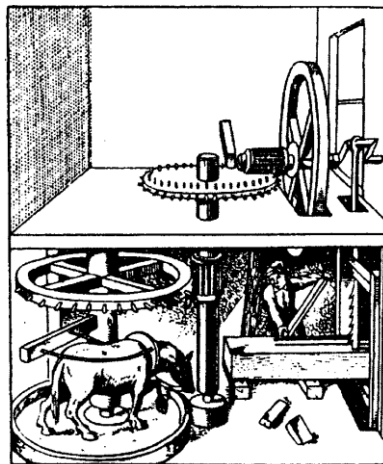


Рисунок 1.2. Розпилювання колод у XII ст. з використанням кінного приводу

На початку XIX ст. для приводу верстатів почали застосовувати парову машину, яку вперше для приводу пилорами використали у 1810 р. (рис. 1.3). Винахід і поширення двигунів до технологічних машин, розвиток мануфактурного виробництва підвищили попит на верстати. З того часу верстатобудування стає самостійною галуззю виробництва, з'являються верстатобудівні заводи.

Розширюється асортимент металорізальних, а потім і деревообробних верстатів. У 1774 р. коваль Дж. Вількінсон (Англія) винайшов свердлильний верстат, Дж. Брама у 1795 р. – гідравлічний прес, а дещо раніше – стругальний верстат для дерева. У 1798 р. англієць Г. Моделі вдосконалив токарний верстат, встановивши на ньому супорт, що переміщувався за допомогою ходового гвинта.

У 1859 р. за проектом англійського інженера Варсама було побудовано першу пилораму з подавальними вальцями та двома візками замість саней, що використовувалися до цього. Візки встановлювалися на

рейках перед і за пилорамою та служили для базування колоди під час розпилювання (рис. 1.4). У цьому ж році Версам запатентував колесо з канавкою і фрикційною собачкою замість храпового колеса, що дозволило зменшити шум та стук під час роботи пилорами, покращувало регулювання швидкості подачі та підвищувало продуктивність.



Рисунок 1.3. Розпилювання колод з використанням парової машини

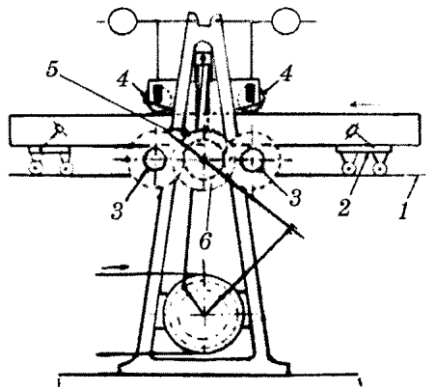


Рисунок 1.4. Пилорама з подавальними вальцями конструкції Варсама (1859 р.): 1 – рейки; 2 – візок; 3 – подавальні пальці; 4 – верхні притискні пальці; 5 – фрикційна собачка; 6 – фрикційне колесо

Основним недоліком пилорам є зворотно-поступальний рух пилки. Розпилювання здійснюється тільки під час руху пилки вниз, тому продуктивність процесу низька. На цьому фоні цілком природним було бажання винахідників створити пилку, яка б різала безперервно і не створювала значних сил інерції. Це завдання було успішно вирішено винаходом круглої пилки. Є припущення, що вперше круглі дискові пилки почали виготовляти у Голландії, однак документальних підтверджень цього не маємо. Разом із тим відомо, що у 1777 р. в Англії С. Міллер одержав патент на дискову пилку. Там же, в Англії, М. Брюнелем за участю Г. Моделея, було запропоновано та виготовлено перші круглопилкові верстати, що з 1907 р. використовувалися для поздовжнього і поперечного розпилювання деревини на Портсмутському заводі для випилювання корабельних блоків. Привод верстатів здійснювався від парової машини

через трансмісію. Подача м'ягкої пилки здійснювалася вручну. В Америці Р. Естманом та І. Якюїчем у 1820 р. був запатентований круглопилковий верстат, а з 1828 р. у Нью-Йорку почав працювати завод з випуску дискових круглих пилок.

Стрічкову пилку винайдено на початку XIX ст. Патент на стрічкову пилку і перший стрічкопилковий верстат у 1808 р. одержав англієць В. Невберрі. Але цей верстат не мав практичного використання. Минуло майже 50 років, перш ніж були розроблені високоякісні сталі для виготовлення стрічкових пилок. Пріоритет у виготовленні працездатного стрічкопилкового верстата належить французькій фірмі Періна, яка у 1855 р. виставила його на Лондонській виставці. З цього часу стрічкопилкові верстати почали впроваджувати у деревооброблення та інші галузі.

До XIX ст. оброблення деревини струганням виконували ручним інструментом. Доречно відзначити, що рубанок як різновид ручного стругального інструмента було винайдено римлянами у V ст. до н.е. Під час розкопок Помпеї знайшли рубанок, що належав до I ст. до н.е. Перший стругальний верстат з'явився в Англії у 1827 р. у м. Глазго. Його творцем був англієць Муїр. За своєю конструкцією це був торцево-фрезувальний верстат, в якому бруси кріпили на рухомій платформі та подавали під ножовий диск (рис. 1.5).

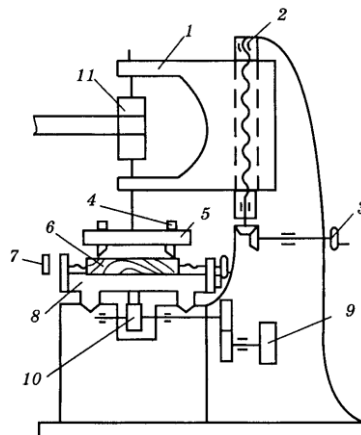


Рисунок 1.5. Стругальний верстат конструкції Муїра (1827 р.): 1 – супорт; 2 – напрямні супорта; 3 – ручка піднімання та опускання супорта; 4 – різці; 5 – ножовий диск; 6 – заготівка; 7 – гвинт затискання заготівки на платформі; 8 – рухома платформа; 9 – шків механізму подачі; 10 – ланцюгова передача; 11 – шків на валу ножового диска

Якість обробленої поверхні та продуктивність на цьому верстаті були низькими. У 1828 р. американський інженер Вудворз створив стругальний верстат оригінальної конструкції. У ньому ножі кріпилися у циліндричному валу, заготівки подавалися приводними вальцями, а стругання здійснювалося вздовж волокон. Цим забезпечувалася якість оброблення і висока продуктивність. Верстат конструкції Вудворза став прототипом

сучасних поздовжньо-фрезувальних верстатів.

Оброблення деревини, відоме сьогодні як точіння, застосовується з дуже давніх часів, а токарні верстати, спочатку простої будови, використовувалися ще до нашої ери.

У перших токарних пристроях заготівка, закріплена в центрі, приводилась в обертовий рух мотузкою, намотаною на неї, яку тягнули вручну то за один, то за другий кінець. Різець підводили до заготівки тільки тоді, коли вона оберталась в бік токаря. Пізніше для приводу заготівки використовували лучковий, ножний і пасовий привод від окремого колеса (рис. 1.6).

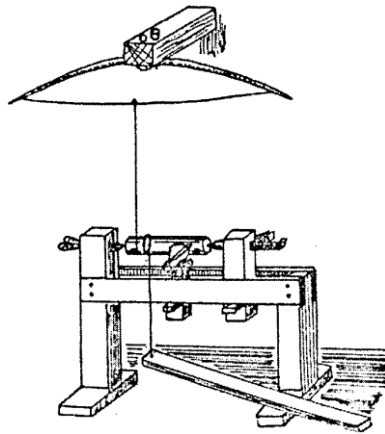


Рисунок 1.6. Токарний верстат XVII–XVIII ст. з мотузковим ножним приводом

Загальним недоліком усіх токарних верстатів періоду до XVIII ст. було те, що всі робочі рухи токарного різця виконувалися, утримуючи різець у руках та пересуваючи його по поверхні підручника. Особливо винаходом, який революціонізував оброблення деревини та інших матеріалів, було використання в токарних верстатах механічного супорта, який звільнив людину від необхідності тримати різець у руках. Супорт для токарного верстата з приводом від ходового гвинта був винайдений у 1798 р. англійським винахідником Г. Моделей.

Незважаючи на давню історію появи деревообробних машин, перші заводи, що розпочали серійно випускати деревообробні верстати, було засновано тільки на початку XIX ст. В Англії у 1830 р. відкрито фірму “Фей-Іган”, а у 1833 р. – фірму “Джонсер”, де розпочато випуск різноманітних деревообробних верстатів. Французьку фірму “Куліт Філе і К^о” засновано у 1847 р. У пізніші роки з’явилися відомі фірми “Швабедісен” (Німеччина), “Цукерман” (Австрія), “Боліндер” (Швеція) тощо. Верстати, що випускали у ці часи, характеризувалися малою жорсткістю конструкцій, низькою продуктивністю. На більшості верстатів подача заготовок здійснювалась вручну. Один із перших заводів з випуску деревообробних верстатів, заснованих в Україні наприкінці XIX ст., став завод «Сатурн» (Дніпро).

З того часу стала активно розвиватись спеціалізована галузь машинобудування з виробництва деревообробного обладнання, яка нині включає конструкторські бюро, машинобудівні заводи, проєктні та науково-дослідні організації.

Першу напіваавтоматичну верстатну лінію для деревообробного виробництва в Україні встановлено у 1955 р. на Київській меблевій фабриці й використано для оброблення брускових деталей меблів. Вона стала зразком для розроблення інших ліній в деревообробній галузі. Сьогодні в Україні деревообробне обладнання виготовляють в Науково-виробничому об'єднанні «Група компаній «МАГР», на ПП «Ківерцілісмаш», на Городоцькому та Дніпропетровському верстатобудівних заводах й інших підприємствах; створено спільні підприємства, наприклад, такі як українсько-чеське «Ройєк-Львів», ТОВ «ДОЛІНЬО Технології» (м. Харків) та інші підприємства, які налагодили постачання й обслуговування широкого асортименту деревообробного обладнання з Італії, Німеччини та інших країн.

2. Структура машин

2.1. Типи машин

З урахуванням соціальної потреби і науково-технічного рівня деревообробне устаткування може виконувати чотири функції: технологічну, енергетичну, керування і планування.

Якщо технічний пристрій виконує технологічну функцію, то він називається робочою машиною.

Робоча машина являє собою механізм або сполучення декількох механізмів, що здійснюють певні доцільні рухи для виконання корисної роботи. У найпростішому випадку всі рухи робочої машини виконуються вручну. Наприклад, воріт для підйому води з колодязя, дріль для свердлення отворів, м'ясорубка дозволяють виконувати корисну роботу і мають ручний привод.

Робочі машини, що змінюють форму і розміри оброблюваної деталі методом різання, називаються верстатами.

Робочі машини, що виконують роботу методом тиску, називаються пресами.

Машини, що виконують робочі операції без зміни форми, розмірів і якості об'єкта праці, називаються просто машинами (сортувальні, пакетоформувальні, транспортуючі і ін.).

Машини, що здійснюють фізико-хімічний вплив на оброблюваний об'єкт, називаються апаратами.

З метою полегшення праці робітників, підвищення продуктивності й поліпшення якості випускає продукції, людина передає робочій машині частково або повністю інші функції: енергетичну, керування, планування.

Якщо робочій машині передається енергетична функція (привод рухів головного, подачі й ін.), то машина стає механізованою. Механізація тільки зменшує або частково рятує людини від важкої ручної праці, тому що функція керування (включення, вимикання, регулювання режиму, завантаження і знімання заготовки і т.д.) однаково залишаються за людиною.

Якщо робочій машині передати функції енергетичну і керування, то вона перетворюється в автомат і повністю виключає особисту участь людини в роботі.

Автомат самостійно виконує всі робочі й холості ходи циклу по програмі, заздалегідь складеній й налагодженій людиною. В цьому випадку робоча машина заміняє вже не тільки мускули, але і у відомих межах мозок людини. За людиною залишається тільки функція контролю, налагодження, підготовки й заміни програм.

Якщо робочій машині передати ще функцію планування (вибору потрібної програми за допомогою системи планування робіт), то за людиною залишається тільки функція складання програм.

Якщо функції енергетична і керування передані машині не повністю, то робоча машина називається напівавтоматом. Звичайно на напівавтоматах робітник вручну встановлює, закріплює і відкріплює заготовку, включає подачу верстата.

Лінії. Для виконання технологічних операцій робочі машини встановлюють в лінії, які можуть бути поточковими, автоматичними або напівавтоматичними.

Потоковою називається лінія робочих машин, розташованих у порядку послідовності виконання операцій технологічного процесу і потребуючого індивідуального обслуговування. Машини, що входять в поточкову лінію, можуть бути зв'язані й не зв'язані транспортними засобами. У лісопильному цеху, наприклад, працює одна або кілька поточкових ліній. Верстати ліній встановлені в строгій послідовності виконання технологічних операцій, і кожний верстат обслуговується одним або декількома робітниками. При цьому верстати зв'язані між собою транспортерами.

Автоматичною лінією називається система машин, розташованих у технологічній послідовності, об'єднаних засобами транспортування, керування, автоматично виконуючих комплекс операцій і потребує лише в контролі і налагодженні.

Завантаження головної машини лінії і знімання готової продукції виконується завантажувально-розвантажувальними пристроями.

Якщо деякі операції лінії виконуються за участю робітника, то така лінія називається **напівавтоматичною**.

2.2. Схеми машин

Схеми - це конструкторські документи, на яких умовними символами графічно зображені складові частини виробу, їх взаємне розташування і зв'язки. Схема дозволяє швидко розібратися в конструкції й послідовності дій елементів пристрою.

Види, типи і загальні вимоги до виконання схем встановлені стандартом. Для проектування і вивчення конструкцій деревообробного устаткування використовуються схеми: технологічна, кінематична, гідравлічна, пневматична, електрична. Схеми виконуються без дотримання масштабу. Просторове розташування частин виробу можна не враховувати.

Технологічна (принципова) схема. Технологічною називають схему машини, що відображає принцип її роботи і характер рухів її робочих органів і оброблюваної деталі.

Технологічна схема показує, які рухи робочих органів повинні бути зроблені для забезпечення нормальної безпечної роботи верстата. На ній показуються умовними обрисами оброблювана деталь і інструмент, базувальні, напрямні, притискні й подавальні органи, їх взаємне розташування й напрямок руху. На рис. 1.7 зображена технологічна схема круглопилкового верстата для поздовжнього розпилювання пиломатеріалів.

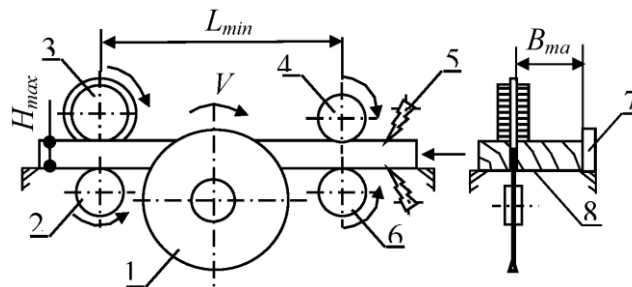


Рисунок 1.7. Технологічна схема верстата

На схемі показана пилка 1, нижні подавальні вальці, 2 і 6, верхні подавальні вальці 3 і 4, верхня і нижня кігтеві завіси 5, що запобігають зворотний викид заготовки 8, і бічна напрямна лінійка 7. Заготовка взаємодіє з усіма зазначеними елементами верстата. При цьому кожний робочий орган виконує свою конкретну функцію. Стрілками показаний напрямок руху заготовки і робочих органів верстата.

На схемі вказуються також максимальний і мінімальний розміри оброблюваної заготовки.

Кінематична схема. Кожний верстат складається з кінематичних елементів (ланок) - валів, шестірень, шківів, зірочок і т.п. Взаємодіючі одна з одною ланки утворюють кінематичні пари. З кінематичних пар утворюються кінематичні ланцюги, які зв'язують рухові механізми верстата з виконавчими.

Кінематична схема верстата відображає спосіб передачі рухів в

машині від рухомих механізмів до виконавчого.

Умовні позначки елементів кінематичних схем виконуються за стандартом.

На рис. 1.8 наведена кінематична схема механізму головного руху круглопилкового верстата.

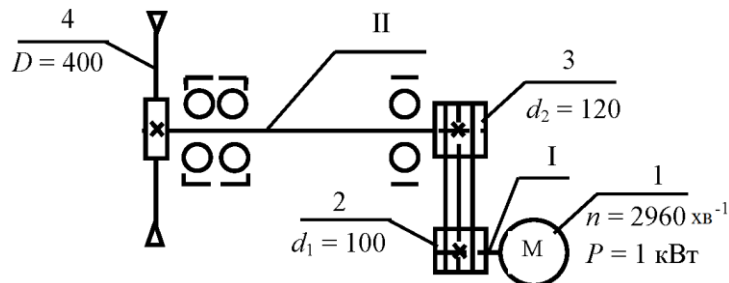


Рисунок 1.8. Кінематична схема механізму головного руху круглопилкового верстата

Рух від електродвигуна 1 через клиноремінну передачу, що включає шків 2 і 3, передається пилці. Кінематичну схему читають так: рух з вала І електродвигуна передається на пильний вал ІІ пасовою передачею.

Кінематична схема дозволяє розрахувати швидкості робочих рухів верстата або підібрати кінематичні пари по заданих швидкостях робочих рухів. Для цього на схемі приводиться позначення і характеристика всіх елементів, що входять в неї.

При виконання кінематичних розрахунків завжди визначається передаточне число кінематичного ланцюга.

Передаточне число кінематичного ланцюга дорівнює відношенню частоти обертання вала двигуна до частоти обертання вала виконавчого елемента і дорівнює добутку передаточних чисел окремих кінематичних пар, при цьому передаточне число кінематичної пари дорівнює відношенню діаметра веденого шків (числа зубів шестірні, зірочки) до діаметра ведучого шків (числа зубів шестірні, зірочки).

Це правило можна записати в такий спосіб:

$$U = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{у.о}}} = U_{p.n} U_{з.н} \dots U_{ч.н} = \frac{d_2}{d_1} \frac{z_4}{z_3} \dots \frac{z_6}{z_5}$$

де $n_{\text{дв}}$ - частота обертання вала двигуна кінематичного ланцюга, хв^{-1} ; $n_{\text{у.о}}$ - частота обертання вала виконавчого органа, хв^{-1} ; $U_{p.n}$, $U_{з.н}$, $U_{ч.н}$ - передаточне число відповідно передач ремінної, зубчастої, ланцюгової; d_2 , z_4 , z_6 - діаметр і числа зубів ведених відповідно шків, зубчастого колеса і зірочки; d_1 , z_3 , z_5 - діаметр і числа зубів ведучого відповідно шків, зубчастого колеса і зірочки.

Гідравлічна схема. Гідравлічною називають схему, що відображає

склад і з'єднання елементів, що входять у гідравлічний механізм.

До складу гідравлічних систем входять наступні елементи: насосна установка (гідростанція), трубопроводи (шланги гнучкі), розподільна і контрольно-регулююча апаратури, гідродвигуни (гідроциліндри і гідромотори). Насосна установка (гідростанція) являє собою сукупність одного або декількох насосних агрегатів і гідробака для мінеральної оливи, конструктивно оформлених в одне ціле. Як правило, вона комплектується гідроапаратурами (запобіжним, зворотним клапаном і ін.), манометром, фільтром, системою терморегулювання. Призначена вона для підготовки потоку масла до роботи.

Приклад гідросхеми деревообробного верстата показаний на рис. 1.9.

Гідравлічною схемою передбачений захист гідросистеми від перевантажень, очищення робочої рідини, роздільна або спільна робота виконавчих гідроциліндрів.

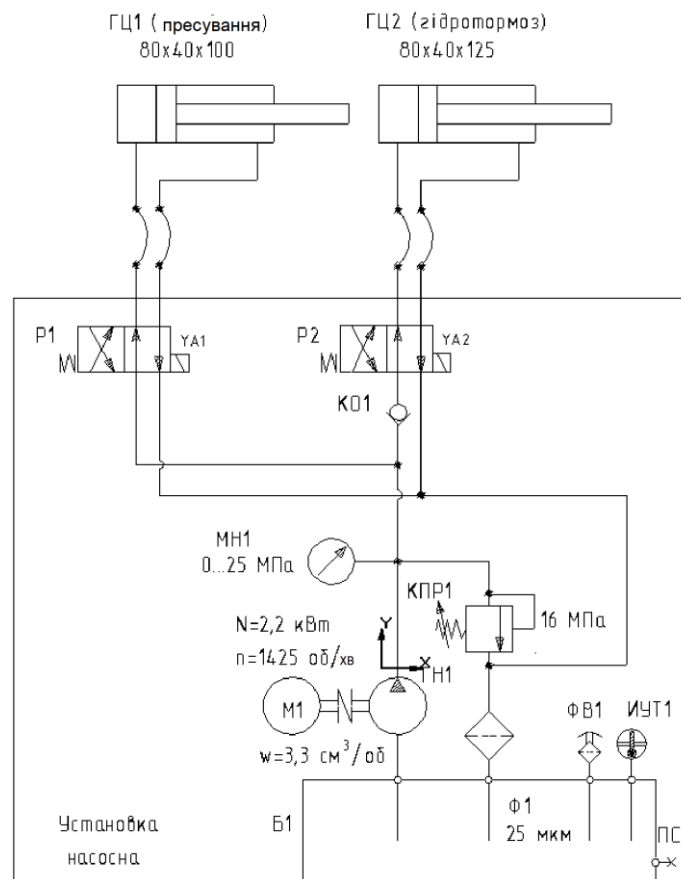


Рисунок 1.9. Гідравлічна схема керування роботою гідроциліндрів деревообробного верстата

Пневматичною називають схему, що відображає склад і з'єднання елементів, що входять у пневматичний механізм машини. Накреслення пневматичних схем подібно з накресленням гідросхем, але простіше, оскільки пневматичні механізми працюють звичайно від централізованої

установки стисненого повітря (компресора), що не зображується на схемі. Крім того, ці механізми не вимагають трубопроводів для відводу відпрацьованого повітря. Відпрацьоване повітря викидається в атмосферу.

Електрична схема зображує склад і з'єднання електричних елементів верстата. Для їх накреслення прийняті умовні позначки, встановлені стандартом.

В електричній схемі розрізняють два ланцюги: силовий ланцюг і ланцюг керування. В силовий ланцюг включають електродвигуни, силові електромагніти, вхідні рубильники, запобіжники, силові контакти контакторів, нагрівальні елементи й ін. Силовий ланцюг замикається і розмикається під дією ланцюга керування.

У ланцюг керування включаються кнопки керування, обмотки контакторів, шляхові вимикачі, реле керування і захисти й інші елементи керування. По ланцюзі керування повинен протікати електричний струм невеликої величини. Для підвищення надійності і безпеки експлуатації ланцюг керування підключається на знижену напругу за допомогою трансформатора. Так, наприклад, силовий ланцюг має напругу 380 В, а ланцюг керування живиться напругою 36В або 110 В.

На рис. 1.10 наведена електрична принципова схема керування електродвигуном верстата.

У звичайну систему запуску трифазного двигуна введено додаткове реле Р з нормально розімкнутими контактами Р1. При наявності напруги в трифазній мережі обмотка додаткового реле Р постійно перебуває під напругою і контакти Р1 замкнуті. При натисканні кнопки "Пуск" через обмотку електромагніта магнітного пускача МП проходить струм і системою контактів МП1 електродвигун підключається до трифазної мережі. При випадковому відключенні від мережі провід А реле Р буде знеструмлено, контакти Р1 розімкнуться, відключивши від мережі обмотку магнітного пускача, що системою контактів МП1 відключить двигун від мережі. При відключенні від мережі проводів В і С знеструмлюється безпосередньо обмотка магнітного пускача.

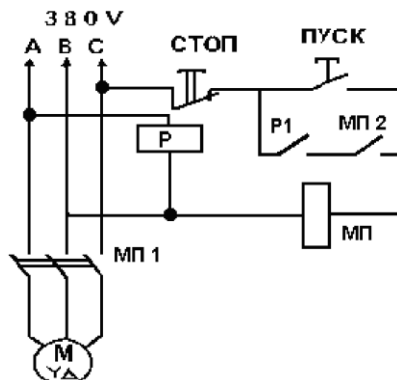


Рисунок 1.10. Схема електрична принципова для пуску електродвигуна

В якості додаткового реле Р використовується реле змінного струму типу МКУ-48.

3. Класифікаційні ознаки деревообробного устаткування

Деревообробне устаткування належить до технологічного різновиду робочих машин і поділяється на верстати, преси та пристрої.

Верстати призначені для зміни розмірів або форми заготівок.

Пресами називають машини, що здійснюють оброблення тиском.

Пристроями називають машини, які виконують допоміжні технологічні операції, наприклад, сортування, пакетування, завантаження і розвантаження заготівок.

У сучасних деревообробних виробництвах використовують понад 1000 моделей різного технологічного устаткування. З метою успішного вивчення й аналізу, потрібно раціонально поділяти устаткування на класи, підкласи, групи й підгрупи. Щоб здійснити таку класифікацію, ретельно вивчають існуючі машини і знаходять для них спільні ознаки: технологічне призначення та конструктивні відмінності; ступінь спеціалізації та уніфікації; ступінь механізації й автоматизації; принцип роботи; точність; кількість операцій, що виконуються; кількість робочих органів тощо. Такі ознаки називають **класифікаційними**.

3.1. Класифікація за технологічним призначенням, ступенем спеціалізації та конструктивними особливостями

За технологічним призначенням устаткування деревообробних виробництв поділяють на чотири класи:

- дереворізальні верстати;
- клеїльно-складальне (пресове) обладнання;
- опоряджувальні машини і обладнання;
- гідротермічне (сушильне) обладнання.

У кожному з цих класів устаткування за ступенем спеціалізації поділяють: на верстати загального призначення, які можна використовувати в різних типах виробництв, і на верстати спеціалізованих виробництв (лісопилльне, фанерне, тарне, меблеве, сірникове та інше). У свою чергу, підкласи поділяють за конструктивними особливостями. Наприклад, верстати загального призначення поділяють на стрічкопилкові, круглопилкові та інші.

До дереворізальних верстатів відносять лісопилльні рами, стрічкопилкові й круглопилкові верстати для поздовжнього і поперечного пиляння, фрезерні (поздовжньо-фрезерні, фрезерні, шипорізні і копіювальні верстати), свердлильні, довбальні верстати, токарні, круглопалкові, стругальні, луцильні і циклювальні верстати, гільйотинні та дискові ножиці, шліфувальні, корообдиральні й дробильні верстати.

До клеїльно-складального устаткування відносять устаткування, що

працює без клею і з клеєм. З'єднання деталей у виріб може виконуватися цвяхами, зшиватися дротом або обв'язуватися дротом. До устаткування, що працює з клеєм відносять машини для приготування і нанесення клею, устаткування для облицювання пластей і крайок щитів, склеювання деталей по перетину, складальне устаткування (вайми, преси).

До оздоблювального устаткування відносять машини ґрунтувальні, для нанесення лаків і фарб та машини для облагороджування покриттів.

На рис. 1.11 наведено класифікацію деревообробного устаткування за цими ознаками.

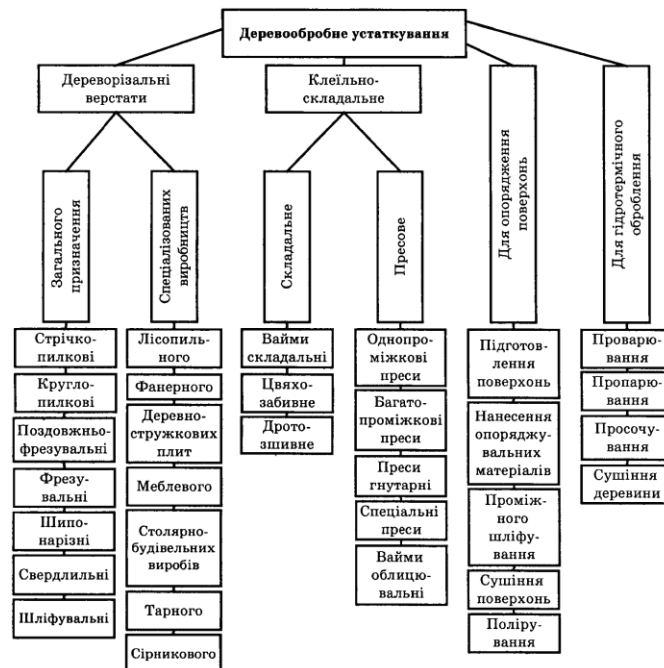


Рисунок 1.11. Класифікація деревообробного устаткування за технологічним призначенням, ступенем спеціалізації та конструктивними особливостями

По конструктивних ознаках виділяють наступні класифікаційні групи машин:

- **по числу одночасно оброблюваних деталей** розрізняють машини одно-, дво-, трьох-, багатопредметні, а також одно-, дво-, трьох-, багатопотокові;

- **по числу одночасно оброблюваних сторін деталі** - машини одно-, дво-, трьох-, чотирибічні;

- **по числу позицій обробки** - машини одно-, дво-, трьох-, чотирьох-, багатопозиційні;

- **по числу шпинделів з головним робочим органом** - машини одно-, дво-, трьох-, чотирьох-, багатшпиндельні;

- **за схемою (траєкторією) руху оброблюваної деталі** - машини з замкнутою або розімкнутою схемою руху (з прямолінійною або

криволінійною траєкторією);

- **по компонованню машини** - з вертикальним, горизонтальним, круговим і зіркоподібним компонованням;

- **по ступеню конструктивної наступності** - оригінальної конструкції, уніфіковані, нормалізовані, агрегатовані;

- **по характеру відносного переміщення заготовки і інструменту** - розрізняють машини циклові з переривчастим переміщенням заготовки або інструмента і прохідні з безперервним переміщенням заготовки.

По технологічній ознаці верстати загального призначення підрозділяються на наступні типи: окісні, лісопилльні рами, стрічкопилкові, круглопилкові, поздовжньо-фрезерні, фрезерні, шипорізні, свердлильні, свердлильно-пазувальні, довбальні, токарні та шліфувальні. Для позначення типів верстатів прийнята буквеноцифрова індексація (табл. 1).

Крім цих букв для вказівки характерного максимального параметра і моделі верстата проставляють відповідні цифри. **Цифри після першої букви** індексу вказує на кількість робочих органів або агрегатів верстата. Наприклад, С2Ф - фугувальний верстат з двома (горизонтальним і вертикальним) фрезерними валами.

Цифри після букв індексу характеризують основний параметр верстата, а цифри після тире - номер моделі.

Таблиця 1 - Буквена індексація деревообробних верстатів

Тип верстата	Позначення	Тип верстата	Позначення
Окісний	ОК	Рейсмусовий	СР
Лісопилльні рами:		Чотирибічний поздовжньо-фрезерний	С
вертикальна	Р	Фрезерний	Ф
двоповерхова	2Р	Шліфувальний	Шл
горизонтальна	РГ	Шипорізні для рамного шипа:	
Стрічкопилкові:		однобічні	ШО
для розпилювання колод	ЛБ	двосторонні	ШД
горизонтальні	ЛГ	Шипорізні для ящикового шипа:	
ділильні	ЛД	прямого	ШП
		"ластівчин хвіст"	ШЛХ
столярні	ЛС	Свердлильний	СВ
Круглопилкові верстати:		Свердлильно-пазувальний	СВП
для поздовжнього розкрою	ЦД	Довбальний з фрезерним ланцюжком	ДЦ
для поперечного розкрою	ЦТ	Токарний	Т
для форматного розкрою	ЦТФ	Круглопалковий	КП
Фугувальні	СФ	Шліфувальний	ШЛ

Приклад. Індексація СР6-9 означає - верстат рейсмусовий з максимально можливою шириною оброблюваної заготовки 630 мм дев'ятої

моделі; Ф2К-2 означає - верстат фрезерний, двошпиндельний, з карусельним столом, другої моделі; ЛС80-5 - верстат стрікопильний, столярний, діаметр робочих шківів 800 мм, п'ята модель і т.д.

3.2. Класифікація за ступенем механізації й автоматизації

За цією ознакою устаткування поділяють на чотири класи: **напівмеханізоване, механізоване, напівавтомати, автомати.**

Напівмеханізованим називають верстат, у якому механізовано тільки частину силових рухів. Сюди належать верстати з ручною подачею, в яких приводиться в рух тільки механізм, що здійснює найважчу роботу, наприклад, різання деревини. Усі інші рухи здійснюються вручну.

Механізованим називають верстат, в якому механізовано рухи різання та рухи подачі. Людина, яка працює на такому верстаті, звільняється від операцій енергетичного потоку й виконує тільки операції потоку інформації (встановлення режиму роботи, настроювання на розмір тощо).

Автоматами називають машини, що працюють без участі робітника протягом тривалого часу. В таких машинах механізовані як енергетичний, так і інформаційний потоки. Під час використання автоматів роль робітника зводиться до періодичного завантаження їх заготівками й активного спостереження за роботою. У найновіших автоматах механізоване й завантаження-розвантаження заготівок.

Напівавтоматами називають машини, що виконують технологічні операції в межах одного робочого циклу. Наприклад, одnobічний шипонарізний верстат, де робітник встановлює на візок заготівки й натискає кнопку. Далі всі операції: фіксування заготівок; переміщення візка; оброблення заготівок; повернення візка у вихідне положення; розтискання заготівок здійснюються автоматично. Для наступного циклу знову необхідно втручання робітника.

Сукупність декількох автоматів, встановлених у послідовності виконання технологічних операцій, що працюють в одному режимі без участі робітника, називають **автоматичною лінією**. Вона вимагає періодичного контролю, технічного догляду та налагодження обслуговуючим персоналом. Завантаження першої машини автоматичної лінії й знімання готової продукції здійснюється автоматично спеціальними пристроями.

Якщо операції завантаження-розвантажування або перебазування заготівок не механізовані, а виконуються робітником вручну, то таку лінію називають **напівавтоматичною**.

Вищим ступенем автоматизації є **комплекти устаткування**, що включають в себе автоматичні лінії для всього технологічного процесу. Такі комплекти автоматичних ліній випускають для спеціалізованих виробництв з усталеною продукцією на певну виробничу потужність цеху. Наприклад, комплект устаткування для виробництва вікон, дверей, деревостружкових

плит, сірників.

3.3. Класифікація за принципом роботи

Залежно від виду принципової схеми, деревообробні машини поділяють на три класи: циклові, прохідні, роторні (рис. 1.12).

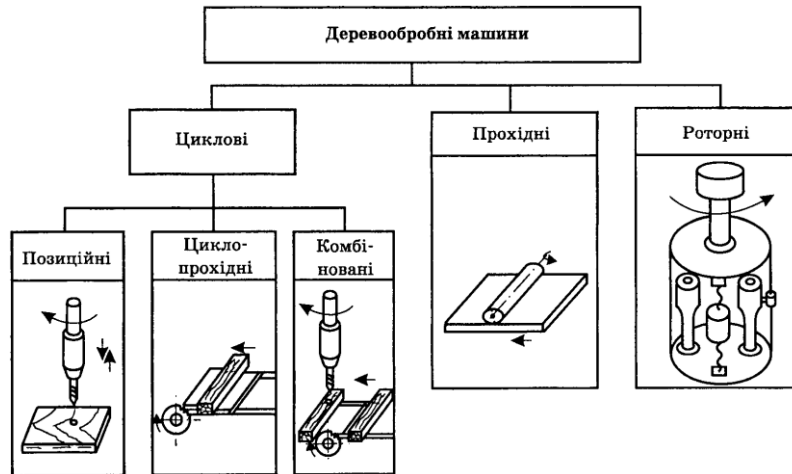


Рисунок 1.12. Класифікацій деревообробних машин за принципом роботи

До **циклових машин** відносять ті, що мають явно виражений цикл оброблення однієї заготовки або пачки заготовок. їх можна поділити на три різновиди:

- 1) **позиційні** – в яких заготовка закріплюється нерухомо і на неї подається інструмент, наприклад, у свердлильному верстаті;
- 2) **цикло-прохідні** – заготовку закріплюють на супорті (візку) і подають на інструмент (у торцювальному верстаті);
- 3) **комбіновані** – це багатоопераційні машини, в яких деякі операції виконуються під час переміщення заготовки і нерухомому інструменті, а в інших навпаки – заготовка зупиняється, й рух подачі здійснюється інструментом.

До **прохідних машин** належать такі, в яких заготовка не закріплюється біля інструменту, а обробляється в процесі переміщення. У такому випадку маємо об'єднання технологічної функції руху подачі й транспортної операції – переміщення заготовки через верстат.

Роторні машини – це багатоопераційні машини, в яких заготовки перебувають у безперервному транспортному русі за допомогою ротора, здійснюючи рух по колу.

Аналізуючи наведені принципові схеми, необхідно відзначити, що характерними є три схеми. **Прохідна схема** характерна для деревообробних верстатів, і зумовлено це тим, що у більшості випадків вимоги щодо точності оброблення невисокі, а головною вимогою є продуктивність, яку забезпечує ця схема. **Позиційна схема** забезпечує високу точність

оброблення, але в зв'язку з тим, що час оброблення заготовок не суміщений з часом допоміжних операцій, продуктивність значно зменшується. **Цикло-прохідна і комбінована** схеми об'єднують переваги перших двох, забезпечуючи високу продуктивність і точність оброблення, хоча будова машин ускладнюється, а їх вартість зростає. **Роторні машини** широко застосовуються в харчовій, поліграфічній, оборонній промисловостях з масовим виробництвом. У деревообробній промисловості роторні машини мають обмежене застосування. Їх використовують тільки для малогабаритних виробів і деталей. Спроби застосування машин роторного типу для столярно-будівельних виробів показали їх громіздкість і конструктивну складність.

3.4. Класифікація за точністю оброблення

Цю класифікацію використовують тільки для дереворізальних верстатів, які прийнято поділяти на чотири класи точності: особливо точні (прецизійні), підвищеної точності, середньої і низької точності.

Верстати особливої точності (О) призначені для виготовлення деталей приладів, музичних інструментів, забезпечують оброблення за 10–11-м квалітетом.

Верстати підвищеної точності (П) призначені для чистового оброблення поверхонь і глибинного оброблення деталей меблів, столярки, лиштви. Оброблення забезпечується за 12-13-м квалітетом. Сюди належать фугувальні, рейсмусові, шипонарізні та інші верстати.

Верстати середньої точності (С) забезпечують оброблення за 14–15-м квалітетом. Ці верстати призначені для розкроювання дощок, плит, виготовлення заготовок, профільованих виробів.

Верстати, що обробляють деталі за 16-м і нижче квалітетом, належать до **низької точності (Н)**. Сюди належать верстати для розкраювання колод, брусів, обрізування фанери, плит.

Відзначимо, що точність верстата в процесі його експлуатації змінюється в результаті спрацювання базових поверхонь, підшипників, напрямних тощо. Для підтримування точності необхідно систематично проводити перевірення верстатів на геометричну та технологічну точність, дотримуватись термінів технічного обслуговування і ремонтів за графіками, передбаченими системою технічного обслуговування і ремонтів, а також настановами, що подані в технічній документації заводів-виробників.

3.5. Класифікація за ступенем уніфікації

Під **ступенем уніфікації** розуміють використання у новій машині добре випробуваних деталей і вузлів існуючих машин. Повне запозичення вузлів називається **уніфікацією**. **Нормалізацією** називають використання у новій машині нормалізованих і купованих деталей.

За цією ознакою верстати поділяють на дві групи: верстати, що входять у гаму, та верстати оригінальної конструкції. **Гама** – це група

верстатів, що має широку уніфікацію вузлів.

Уніфікація є прогресивним методом конструювання машин. Проектується базова модель, на основі якої створюється гама машин: легких, середніх, важких, північного або тропічного виконання. Це дозволяє зменшити терміни проектування, підвищити якість машин і зменшити їх вартість.

3.6. Класифікація за кількісними характеристиками

Розрізняють кілька конструктивних ознак, за якими верстати поділяють на групи, наведені у табл. 2. Зміст перших чотирьох груп зрозумілий за назвами.

Таблиця 2. Класифікація верстатів за конструктивними ознаками

Кількісна характеристика	Класифікаційні групи
1. Кількість операцій	Одно-, багатоопераційні
2. Кількість деталей, що одночасно обробляються	Одно-, дво-, багатопредметні
3. Кількість боків, що обробляють	Одно-, дво-, три-, чотирибічні
4. Кількість шпинделів	Одно-, дво-, багатошпиндельні

3.7. Класифікація за видом компоновання

Компонованням машини називають принцип взаємного розміщення її вузлів. У машин з **горизонтальним компонованням** вузли або інструмент розміщені в горизонтальній площині, а у машин з **вертикальним компонованням** – у вертикальній. Крім горизонтального і вертикального компоновання, інколи використовують і **похиле компоновання**, в якому агрегати розміщують під кутом. Одні й ті самі машини за призначенням бувають як горизонтального, так і вертикального компоновання, наприклад, пилорами, свердлильні верстати, шпоностругальні тощо. Верстати горизонтального компоновання мають більшу вібростійкість, але займають більшу виробничу площу.

4. Напрямки розвитку деревообробного устаткування

Процес удосконалення деревообробних машин безперервний. Про основні напрями їх розвитку на майбутнє можна судити, аналізуючи сучасне устаткування, результати міжнародних виставок і ярмарків. До цих напрямів відносять:

— **розширення типів спеціалізованих машин** за видом виробництв, що дозволяє збільшити продуктивність, підвищити точність та сприяти автоматизації;

— **підвищення ступеня концентрації операцій** на одній машині або лінії. Це дозволяє зменшити затрати часу на допоміжні операції, виробничі площі; кількість перебазувань заготовок у процесі оброблення. У результаті концентрації операцій підвищується точність оброблення, зменшується собівартість продукції. Але концентрація операцій обумовлює складність

будови, що веде до зниження надійності та підвищення вартості машини;

— **розширення технологічної мобільності.** Ідея цього напряму має на меті продовжити терміни експлуатації машин у зв'язку з швидкими змінами в технології й попитом на ринку. Нові машини повинні мати “запас можливостей”, щоб їх можна було використовувати після запровадження нових видів продукції й матеріалів. Створюються комбіновані верстати, де є багато різних шпинделів, верстати з програмним керуванням, що дозволяє швидко їх переналагоджувати на нові види заготовок;

— **механізація і автоматизація** допоміжних рухів і керування. Сюди належать автоматизовані механізми завантаження й розвантаження, базування та переорієнтації деталей, настроювання й налагодження верстатів. Крім цього, починають широко випускати автономні живильники, укладачі, що можуть використовуватися для різних машин. У керуванні верстатами застосовуються досягнення електроніки й числове програмоване керування. Прогнозують широке впровадження роботів і маніпуляторів у деревооброблюванні;

- **зниження шуму**, що створюється машинами, досягається зменшенням розмірів і вдосконаленням конструкції інструменту. Особливу увагу надають балансуванню інструменту, підшипників, шпинделів. Широко використовують огороження робочих зон верстатів із застосуванням шумопоглинальних матеріалів;

- **спрощення кінематики** машин. Цей напрям сформувався ще у 60-ті роки ХХ ст. і залишається на майбутнє. Він реалізується за рахунок індивідуального приводу кожного механізму, кожного шпинделя. Використання нормалізованих агрегатів дозволяє прискорити терміни проектування машин і розширити номенклатуру типажів;

— **підвищення надійності** досягається за рахунок кращих конструктивних рішень, використання нових марок сталей, підвищення стійкості проти спрацювання окремих деталей. Проведення ресурсних випробувань верстатів заводами-виробниками стає основою підвищення надійності та довговічності верстатів;

— удосконалення технології деревообробного машинобудування дає змогу зменшити металоємність і вартість машин. Це досягається використанням нових марок сталей, полімерних матеріалів, нормалізацією й уніфікацією, агрегатуванням, а також упровадженням прогресивних машинобудівних технологій;

— покращення форми, дизайну й комфортності машин, їх патентна спроможність, новизна принципової схеми — **це ті показники, що характеризують сучасне деревообробне устаткування.**

У своєму розвитку деревообробні машини поділяють на чотири покоління.

До **першого покоління** — одноопераційні машини з ручною або

механізованою подачею заготовок.

До **другого покоління** належать багатоопераційні машини, автомати і лінії з ручним або механізованим керуванням.

До **третього покоління** відносять верстати-автомати, обробні центри й автоматичні лінії з програмним керуванням, які працюють за жорсткими програмами.

До **четвертого покоління** належать автомати, обробні центри й автоматичні лінії та роботизовані комплекси з адаптованим керуванням. Воно забезпечує реагування на зміну сировини, навколишнього середовища, самостійне внесення змін у програму й режими роботи машин.

Сьогодні основну масу деревообробного устаткування становлять машини другого покоління. Існує деяка кількість машин третього покоління. Машини четвертого покоління поки що не випускають, але вже є спроби створити штучний інтелект і використати його для робочих машин. Четверте покоління – це машини майбутнього.

Контрольні запитання. 1. Які деревообробні верстати першими були описані у давніх рукописах? 2. Наведіть відомості про розвиток та сучасний стан випуску деревообробного обладнання в Україні. 3. За якими ознаками класифікують деревообробне устаткування? 4. На які класи поділяють деревообробне обладнання за технологічним призначенням? 5. Яка різниця між прохідними, цикловими й роторними верстатами? Які вони мають переваги й недоліки? 6. На які класи поділяють дереворізальні верстати за точністю оброблення? 7. Що розуміють під “технологічною мобільністю верстата?” 8. Назвіть основні напрями розвитку деревообробного устаткування.

Лекція 2

ОСНОВИ ТЕОРІЇ РІЗАННЯ ДЕРЕВИНИ

1. Загальні відомості про механічне оброблення та елементарне різання. 2. Визначенні процесу різання. 3. Види різання. 4. Параметри різця. Сили різання. 5. Процеси різання деревини.

1. Загальні відомості про механічне оброблення та елементарне різання

1.1. Поняття про технологію деревини

Слово технологія складається з двох грецьких слів - techne і logos. Перше означає мистецтво, ремесло, оброблення; друге - вчення, виклад. Відповідно технологія - це вчення про мистецтво оброблення.

Таким чином загалом технологія означає або вчення про оброблення того чи іншого матеріалу, або всю сукупність процесів і технічних засобів,

що застосовуються під час виготовлення продукції. Ця сукупність об'єднує методи, способи, прийоми, обладнання, а також інструменти та пристрої, що використовуються для виготовлення тієї чи іншої продукції.

Оброблення деревини може бути без зміни й зі зміною її якості та властивостей. Залежно від цього технологія деревини поділяється на **два основні класи: хімічну технологію** - оброблення деревини, що супроводжується якісною зміною її речовини (отримання з деревини цукру, спирту, терпентини, штучного волокна і т.ін. і **механічну технологію** - оброблення деревини, під час якого змінюються форма та об'єм без зміни якості матеріалу (наприклад, поділ дерева на колоди, поділ колод на дошки тощо).

1.2. Види механічної технології деревини та деревних матеріалів

Механічна технологія може здійснюватись із руйнуванням та без руйнування зв'язків між частинами матеріалу, як показано на рис. 2.1.

Оброблення деревини без руйнування зв'язків між її частинами ґрунтується на пластичних властивостях, тобто здатності, не руйнуючись, зберігати надану їй деформацію після зняття дії зовнішніх сил (гнуття, пресування, тиснення).



Рисунок 2.1. Класифікація механічної технології деревини та деревних матеріалів

Гнуття – оброблення, під час якого змінюють форму попередньо зволоженої або пропареної заготівки. Для цього використовують спеціальні пристрої. Щоб надана конфігурація стала стійкою, то заготівку у зігнутому вигляді висушують. За допомогою гнуття виготовляють деталі меблів, лещата, ободи дерев'яних коліс, тенісні ракетки і т.ін.

Тиснення - оброблення, за допомогою якого наносяться рельєфні

відбитки на поверхні деревини та деревних матеріалів. Для цього використовують гарячі штампи, які одночасно із тисненням підігрівають матеріал і роблять його більш пластичним.

Пресування - оброблення, яке полягає у зближенні під тиском волокон і оболонок клітин деревини для надання їй більшої щільності, твердості та міцності. Пресуванням виготовляють деревинностружкові плити (ДСП), деревинноволокнисті плити (ДВП), столярні плити.

Оброблення з руйнуванням зв'язків між частинами матеріалу ґрунтується на такій властивості, як *подільність*. При цьому у разі повного відділення однієї частини матеріалу від іншої змінюються форма та об'єм матеріалу. Це відбувається під час подрібнення і розколювання деревини, різання деревини та деревних матеріалів.

Вся маса деревини здрибнюється у разі її розмелювання та дефібрування.

Подрібнення - перероблення різанням масивної деревини та кускових відходів на дрібні частинки, які використовуються у виробництві ДСП і ДВП, целюлозно-паперовому й хімічному виробництвах та як паливо в котельнях.

Розмелювання - це отримання деревного борошна зі стружки деревини через її подрібнення жорнами, рифленими вальцями або кульовими вібраційними млинами. Використовується борошно у виробництві вибухових речовин, як наповнювач у виробництві виробів з пластичних мас, лінолеуму і т.ін.

Дефібрування - стирання абразивними зернами з коротких чурбаків без кори волокон завдяки їх контакту із жорном, що обертається. Робоча поверхня жорна повинна бути паралельною до осі чурбака (рис. 2.2).

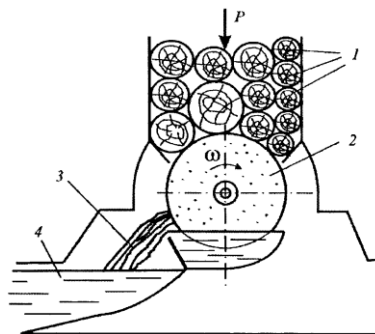


Рисунок 2.2. Схема дефібрування: 1 - деревина (чурбак); 2 - жорно; 3 - волокна з водою; 4 - вода

Абразивні зерна віддирають з чурбачків волокна, які змиваються з поверхні жорна водою та переміщаються у спеціальні резервуари. Потім деревна маса відділяється від води і подається для виготовлення паперу.

Розколювання - оброблення, під час якого деревина розривається уздовж волокон на об'ємно недеформовані частини. Це відбувається завдяки

проникненню в деревину під дією сили P колуна (рис. 2.3), в результаті чого перед колуном внаслідок дії бокових сил $P_{бок}$ утворюється випереджувальна тріщина. Довжина випереджувальної тріщини l менша за довжину заготовки L , яку потрібно розділити. Напрямок розповсюдження тріщини буде залежати від напрямку волокон деревини.

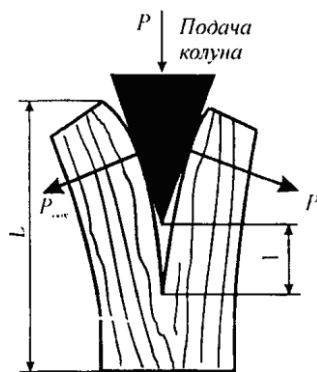


Рисунок 2.3. Схема розколювання

Розглянуті види механічного оброблення детально вивчаються у курсах спеціальних навчальних дисциплін. У підручнику розглядається основний вид оброблення із руйнуванням зв'язків між частинами матеріалу - **різання**.

2. Визначення процесу різання

Різнання – це процес взаємодії різця з деревиною, при якому відбувається механічне порушення зв'язку між частками деревини по заданому напрямку з утворенням стружки або без неї. Різнання є основним способом одержання деталей потрібних розмірів і форм. В процесі різання клиноподібний різець 4 (рис. 2.4) впливає на заготовку 1, перерізує волокна і, порушуючи зв'язок між ними, відокремлює від неї певну частину товщиною t . Шар деревини, що зрізується 3, називаний *стружкою*, завжди деформований. Різнання без утворення стружок здійснюється, наприклад, при розкрої матеріалу на гільйотинних ножицях або пресах для висічки бракованих місць зі шпону.

Ріжучою крайкою 5 різця є ребро клина, безпосередньо формуюча оброблювана поверхня 6, що називається *поверхнею різання*. Для здійснення процесу різання необхідні робочі рухи.

Головний рух різання D_r – рух різця або заготовки, що забезпечує видалення одного зрізаного шару, що відбувається з найбільшою швидкістю в процесі різання.

Рух подачі D_s – рух різця або заготовки, в результаті якого відбувається послідовне зрізання декількох стружок. Швидкість руху подачі менше швидкості головного руху різання і буває безперервною або переривчастою. Переривчастий рух подачі може відбуватися в перервах процесу різання.

Результуючий рух різання D_e – сумарний рух різального інструменту щодо заготовки, що включає головний рух різання D_r і рух подачі D_s .

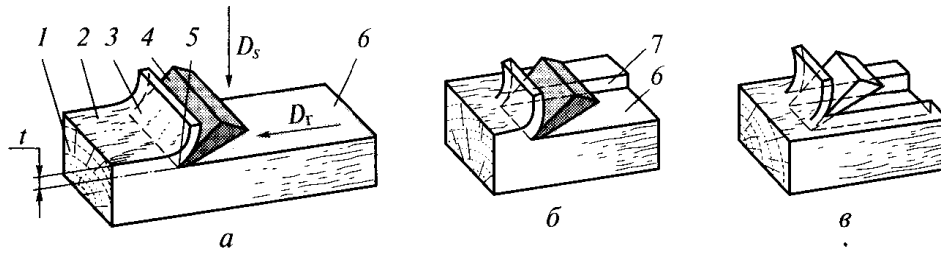


Рисунок 2.4. Схеми різання: а – відкрите; б – напівзакрите; в – закрите; 1 – заготовка; 2 – оброблювана поверхня; 3 – стружка; 4 – різець; 5 – ріжуча крайка; 6 – поверхня різання; 7 – бічна поверхня різання

При формуванні поверхні однією головною ріжучою крайкою, довжина якої більше ширини деталі, спостерігається *відкрите різання* (рис. 2.4, а). Якщо головні і допоміжна (бічна) ріжучі крайки одночасно формують дві поверхні, різання називають *напівзакритим* (рис. 2.4, б). В цьому випадку загальна поверхня обробки виходить профільною і складається з основної поверхні 6 і бічної поверхні різання 7.

Закрите різання виконується при одночасній участі трьох ріжучих крайок, які відповідно формують дно і дві бічні стінки паза (рис. 2.4, в).

Особливе місце в розробці теорії різання займають роботи Залишити Kivimaa Eero, Koch P., Mc Kenzie W.M., Wilson T.R.C. Теорія різання складається з механіко-математичного, фізичного та фізико-технічного напрямів.

Важливим завданням, яке стоїть перед наукою про різання, є формування загальної аналітичної теорії різання та проведення необхідних експериментальних досліджень.

Як бачимо, різання є складним фізичним явищем. У спрощеному вигляді це формоутворення матеріалу за допомогою робочого знаряддя. Виходячи із визначення процесу різання можна вирізнити об'єкт оброблення (заготовка), знаряддя праці (інструмент) та результат праці (виріб). Для оброблення заготовки інструмент або заготовка повинні здійснювати певні рухи, внаслідок чого забезпечується отримання потрібних виробів.

Отже, щоб керувати різанням, необхідно досконало знати фізико-механічні властивості матеріалу заготовки, характеристики робочого знаряддя та закони їх взаємодії.

2.2. Деревина і деревні матеріали як об'єкти оброблення різанням

2.2.1. Вплив будови деревини на оброблення різанням

Як було зазначено вище, щоб відділити певну частину заготовки, треба зруйнувати її матеріал в площині поділу. При поділі деревини, яка характеризується анізотропією (неоднорідністю) властивостей у різних

напрямах відносно волокон, необхідно враховувати особливості її будови. Стовбур деревної сировини (рис. 2.5) має такі основні поверхні та частини.

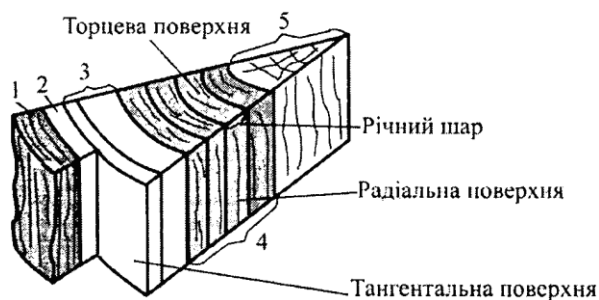


Рисунок. 2.5. Основні поверхні та елементи стовбура: 1 - відмерла кора; 2 - внутрішня частина кори; 3 - заболонь; 4 - ядро; 5 – серцевина

Торцеву поверхню отримують, перерізуючи деревину під прямим кутом до волокон. Вона плоска і утворюється на кінцях кожної колоди під час її вирізання зі стовбура деревини. **Тангентальну поверхню** отримують, відокремлюючи зі стовбура кору (корування) або злущуючи шпон. Ця поверхня має криволінійну форму та перпендикулярна до торцевої поверхні. **Радіальна поверхня** проходить через радіус колоди та паралельна до волокон. Ця поверхня плоска й перпендикулярна до торцевої поверхні.

Усі породи деревини можна розділити на дві групи: *м'які* та *тверді*.

До м'якої деревини належать шпилькові та листяні породи: сосна, ялина, ялиця, модрина, кедр, осика, липа, вільха.

До твердої деревини належать листяні породи: дуб, граб, бук, береза, клен, ясен, берест.

Будова деревини кожної з цих груп різна. Деревина шпилькових порід має доволі однорідну будову. Вона складається, головним чином, з подовговатих елементів (трахеїд, що забезпечують міцність і проводять воду) і горизонтальних радіальних елементів (серцевинних променів, що служать для переміщення живильних речовин в горизонтальному напрямку та їх зберігання).

Шпилькові породи мають також поздовжні та радіальні канали (смоляні ходи), які окільцьовані паренхімними клітинами.

Будова деревини листяних порід складніша. Листяним породам властива наявність судин - трубкоподібних елементів, якими переміщується вода в стовбурі. На торцевій поверхні вони мають вигляд отворів. Механічна міцність деревини забезпечується, зазвичай, поздовжніми елементами - волокнами лібриформу, хоча її також забезпечують усі здерев'янілі клітини.

Під час оброблення різанням різноманітність властивостей більшості порід деревини між річними шарами та в межах одного шару впливає на силу різання і якість обробленої поверхні.

Ширина та щільність річних шарів суттєво відрізняються у різних

порід деревини, в межах кожної породи та окремих дерев на різній висоті стовбура. Ширина річного шару може бути від 0,8 до 25 мм.

У порід з явно вираженими річними шарами рання деревина за своїми фізичними властивостями різко відрізняється від пізньої. Вона менш міцна, м'якша та легша і, крім того, менше всихає, ніж більш щільна пізня деревина. З точки зору оброблення різанням найістотніше різняться стан заболоні та ядра свіжозрубаної деревини вмістом вологи. У шпилькових порід вологість заболоні може досягати 200 %.

Наявність у деревині смоляних каналів мало впливає на оброблюваність її різанням, за винятком випадків, коли смола, яка є в каналах, сприяє налипанню маленьких пучків трахеїд до різальної кромки леза інструмента. Під час оброблення деревини ці пучки можуть бути вдавнені різальною кромкою леза у вже оброблену поверхню заготівки.

Для оброблення деревини різанням важливим є розмір судин, який у великому діапазоні змінюється у різних порід: в межах однієї породи та в окремих річних шарах стовбурів дерев.

Механічні властивості деревини залежать від фактора часу. Деревина - це в'язкопружний, а не пружний матеріал. Більшість первинних верстатних операцій з оброблення деревини різанням виконуються на деревині, вологість якої дорівнює або є вищою від точки насичення клітинних оболонок (межі гігроскопічності). До таких операцій належать звалювання та розкряжовування деревини, корування колод, первинне розпилювання на лісопильних рамах та інших верстатах, механічне дефібрування, стругання шпону, подрібнення на технологічну тріску та стружку для виробництва деревинностружкових плит. Під час зрізання шару деревини на цих операціях волога легко відводиться лезом інструмента.

Взимку вільна вода в клітинах замерзає, що відчутно позначається на енергетиці різання та якості оброблення, збільшуючи потужність різання та шорсткість обробленої поверхні.

Виділення з деревини води не змінює механічних властивостей деревної речовини, але впливає на її опір різанню.

Під час різання активна частина робочого інструмента (лезо) контактує з деревиною. Фізичний стан поверхонь, що контактують, впливає на зношення леза та його затуплення. Під час контакту поверхонь утворюється електричне поле, яке характеризується контактною напругою, що досягає декількох вольт. На поверхнях ковзання в умовах подвійного електричного поля механічна енергія перетворюється в інші види (переважно теплову), що прискорює зношення робочих поверхонь леза внаслідок відпуску металу.

2.2.2. Особливості оброблення різанням деревних матеріалів

Будова та властивості деревного матеріалу залежать від породи деревини, його складових частин, їх взаємного розміщення й природи

зв'язків між частинами.

У всіх деревних матеріалах основною частиною, що становить масу матеріалу, є деревина. Розміри, форма та стан деревних частинок значно відрізняються. Наприклад, у деревних шарових пластиків деревні частинки - це листи шпону, однакові або співмірні з розмірами пластика. Взаємне розташування листів шпону визначають під час складання пакетів деревних шарових пластиків індивідуально (вручну або за допомогою механізмів). Складені пакети просочують смолами та пресують.

Деревинностружкові плити складаються з деревних частинок та клею і виготовляються також способом гарячого пресування під заданим тиском та при заданій температурі. Деревні частинки (стружка) під час формування стружкового килиму своїми плоскими поверхнями розміщуються перпендикулярно до напрямку тиску під час пресування. Така орієнтація частинок забезпечує шаруватість плит. Отже, плита характеризується наявністю шарів стружки та зв'язувального матеріалу. Відповідно, під час механічного оброблення плит у різних напрямках будуть різні умови різання. Під час роботи різального інструмента на інтенсивність зношення його леза впливають кількість зв'язувального матеріалу та об'ємна вага плит, яка змінюється від 200 до 1000 кг/м³. Полімеризоване зв'язувальне - це речовина високої твердості, яка під час оброблення різанням діє на лезо як абразив, що й спричиняє більш інтенсивне його зношення.

Деревинноволокнисті плити складаються з волокон деревини та зв'язувального матеріалу. Плити бувають середньої та високої густини.

3. Види різання

По положенню обробленої поверхні щодо волокон деревини розрізняють три головних види різання: вздовж волокон, в торець і поперек волокон.

При **різанні вздовж волокон** (рис. 2.6, а) оброблена поверхня є напрямком результуючого руху різання паралельні волокнам деревини. Кут між напрямком різання D_e і напрямком волокон W деревини в контурі заготовки називають *кутом зустрічі* ψ_v . Для різання вздовж волокон $\psi_v = 0^\circ$. При такому різанні стружка утвориться у вигляді безперервної стрічки, так званої зливальної стружки іноді з повторюваними по довжині надламами. Зі збільшенням товщини шару, що зрізається, довжина окремих елементів збільшується, і зливальна стружка переходить в багатокутну стружку. При великій довжині елементів виникає випереджальну ріжучу крайку тріщина, а на обробленій поверхні утворюються вириви й інші нерівності руйнування. Для попередження утворення тріщин і нерівностей конструкціями верстатів передбачена можливість установки перед різцем спеціальних підпірних і притискних елементів.

При **різанні в торець** (рис. 2.6, б) оброблена поверхня і напрямок

різання перпендикулярні волокнам деревини. Кут зустрічі з волокнами $\psi_b = 90^\circ$. Опір деревини при різанні в торець більше, ніж вздовж волокон. Тому за інших рівних умов для різання в торець потрібно більше енергії. Стружка при цьому різанні виходить у вигляді окремих елементів, які утворюються внаслідок сколювання по волокнах деревини. Особливо несприятливе різання на заключному етапі при виході різця з деревини. Внаслідок слабкої опірності деревини руйнуванню поперек волокон на деталі утвориться кінцевий відкол (відщеп) від дії сил різання. Для запобігання сколів потрібен спеціальний притиск-підпір.

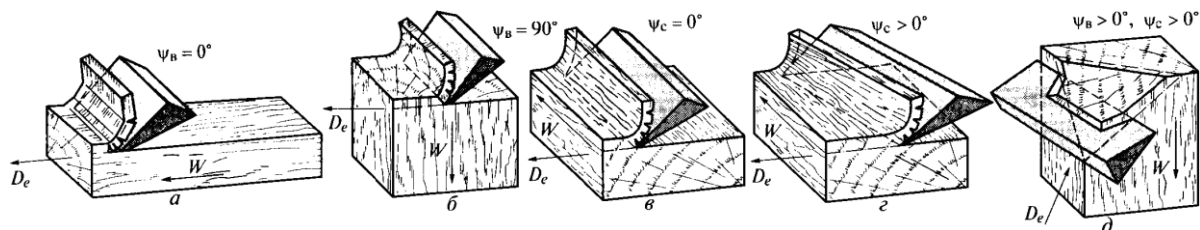


Рисунок 2.6. Види різання: а – вздовж волокон; б – в торець; в – поперек волокон; г – поперечно-поздовжнє з кутом скосу; д – поздовжньо-торцюво-поперечне

Різання поперек волокон (рис. 2.6, в) відбувається при такому русі різця, коли оброблена поверхня паралельна волокнам деревини, а результуючий рух різання D_e , перпендикулярний їм. Кут між ріжучою крайкою і волокнами при такому положенні різця називають *кутом скосу*, $\psi_c = 0^\circ$. Цей вид різання використовують при одержанні шпону з чурака шляхом його розлушування. Внаслідок найменшої опірності руйнуванню деревини поперек волокон витрати енергії на різання мінімальні. Однак при значній товщині зрізаємого шару, відбувається сколювання, і утворюються окремі слабо зв'язані між собою елементи стружки. Поява так званої стружки відриву говорить про те, що сколювання елементів відбувається нижче поверхні різання, в результаті чого на обробленій поверхні виникають нерівності.

При обробці деревини бувають випадки складного різання: поздовжньо-торцеве, поперечно-торцеве, поперечно-поздовжнє, поздовжньо-торцюво-поперечне. Поперечно-поздовжнє різання з кутом скосу ріжучої крайки $\psi_c > 0^\circ$ до волокон W показане на рис. 2.6, г, поздовжньо-торцюво-поперечне при $\psi_b > 0^\circ$ і $\psi_c > 0^\circ$ – на рис. 2.6, д. В цих випадках кут зустрічі з волокнами ψ_b і кут скосу ріжучої крайки до волокон ψ_c істотно впливають на якість і енергетичні витрати в процесі обробки, тому їх варто враховувати при налагодженні верстата.

4. Параметри різця. Сили різання

Параметри різця. Сукупність параметрів, що характеризують розміри і форму окремих елементів різця, називається геометрією різця.

Найпростіший різець (рис. 2.7, а) являє собою клин з плоскими гранями, кутові параметри якого постійні по всій ширині. Частина різця, що служить для проникнення в матеріал заготовки і відділення шару матеріалу, називається *лезом*.

Передня поверхня різця A_γ – це поверхня, по якій при різанні сходять стружка. Поверхня різця, що контактує в процесі різання з поверхнями оброблюваної заготовки, називається *задньою поверхнею різця A_α* .

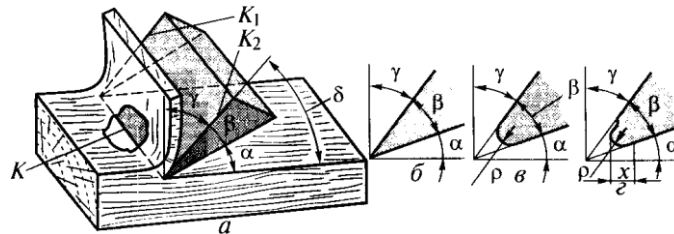


Рисунок 2.7. Елементи різця: а – поверхні і кути; б – вид дуже гострого різця; в, г – форми затуплених різців

Перетин K передньої і задньої поверхонь різця, називається *головною ріжучою крайкою*. Бічні поверхні різця для закритого різання утворюють відповідно ліву K_2 і праву K_1 *допоміжні бічні ріжучі крайки*. В дуже гострого різця (рис. 2.7, б) ріжуча крайка являє собою лінію перетину граней різця. Однак навіть після ретельного заточення перехід від передньої до задньої грані відбувається по криволінійній поверхні. Реальне лезо має задирки, і мікрозападини, що добре розрізняють при розгляді під мікроскопом.

Ступінь затуплення леза характеризують дугою окружності, вписаною в криву переходу від передньої до задньої поверхні леза (рис. 2.7, в). Радіус ρ цієї окружності називають радіусом округлення леза. Для гострого різця $\rho = 5 \dots 7$ мкм. При величині $\rho = 30$ мкм і більше різець вважається затупленим і непридатним для різання деревини.

Затуплення різця може характеризуватися також *шириною фаски x* (рис. 2.7, г) по задній поверхні леза. Такий вид затуплення буває при обробці шаруватої клеєної деревини і деревних плит.

Кут в січній площині між передньою і задньою поверхнями леза називають *кутом загострення β* . Положення різця щодо оброблюваної деталі характеризується наступними кутами. *Передній кут γ* – кут в січній площині, між передньою поверхнею леза і площиною, перпендикулярною напрямку швидкості результуючого руху різання. *Задній кут α* – кут в січній площині між площиною різання і задньою поверхнею леза. *Кут різання δ* – кут між площиною різання і передньою поверхнею леза, рівний $\delta = \alpha + \beta$, а сума кутів задовольняє умові $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$. В ряді випадків кут різання δ перевищує 90° , тоді передній кут γ вважається негативним і записується зі знаком мінус.

Вибір числових значень кутів різання має велике практичне значення, тому що вони визначають якість обробки і стійкість (час роботи) різального інструменту до затуплення. Кутові параметри різця повинні відповідати виду різання деревини: при різанні вздовж волокон передній кут γ повинен бути менше, ніж при різанні в торець, але більше, ніж при обробці поперек волокон.

Сили різання. При русі різця зі швидкістю v_e на ділянках контакту леза з оброблюваним матеріалом виникає силова взаємодія, що характеризується силами різання. Розподіл навантаження на деревину в зоні різання показано на рис. 2.8 епюрою 1 тиску. Для аналізу і розрахунку процесу різання реальну епюру тиску заміняють еквівалентною по своїй дії зосередженою сумарною (результуючою) силою різання F . Величину і напрямок дії результуючої сили різання F можна замінити двома силами: *головною складовою (дотичною) силою різання F_x* , що збігається по напрямку зі швидкістю v_e результуючого руху різання, і перпендикулярною їй *нормальною складовою силою F_z* .

При зрізі тонких стружок затупленим різцем нормальна сила різання F_z спрямована від різця вниз і віджимає заготовку. В цьому випадку її називають *силою відтиску* ($F_z > 0$). При зрізі товстих стружок гострим різцем нормальна сила різання діє від різця на стружку вгору і сприяє збільшенню товщини зрізаємого шару. В цьому випадку її називають *силою затягування* ($F_z < 0$, на рис. 1.4 показана пунктиром).

Нормальну силу різання F_z в розрахунках по різанню визначають через дотичну силу F_x , вводячи перехідний множник m : $F_z = mF_x$. Величину m знаходять по довідкових таблицях залежно від радіуса округлення ріжучої крайки і товщини зрізаємого шару (стружки).

Зазвичай в розрахунках режимів різання обчислюють *одиничну дотичну силу F_{x1} (Н/мм)*, тобто силу різання, що доводиться на одиницю ширини зрізаємого шару. При цьому вважається, що дотична сила різання F_x у всіх випадках пропорційна ширині зрізаємого шару b , мм: $F_x = F_{x1}b$.

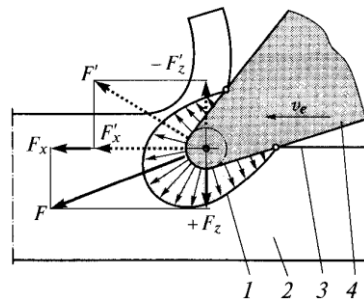


Рисунок 2.8. Сили, що діють від різця на заготовку: 1 – епюра тиску; 2 – заготовка; 3 – оброблена поверхня; 4 – різець

4.2. Основи теорії різання деревини та деревних матеріалів

4.2.1. Загальні відомості про різання

Як зазначалося вище, різання - це оброблення матеріалу за допомогою робочих знарядь. Під час різання ми маємо справу із заготовкою та робочим знаряддям, користуючись яким отримуємо предмет праці (деталь).

На схемі (рис. 2.9) показана взаємодія леза (робочого знаряддя) із заготовкою під час різання. Використовуючи схему, можна сформулювати загальні поняття та визначення, що стосуються процесу різання. Вони відповідають термінам та визначенням загальних понять оброблення різанням, які регламентуються ДСТУ 2249-93.

Заготовка - предмет праці, форма, розміри та шорсткість поверхні якого змінюються в процесі оброблення.

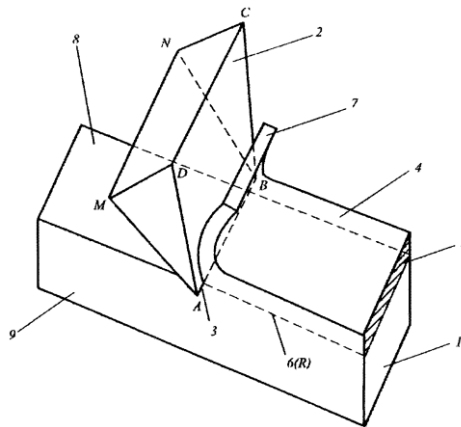


Рисунок 2.9. Схема взаємодії леза з заготовкою: 1 - заготовка; 2 - лезо; 3 - різальна кромка; 4 - поверхня, що обробляється; 5 - припуск; 6 - поверхня різання; 7 - стружка; 8 - оброблена поверхня; 9 - оброблена деталь

Робоче знаряддя (різальний інструмент) - знаряддя, що безпосередньо змінює форму заготовки під час різання. Складається з леза, тіла та приєднувального елемента.

Лезо - клиновидна частина різального інструмента, що взаємодіє із заготовкою під час різання.

Різальна кромка - ребро леза, що безпосередньо формує деталь.

Поверхня, що обробляється, - поверхня заготовки, що змінюється під час різання.

Припуск - частина матеріалу, що має бути знята із поверхні заготовки під час різання упродовж даної операції.

Поверхня різання R - поверхня заготовки, яка безпосередньо контактує з різальною кромкою леза.

Шар, що знімається, - частина припуску 5, що лежить між двома суміжними поверхнями різання.

Стружка - шар, знятий із заготовки лезом, який отримав об'ємну

деформацію (зміну форми та розмірів).

Оброблена поверхня - поверхня обробленої деталі, що утворилась в результаті різання.

Деталь - предмет праці, отриманий внаслідок оброблення різанням.

У найпростішому випадку припуск 5 збігається з шаром, що зрізується, а поверхня різання 6 - з обробленою поверхнею 8 деталі. На практиці, зазвичай, припуск більший від гранично допустимого шару, який може зняти лезо. Тому припуск знімається пошарово за декілька разів. Для цього різання необхідно організувати певним чином.

5. Процеси різання деревини

Різання використовують для розкрою і механічної обробки деревини і деревних матеріалів. Розкрій деревини містить в собі розподіл колод або бруса на пиломатеріали, заготовки або деталі необхідних розмірів і форми. В результаті розкрою і механічної обробки одержують вироби або їх елементи заданих розмірів і форм без зміни хімічного складу.

Процеси різання деревини - пиляння, фрезерування, свердління, довбання, точіння, стругання, шліфування і т.п. - характеризуються кінематикою, тобто рухом заготовки щодо різального інструменту (рис. 2.10).

Пиляння – процес закритого різання деревини пилками для одержання заготовок і деталей заданих розмірів і форм. Пиляння здійснюють звичайною або обертовою круглою пилкою, або стрічковою пилкою, що рухається.

При пилянні *круглою пилкою* головний рух різання D_r – обертальний, і зуби рухаються по круговій траєкторії зі швидкістю v , а рух подачі D_s зі швидкістю v_s робить або заготовка, або супорт з пилкою (рис. 2.10, а). При пилянні *стрічковою пилкою* (рис. 2.10, б) зуби в зоні різання роблять прямолінійний безперервний головний рух різання D_r зі швидкістю v , а заготовка поступально переміщається в напрямку подачі зі швидкістю перпендикулярно головному руху.

Фрезерування – процес різання деревини обертовою фрезою при русі подачі D_s заготовки перпендикулярно осі обертання фрези. Мета фрезерування – одержання деталей заданих розмірів і форм і забезпечення чистоти оброблених поверхонь (рис. 2.10, в). При фрезеруванні різці фрези роблять головний рух різання D_r по круговій траєкторії, а прямолінійний поступальний рух подачі D_s може робити або заготовка, або інструмент. В результаті додавання обертального і поступального рухів різець в деревині рухається по траєкторії циклоїди.

Залежно від положення ріжучої крайки фрези щодо осі її обертання розрізняють циліндричне, конічне, торцеве, торцьово-конічне, профільне і пазове фрезерування.

При *циліндричному фрезеруванні* прямолінійні ріжучі крайки різця

паралельні осі обертання фрези, при *конічному фрезеруванні* – нахилена до осі, а при *торцевому фрезеруванні* – перпендикулярні до неї.

При *профільному фрезеруванні* одержують заданий профіль поперечного перерізу оброблюваної деталі інструментом, в якого різці мають криволінійні ріжучі крайки і розташовані на різних радіусах різання.

Пазове фрезерування (рис. 2.10, *з*) – процес закритого різання кінцевими фрезами для одержання в заготовках гнізд і пазів. Відмінна риса цього виду фрезерування – наявність двох поступальних рухів подачі заготовки: осьового D_{S1} , і бічного D_{S2} . Результуючий рух різання D_e в цьому випадку дорівнює геометричній сумі головного руху різання D_f і двох рухів подачі D_{S1} і D_{S2} .

Свердління – процес закритого різання деревини свердлом для одержання наскрізних або нескрізних отворів в деталях (рис. 2.10, *д*). Свердло звичайно робить головний обертовий рух різання D_f , а рух подачі D_s у напрямку осі обертання може виконуватися або свердлом, або заготовкою.

Довбання – процес утворення прямокутних гнізд фрезерним ланцюжком або спеціальною гніздовою фрезою (довбяком). Довбання *фрезерним ланцюжком* аналогічно закритому фрезеруванню циліндричною пазовою фрезою. Довбання *гніздовою фрезою* здійснюють головним рухом різання D_f різців довбняка по замкнутій еліптичній кривій зі змінною швидкістю різання v , а рух подачі D_s – поступальним рухом з постійною швидкістю подачі v_s .

Точіння – процес різання деревини, при якому заготовка робить головний обертовий рух різання D_f , а рух подачі D_s забезпечується супортом з різцем. Залежно від напрямку руху подачі різця буває точіння поздовжнє, радіальне або складне.

При поздовжньому точінні різець переміщається зі швидкістю v_s паралельно осі обертання заготовки (рис. 2.10, *е*). Результуючий рух різання при поздовжньому точінні являє собою гвинтову лінію.

Радіальне точіння виконується при подачі різця по радіусі окружності обертання. Таке точіння використовують при обробці торця обертової деталі. Результуючий рух різання при радіальному точінні – спіраль Архімеда.

Складне точіння з подачею різця одночасно вздовж і поперек осі обертання заготовки застосовують для одержання складних профілів деталей обертання.

Стругання – процес різання деревини ножем, коли головний рух різання D_f (рис. 2.10, *ж*) і рух подачі D_s поступальні, прямолінійні і здійснюються поперемінно. Стругання застосовують для одержання струганого шпону.

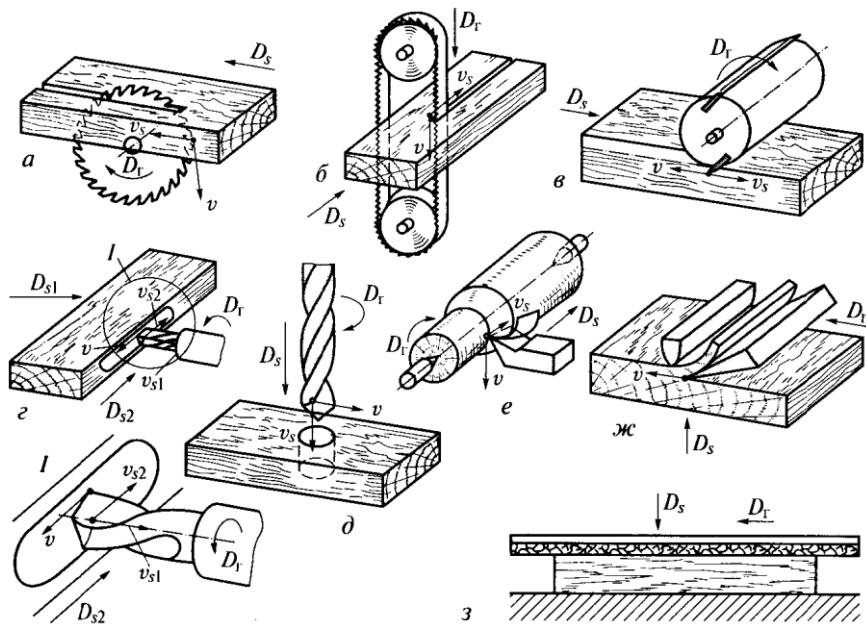


Рисунок 2.10. Процеси різання деревини: *a* – пиляння круглою пилкою; *б* – пиляння стрічковою пилкою; *в* – фрезерування; *г* – пазове фрезерування кінцевою фрезою; *д* – свердління; *е* – точіння; *ж* – стругання; *з* – шліфування

Шліфування – процес обробки поверхні деревини абразивними інструментами (шліфувальною шкіркою або абразивними колами) для досягнення заданої шорсткості або точності розміру деталі. Різцями при шліфуванні є зерна твердих абразивних матеріалів, які приклеєні до паперової або тканинної основи (рис. 2.10, *з*). Абразивні зерна зрізують стружки дуже малої товщини, тому за допомогою шліфування одержують дуже гладку поверхню. Головний рух різання D_r при шліфуванні повідомляють звичайно абразивному інструменту по круговій або прямолінійній траєкторії, а поступальний рух подачі D_s – заготовки або супорту зі шліфувальним інструментом.

Явища під час різання

Дані сучасної науки показують, що різання деревини та деревних матеріалів - складний процес, під час якого відбуваються механічні, фізичні та хімічні явища.

Механічні явища - це деформація лезом оброблюваного матеріалу з виникненням у ньому напруженого стану та сил тертя між матеріалом і лезом. Лезо, що рухається в деревині та утворює в ній нові поверхні, діє на її мікроструктурні елементи. При стиску, розтягу й зсуві деревини об'єм деревної речовини (клітин) практично не змінюється, але змінюється їх форма та внутрішній об'єм, внаслідок чого вони деформуються.

Фізичні явища - це явища, пов'язані з дією тепла та статичної електрики.

Різання - типовий дисипативний (пов'язаний з втратою енергії) процес. Енергія, що витрачається на різання, перетворюється в інші її види, передусім теплову.

На відміну від металів, деревина та деревні матеріали мають низьку теплопровідність, що унеможливорює інтенсивне відведення тепла із зони різання стружкою. Тому велика кількість тепла концентрується в лезі. Температура часом сягає 200...800°C. Тепло може бути відведено лише лезом. Тому під час конструювання інструмента, вибираючи матеріал і геометрію леза, необхідно враховувати те, що тепло треба відводити із зони різання. Водночас, тепловий вплив на процес різання досліджено недостатньо.

Хімічні явища - це хімічні реакції, що відбуваються на робочих поверхнях дереворізального інструмента під час різання. Відомо, що швидкість корозії металу під дією кислот різко зростає зі збільшенням швидкості поновлення розчину. Настає такий момент, коли концентрація розчину втрачає своє значення і розчини слабкої концентрації за дією стають рівнозначними розчинам сильної концентрації. Це актуально для процесу різання деревини, оскільки у її складі є слабкі (оцтова, мурашина) кислоти, а швидкість оброблення різанням (поновлення розчину) є досить великою. Отже, при великих швидкостях різання слабкі кислоти будуть діяти як концентровані, зумовлюючи виникнення на робочих поверхнях інструмента оксидних плівок. Ці плівки будуть миттєво стиратись деревиною, і поверхня інструмента ставатиме чистою. Очищена поверхня знову покриватиметься оксидною плівкою, й процес повторюватиметься до закінчення різання. Велика частота вказаних циклів призводить до хімічного (оксидного) зношення матеріалу.

Знаючи явища, що супроводжують процес різання, основні засади організації процесу різання, особливості взаємодії леза інструмента та заготовки, основні закономірності елементарного різання, можна перейти до вивчення складних (верстатних) процесів різання.

Контрольні запитання. 1. Охарактеризуйте технологію деревини. 2. В чому різниця між хімічною та механічною технологією деревини? 3. Наведіть і охарактеризуйте загальну класифікацію механічної технології деревини та деревних матеріалів. 4. Охарактеризуйте гнуття, тиснення та пресування. На яких властивостях деревини вони базуються? 5. Охарактеризуйте подрібнення, розмелювання та дефібрування. 6. В чому полягає особливість розколювання? 7. Дайте визначення різання. 8. Які напрями теорії різання Вам відомі? Охарактеризуйте їх. 9. Назвіть основні поверхні та елементи стовбура деревини. 10. Охарактеризуйте механічні явища процесу різання. 11. В чому полягає суть хімічних явищ? 12. Які фізичні явища мають відбуватися під час різання?

Лекція 3

ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ

1. Основні поняття, використовувані в технологічному процесі деревообробки. 2. Допуски і посадки. 3. Точність обробки деталей. 4. Шорсткість поверхні. 5. Контрольно-вимірювальні інструменти. 6. Точність і налагодження верстатів.

1. Основні поняття, використовувані в технологічному процесі деревообробки

Сукупність технологічних прийомів і методів для перетворення вихідної сировини в готовий виріб називається **технологічним процесом**. Елементарна частина технологічного процесу, виконувана на одному верстаті або робочому місці, називається *технологічною операцією*. Наприклад, за допомогою такої технологічної операції, як видалення припуску матеріалу при механічній обробці одержують заданий розмір деталі. Величину припуску нормують і призначають за стандартом «Деталі з деревини і деревних матеріалів. Припуски на механічну обробку».

Операція – це елементарна частина технологічного процесу, виконувана на одному верстаті або на одному робочому місці. На окремих лініях і верстатах можна виконувати кілька операцій. При обробці на верстатах зустрічаються наступні елементи виконуваної операції: перехід, прохід, установка й позиція.

Перехід – прийом роботи, коли обробка поверхні здійснюється одним або декількома одночасно працюючими інструментами при незмінному режимі роботи верстата.

Прохід – прийом роботи, зв'язаний зі зняттям одного шару деревини при незмінності інструмента, поверхні обробки і режиму обробки.

Установка – прийом роботи, виконуваний з метою надання заготівці заданого положення і закріплення її у верстаті.

Позиція – це кожне з окремих положень деталі щодо верстата і різального інструменту.

Технологічний процес обробки деревини на деревообробних верстатах включає: розкрій на чорнові заготівки, механічну обробку чорнових і чистових заготовок, склеювання, зборку і обробку готового виробу.

У сучасному деревообробному виробництві висувають високі вимоги до точності виготовлення деталей, які повинні бути взаємозамінні.

Взаємозамінність – це властивість оброблених деталей забезпечувати можливість їх зборки без ручних підгінних робіт за умови, що якість сполучення в процесі їх експлуатації буде відповідати заданим нормам. Взаємозамінність може бути досягнута тільки при строгому дотриманні *допусків і посадок*, встановлених стандартами.

При сполученні двох деталей, що входять одна в іншу, розрізняють зовнішню що охоплює і внутрішню охоплювану поверхні. Поверхню, що охоплює, *називають* отвором (гніздом або вушком) , а охоплювану - валом (шипом) (рис. 3.1). **Розміром** називається числове значення лінійної величини (діаметр, довжина і т.д.) в обраних одиницях виміру, звичайно в мм. *Дійсним розміром* називається розмір, встановлений виміром з допустимою погрішністю.

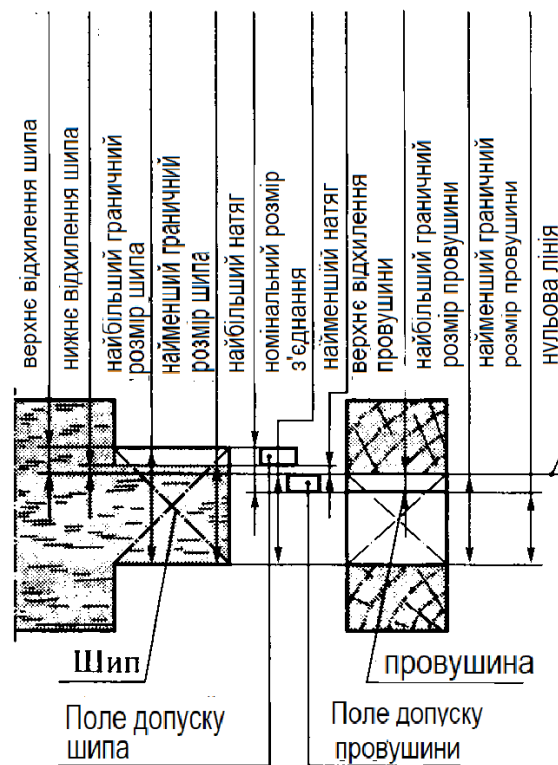


Рисунок 3.1. Схема полів допусків деталей, що сполучають, при посадці з натягом

Граничні розміри – це два гранично допустимих розміри, між якими повинен перебувати дійсний розмір. *Номінальний розмір* служить початком відліку відхилень (нульова лінія на рис. 3.1). Цей розмір встановлює конструктор виробу розрахунком на міцність або на основі експлуатаційних, естетичних, конструкторських норм і інших міркувань.

При рухомому з'єднанні деталей виробу необхідний зазор.

Зазором називається різниця між діаметром отвору і вала, коли діаметр отвору перевищує діаметр вала. Сполучення деталей з зазором застосовують при установці висувних ящиків у столах або шафах, стулок у віконних блоках і т.п.

При нерухомому з'єднанні між деталями виробу повинен бути *натяг*. *Натягом* називається різниця між діаметром вала і отвору, коли діаметр

вала перевищує діаметр отвору (до зборки). Натяг використовують в шипових з'єднаннях при зборці рамок, установці шкантів, запресовуванню пробок і т.д.

Розкрій деревних матеріалів (пиломатеріалів, фанери, деревинностружкових і деревинноволокнистих плит) на чорнові заготовки роблять на круглопилкових, стрічково-пильних і форматних верстатах. Розрізняють поперечний розкрій пиломатеріалів для надання заготовкам розмірів по довжині (попередня торцівка), поздовжній розкрій пиломатеріалів на заготовки і форматну обробку (розкрій) плит. Верстати при розкрою налаштовують так, щоб розміри чорнової заготовки виходили більше розмірів деталі на величину припуску. Припуск на обробку складається з операційних припусків, які будуть надалі вилучені при перетворенні заготовки в готову деталь.

Встановити правильну величину припуску на обробку - відповідальне завдання. Призначення надмірно великих припусків приводить до зниження корисного виходу заготовок. Корисний вихід визначається відношенням обсягу отриманих заготовок до обсягу розкритого матеріалу і виражається у відсотках. Призначення невеликих припусків не забезпечує видалення дефектних шарів матеріалу і досягнення необхідної точності або шорсткості оброблюваних поверхонь. Величина припусків на механічну обробку пиломатеріалів і заготовок встановлена стандартами».

Механічна обробка чорнових заготовок здійснюється в цехах машинної обробки. Фугування заготовок з деревини, тобто створення поверхонь, що базують, в чорнових заготовок - це перша операція механічної обробки. Поверхні, що базують, в брускових деталей формують на фугувальних верстатах шляхом обробки пласти і крайки заготовок. Оброблені поверхні деталі називають технологічними базами, які використають надалі при виконанні наступних операцій для правильного розташування її відносно робочих органів верстата.

Механічна обробка чистових заготовок включає наступні операції: фрезерування шипів і вушок, вибірку пазів, гнізд і отворів, одержання профілю або криволінійну обробку на шипорізних, свердлильних, фрезерних, токарних і довбальних верстатах. Завершальна операція - зачищення оброблених поверхонь, тобто шліфування.

Склеювання деревини і деревних матеріалів з окремих частин виконують, щоб надати поверхні виробу гарний зовнішній вигляд або одержати необхідну міцність деталі.

Перед склеюванням спочатку підготовляють деталі, готують клейовий розчин, наносять клей на деревину, стискають склеювані деталі і витримують їх під тиском.

Склеювання масивної деревини і деревинностружкових плит зі шпоном називають **личкуванням**. До облицювання основу клеєної деталі

(серединку) і облицювання (шпон) підготовляють.

Смуги шпону, одержуваного струганням, обрізають у пачках по форматі на гільотинних ножицях або фугують по поздовжніх крайках на крайкофугувальних верстатах і підбирають по кольорах і текстурі.

Після механічної обробки смуги шпону склеюють по поздовжніх крайках на верстатах для ребросклеювання для одержання форматних аркушів. Аркуші накладають на попередньо змазані клеєм щити або бруски і стискають у пресі.

Якість склеювання забезпечується дотриманням температури склеювання і часу витримки під тиском.

Зборка деталей у виріб виконується на конвеєрі за допомогою спеціальних складальних пристосувань і верстатів. Залежно від конструкції виробу збирають з деталей або окремих елементів. Розчленовування готового виробу на елементи дозволяє спростити і механізувати технологічний процес виготовлення виробу.

Обробка полягає в створенні на поверхнях покриттів, які захищають виріб від шкідливих впливів, поліпшують його експлуатаційні й декоративні якості.

Всі види обробки столярних виробів можуть бути розділені на наступні групи: прозора, непрозора й імітаційна.

Прозора обробка застосовується для виробів, облицьованих натуральним або синтетичним шпоном, і для виробів з масивної деревини, що має гарну текстуру. Вона широко використовується для обробки побутових меблів.

Непрозора обробка застосовується для виробів з плитних, листових матеріалів і деревини, що не відрізняється красою малюнка. Така обробка використовується для кухонних і медичних меблів, для обробки вікон, дверей.

Імітаційна обробка поліпшує декоративні властивості звичайних деревних матеріалів шляхом надання їм зовнішнього вигляду деревини цінних порід або інших матеріалів. З цією метою застосовують глибоке фарбування, наносять декоративний друкований малюнок, облицьовують плівками і пластиком. Імітаційною обробкою користуються при виготовленні меблів, дверей, корпусів телевізорів, радіоприймачів і ін.

Процес обробки складається з наступні стадії: підготовка до обробки, нанесення покриття, облагороджування покриття.

Підготовка до обробки під прозоре покриття містить в собі видалення смоли, відбілювання, фарбування, порозаповнення, ґрунтування і нанесення струмопровідного складу. Нанесення покриття здійснюють лакуванням, фарбуванням, імітаційним друком, личкуванням прозорою або непрозорою плівкою й пластиком.

Після нанесення покриття облагороджують шліфуванням і

поліруванням.

Для обробки виробів використовують лакообливні, шліфувальні й полірувальні верстати, а також різні спеціалізовані установки для нанесення і сушіння покриттів.

В деревообробних виробництвах широко застосовуються поточкові методи обробки, де всі процеси майже повністю механізовані й частково автоматизовані. Застосування автоматичних верстатів і ліній дозволяє виконувати технологічні операції в необхідній послідовності й заданому ритмі без особистої участі людини.

В процесі обробки здійснюється автоматичне базування, закріплення, поворот і переміщення оброблюваних деталей спеціальними пристроями у верстатах і між верстатами, що входять в лінію.

Застосування автоматичних поточкових ліній в промисловості дозволяє підвищити якість виробів, що випускаються, і продуктивність праці, а також значно поліпшити умови праці робітників.

2. Допуски і посадки

Допуском називається різниця між найбільшим і найменшим граничним розмірами або абсолютною величиною алгебраїчної різниці між верхнім і нижнім відхиленнями. *Поле допуску* називається поле, обмежене верхнім і нижнім відхиленнями. Поле допуску визначається величиною допуску і його положенням щодо номінального розміру. Для визначення положення поля допуску щодо нульової лінії (відповідної номінальному розміру при графічному зображенні допусків і посадок) використовується одне з двох відхилень (верхнє або нижнє), найближче до нульової лінії. Це відхилення є *основним*.

Якщо дві деталі, що з'єднують між собою, повинні бути у виробі рухомими, то між валом і отвором необхідний зазор. *Зазором* називається різниця розмірів отвору і вала, якщо розмір отвору більше розміру вала. При нерухомому з'єднанні між деталями повинен бути натяг. *Натягом* називається різниця розмірів вала і отвору до зборки, якщо розмір вала більше розміру отвору. Характер з'єднання деталей, обумовлений величиною зазорів, що виходять в неї, або натягів, *називається посадкою*. Посадки, в яких різні зазори і натяги виходять з'єднанням різних валів з основним отвором, називаються *посадками в системі отвору*.

Величина допустимих відхилень при обробці деталей призначається відповідно до прийнятого квалітету – сукупністю допусків, що відповідають однакового ступеня точності для всіх номінальних розмірів.

Поля допусків для лінійних розмірів і посадки» поширюється на вироби з номінальними розмірами від 1 до 10 000 мм і встановлює поля допусків складових частин цих виробів у з'єднаннях один з одним, з металевими і пластмасовими складовими частинами, а також для розмірів,

що не сполучають.

Встановлено дев'ять квалітетів: 10, 11, ..., 18 з позначеннями допусків відповідно IT10, IT11, ..., IT18 (в порядку зростання допусків, тобто в порядку зменшення точності). Наприклад, для інтервалу розмірів деталей від 30 до 50 мм значення допуску для IT12 дорівнює 0,25 мм, а для IT17 - 2,5 мм. Числові значення допусків приводяться в довідковому додатку до стандарту.

Числові значення основних відхилень валів (приводяться в довідкових додатках до стандарту) встановлені тільки по інтервалах номінальних розмірів і не залежать від номера квалітету.

Посадки, що рекомендуються, у з'єднаннях деталей з деревини наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Посадки в з'єднаннях деталей з деревини

Посадки для інтервалів розмірів, мм					
Від 1 до 120	від. 120 до 250	від. 250 до 500	від. 500 до 800	від. 800 до 2000	від. 2000 до 3150
$\frac{H13}{h13}$					
$\frac{H13}{js13}$	$\frac{H13}{js12}$			$\frac{H12}{js12}$	$\frac{H12}{js11}$
$\frac{H13}{h13}$	$\frac{H13}{h12}$			$\frac{H12}{h12}$	$\frac{H12}{h11}$
$\frac{H13}{b13}$	$\frac{H13}{c12}$	$\frac{H12}{c12}$	$\frac{H12}{cd12}$	$\frac{H12}{cd11}$	
$\frac{H13}{a13}$	$\frac{H13}{b12}$	$\frac{H12}{b12}$	$\frac{H12}{c12}$	$\frac{H12}{c11}$	

Поряд з відхиленнями лінійних розмірів якість виробів визначається погрішностями виконання кутів, наприклад рамок, ступок, коробка, прорізів. Допуски кутів призматичних деталей з довжиною, меншої сторони кута (до 2500 мм). *Допуском кута* називають різниця між граничними значеннями найбільшого і найменшого кутів. Допуски кутів призначають залежно від номінальної довжини меншої сторони кута і точності виробу. Стандартом встановлено сім ступенів точності кутів: з 11-ї по 17-у з позначеннями допусків відповідно AT11, AT12, ..., AT17. В деталях підвищеної точності (креслярські інструменти, меблі і т.п.) для кутів, що сполучають, рекомендується застосовувати 11-у і 12-у ступеня точності, а в деталях для зібраних віконних або дверних блоків - 13-у і 14-у, в деталях зниженої точності (обмежуючі конструкції будинків тощо) для кутів, що сполучають - 16-у і 17-у ступеня точності.

В масовому виробництві виробів з деревини мають значення форма деталей і розташування поверхонь. Розрізняють допуски форми (прямолінійності, площинності, циліндричності, заданого профілю) і

допуски розташування поверхонь (паралельності, перпендикулярності, нахилу, співвісності, симетричності і т.п.). Стандарт обмежує сумарні погрішності форми і розташування поверхонь деталей. В ньому передбачається також величина зміни цих погрішностей при коливаннях вологості матеріалу в допустимих границях і допуски в порядку збільшення від 0 до 20-го ступеня точності. В стандарті приводяться рекомендації з вибору ступеня точності залежно від призначення виробу і умов його експлуатації.

Допуски розташування осей отворів для кріпильних деталей вибирають залежно від виду і схеми розташування отворів на сполучених деталях. Два або кілька отворів у деталі розташовують в один або два ряди, а координати отворів вказують від однієї складальної бази або між їх осями.

Для розмірів, що не сполучають, коли немає необхідності в допусках і посадках, незазначені граничні відхилення, що встановлює чотири класи точності, умовно названих *точний*, *середній*, *грубий* і *дуже грубий*. Числові значення незазначених допусків наведені в довідковому додатку до стандарту.

3. Точність обробки деталей

Забезпечення необхідного квалітету точності обробки деталей і дотримання заданої посадки при зборці виробу – основна мета серійного і масового виробництва. Досягнення цієї мети вимагає певних витрат, які різко зростають з підвищенням точності. Для зниження витрат виготовлення однотипних деталей ведуть *партиями*. Обсяг (кількість деталей) партії визначають з умови досягнення найвищого економічного ефекту за рахунок виключення зайвих переналагоджень.

Є наступні основні причини виникнення погрішності механічної обробки деревини.

Геометрична неточність верстата і його зношування. Деталі верстатів виготовляють з певними погрішностями. В процесі зборки ці погрішності складаються і в такий спосіб з'являються загальні погрішності, які характеризують точність розташування виконавчих поверхонь верстата. Крім того, зношування деталей в процесі експлуатації верстата знижує його первісну точність.

Неточність різального інструменту. На точність обробки впливає перекручування форми леза різця при його заточенні, погрішність при установці й закріпленні різального інструменту, а також його биття.

Неточність пристосування. Затискні й настановні елементи пристосування мають погрішності навіть при самому ретельному виготовленні. При установці заготовки в пристосування під дією затискних зусиль і зусиль різання виникають пружні деформації, які також знижують точність обробки деталі.

Недостатня жорсткість системи верстат – пристосування – інструмент – деталь (СНІД). При обробці партії заготовок сили різання змінюються залежно від величини припуску на обробку, ступеня притуплення інструмента і механічних властивостей деревини. Ця зміна викликає пружні деформації технологічної системи СНІД. Виникаючі деформації порушують розташування виконавчих поверхонь верстата, що приводить до зниження точності обробки.

Помилки при настроюванні верстата. Такі помилки виникають внаслідок неправильного відліку показань по шкалі або лімбу, погрішності виміру пробних деталей, неточності контрольно-вимірювального інструмента.

Погрішності, що виникають внаслідок зазначених причин, утворюють результуючу погрішність механічної обробки. По виду погрішності обробки ділять на систематичні і випадкові.

Систематичні погрішності залишаються постійними (постійна погрішність) або змінюються при переході від однієї деталі до наступної (змінна погрішність).

Систематична постійна погрішність виходить від неправильно обраного розміру різального інструменту або помилки при настроюванні верстата. Систематична змінна погрішність виникає при поступовій зміні розміру різального інструменту внаслідок його затуплення.

Випадкові погрішності непостійні по величині і знаку, їх значення практично неможливо вгадати (наприклад, погрішності, викликані випадковим попаданням стружок або відходів на настановні поверхні верстата). Систематичні і випадкові погрішності в сукупності створюють *результуючу погрішність*.

З метою зниження погрішності обробки однотипні деталі виготовляють партіями. Обсяг (кількість деталей) партії визначають з умови досягнення найвищого економічного ефекту.

З'єднуючи точки, одержують ламану лінію, що виражає *фактичний розподіл розмірів*. При збільшенні кількості деталей у вибірці і числа інтервалів лінія наближається до пунктирної кривої, названою *теоретичною кривою розподілу розмірів*.

Для виявлення систематичних змінних погрішностей використовують метод побудови точкових діаграм. На горизонтальній осі діаграми послідовно відзначають номери виготовлених деталей, а на вертикальній осі для кожного номера відкладають різницю між дійсним і номінальним розмірами деталі.

З'єднуючи отримані точки ламаною лінією, можна бачити хід технологічного процесу і при необхідності управляти точністю обробки деталей.

4. Шорсткість поверхні

Основні експлуатаційні властивості виробів з деревини і деревних матеріалів залежать не тільки від точності виготовлення деталей, але і значною мірою визначаються шорсткістю їх поверхонь. *Шорсткість поверхні* характеризується числовими значеннями параметрів нерівностей і наявністю або відсутністю ворсистості і мшистості на оброблених поверхнях.

Нерівності. Нерівності при обробці деревини і деревних матеріалів бувають наступних видів.

Анатомічні нерівності – нерівності, утворені розкритими при різанні порожнинами судин деревини. Розмір судин (рис. 3.2) характеризує величину нерівностей.

При обробці плит і деталей, виготовлених з деревних часток (стружки), внаслідок відриву окремих часток від основного масиву матеріалу виникають *структурні нерівності*, які утворюються розкритими при різанні порожнинами кліток і судин деревини і характеризуються розміром судин h_1 (рис. 3.2). Структурні нерівності визначаються анатомічною будовою деревини і не залежать від процесу різання. До нерівностей, що залежать від процесу різання, відносяться кінематичні й вібраційні нерівності, rischi, нерівності пружного відновлення, а також нерівності руйнування.

Анатомічні і структурні нерівності не залежать від процесу різання.

Кінематичні нерівності – це періодично повторювані, звичайно з кроком, рівним подачі на один оберт, виступи і западини. При пилянні кінематичні нерівності у вигляді рисок глибиною h_2 з'являються на стінках пропила (див. рис. 3.2, а), а при фрезеруванні – кінематичні хвилі довжиною e і висотою h_3 (див. рис. 3.2, б). Кінематичні нерівності зменшують шляхом підвищення точності виготовлення шпиндельних вузлів, якості зборки і кріплення фрези. Застосовують також прифугування різців у зборі на верстаті.

Причина виникнення *вібраційних нерівностей* – відносні коливання (вібрації) заготовки і різального інструменту в напрямку, нормальному напрямку швидкості руху подачі. При наявності вібрацій різальний інструмент коливається з більшою частотою щодо деталі і створює дугоподібні вихвати на поверхні деталі. Друга причина вібраційних нерівностей - неправильний або слабкий притиск деталі при її обробці.

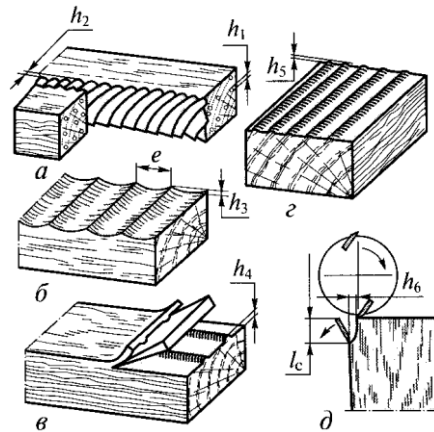


Рисунок 3.2. Види нерівностей обробленої поверхні: *а* – при пилянні; *б* – кінематичні хвилі при фрезеруванні; *в* – риски; *г* – нерівності пружного відновлення; *д* – відкол

Для зниження вібраційних нерівностей варто зменшити залишковий дисбаланс обертових деталей верстата і різального інструменту шляхом ретельного балансування і врівноважування.

До нерівностей, що залежать від процесу різання, відносяться кінематичні й вібраційні нерівності, нерівності пружного відновлення, риски, а також нерівності руйнування.

Риски – періодично повторювані глибокі сліди, залишені на поверхні різальним інструментом і розташовані паралельно вектору швидкості головного руху різання. Наприклад, при місцевому викришуванні леза на поверхні різання залишаються виступи висотою h_4 (див. рис. 3.2, *в*). Місцеві викришування на лезі видаляють при заточенні інструмента. Крім того, риски можна виключити, якщо при обробці заготовки є можливість використати неушкоджену частину різального інструменту.

Нерівності пружного відновлення утворюються в результаті неоднакової величини пружного відновлення після обробки різальним інструментом поверхневого шару деревини на ділянках різної щільності і твердості. Ділянки більш м'якої деревини ранньої зони деформуються більше і висота їх пружного відновлення менше на величину h_5 , чим в більш твердій деревини пізньої зони (див. рис. 3.2, *г*).

Нерівності руйнування утворюються в результаті сколів або виривів пучків волокон деревини і характеризуються глибиною h_6 і довжиною l_c відколу (рис. 3.2, *д*). Відколи звичайно бувають в момент виходу різального інструменту з контакту з оброблюваною деталлю і виникають на границі річного шару деревини. Нерівності руйнування істотно зростають при затупленні різального інструменту, тому потрібно своєчасне його заточення.

Ворсистість і мшистість. При обробці деревини підвищеної вологості затупленими різцями на поверхні різання з'являються ворсистість і

мохнатість. Під *ворсистістю* розуміється наявність на поверхні деталі часто розташованих не повністю відділених волокон деревини, а під *мохнатістю* – часто розташованих пучків не повністю відділених волокон і дрібних часток деревини. Мохнатість і ворсистість не мають числової величини, їх наявність визначається візуально шляхом порівняння зі зразком (еталоном).

Інші нерівності залежно від їх виду і висоти вимірюють спеціальними інструментами й оцінюють відповідними параметрами.

Параметри і характеристики шорсткості поверхні деревини і деревних матеріалів.

Встановлено наступні параметри шорсткості: Rm_{max} – середнє арифметичне висот окремих найбільших нерівностей на поверхні обробки; Rm – найбільша висота нерівностей профілю (відстань між лінією виступів профілю і лінією западин профілю в межах базової довжини); Rz – висота нерівностей профілю по десятих точках, тобто сума середніх абсолютних значень висот п'яти найбільших виступів профілю і глибини п'яти найбільших западин профілю в межах базової довжини; Ra – середнє арифметичне абсолютних відхилень профілю в межах базової довжини l ; S_z – середній крок нерівностей профілю по западинах (допоміжний параметр, вживаний разом з одним з параметрів Rm_{max} , Rz або Ra).

Основним параметром шорсткості поверхні є параметр Rm_{max} (мкм) – середнє арифметичне висот окремих найбільших нерівностей на поверхні, що обчислюється по формулі

$$Rm_{max} = \frac{\sum H_{max\ i}}{n}$$

де $H_{max\ i}$ – відстань від вищої до нижчої точки i -ї найбільшої нерівності; n – число найбільших нерівностей (не менше 5).

Дійсні значення параметрів шорсткості, отримані в результаті виміру, порівнюють з заданою шорсткістю, що позначається на кресленнях.

В процесі налагодження верстата наладчик повинен визначити вид нерівності, виявити причину виникнення нерівності й усунути її способами, зазначеними в посібнику з експлуатації верстата.

Залежно від застосовуваного процесу, устаткування й інструмента можна одержати поверхню з різною шорсткістю.

5. Контрольно-вимірювальні інструменти

При налагодженні і експлуатації деревообробних верстатів періодично перевіряють їх настроювальні розміри, контролюють завантаження електродвигунів і швидкість подачі, розміри і форму оброблених деталей. Для перевірки використовують універсальні вимірювальні інструменти, прилади і контрольно-настановні пристосування.

Невміння правильно використати засоби вимірів або оцінити

результати вимірів нерідко буває причиною браку і зниження якості продукції.

Для правильного вибору засобів вимірів і методики оцінки результатів вимірів необхідні знання основ *метрології* – науки про виміри, методи і засоби забезпечення їх єдності й способах досягнення необхідної точності.

Вимірювання – знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів. В процесі налагодження і експлуатації деревообробних верстатів періодично перевіряють їх настроювальні розміри і геометричну точність на відповідність нормам, зазначеним у паспорті, а також контролюють якість обробки деталей.

Універсальні вимірювальні інструменти і прилади для перевірки точності верстатів. *Перевірочна лінійка* призначена для виміру відхилень поверхні оброблених деталей від прямолінійності або площинності. При перевірці горизонтальних поверхонь лінійку встановлюють на опори, відстань між якими повинна бути рівна $\frac{5}{9}$ довжини лінійки. Опори розташовують від кінців лінійки на відстані $\frac{2}{9}$ її довжини. Точки опори, що рекомендуються, позначені на лінійці штрихами.

Перевірочний косинець служить для контролю перпендикулярності суміжних поверхонь деталей і складальних одиниць.

Набір щупів (рис. 3.3, а) застосовують для виміру зазорів між двома сполученими поверхнями. Набір щупів виконаний у вигляді каліброваних пластинок товщиною від 0,02 до 1 мм, укріплених в обоймі між двома щічками, які охороняють пластини від пошкодження.

Залежно від кількості і товщини пластинок щупи розрізняють по номерах - від № 1 до № 7. Щуп № 1 включає вісім пластинок товщиною 0,03...0,01 мм, а щуп № 5 - 14 пластинок товщиною 0,05...1 мм.

Кінцеві міри, міри довжини – сталеві плитки, що мають форму прямокутного паралелепіпеда або прямого кругового циліндра з двома плоскопаралельними дзеркально відполірованими вимірювальними поверхнями. Кожна плитка відтворює тільки один номінальний розмір, дорівнює відстані між вимірювальними поверхнями, наприклад 50, 25, 10 мм. Плитки випускаються в одному футлярі набором, щоб можна було скласти блоки для виміру будь-якого розміру, збираючи їх з можливо меншого числа плиток (не більше 5 шт.). Наприклад, в наборі № 4 утримується десять кінцевих мір з градацією номінальних розмірів 1 мкм.

Рівень застосовують для перевірки горизонтальності поверхонь і для виміру малих кутів нахилу. Рівні випускають брускові (рис. 3.3, б) і рамні (рис. 3.3, в) довжиною 100, 150 і 200 мм. Найпоширеніші рівні з ціною поділки від 0,05 до 0,16 мм на довжині виміру 1000 мм. При вимірі рівень встановлюють базовою поверхнею на контрольовану поверхню.

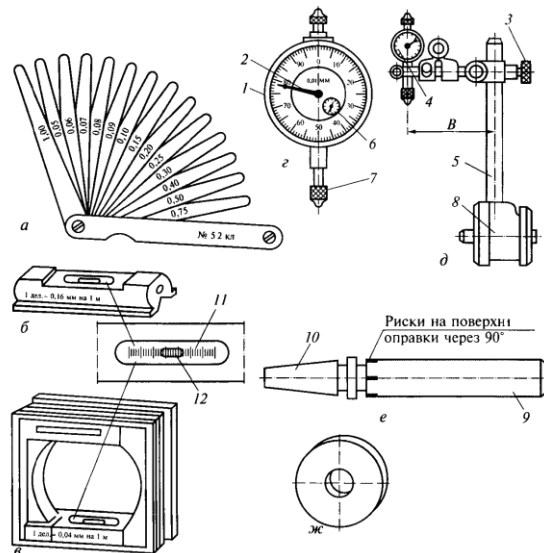


Рисунок 3.3. Інструменти і пристосування для перевірки точності верстатів: *а* – набір щупів; *б* – брусковий рівень; *в* – рамний рівень; *г* – індикатор; *д* – магнітна стійка; *е* – контрольне оправлення; *ж* – контрольний диск; 1 – циферблат; 2 – стрілка; 3 – гвинт; 4 – індикатор; 5 – штатив; 6 – показчик обертів; 7 – вимірювальний наконечник; 8 – основа; 9 – циліндрична частина; 10 – конічний хвостовик; 11 – ампула; 12 – пухирець повітря

Брусковий рівень являє собою брусок з укріпленою в ньому скляною ампулою 11, заповненою спиртом або ефіром, за винятком невеликого обсягу (пухирця 12 повітря). При горизонтальному положенні нижньої площини рівня пухирець перебуває посередині ампули. При відхиленні пухирця повітря відраховують кількість міток на шкалі, нанесеній на ампулі.

Рамний рівень являє собою чотирикутну раму з точними прямими кутами, в нижній частині якої розташована ампула зі шкалою. Рамним рівнем можна виміряти нахил вертикальних і горизонтальних поверхонь. довжиною 100, 150 і 200 мм. Найпоширеніші рівні з ціною поділки від 0,05 до 0,16 мм на довжині виміру 1000 мм. При вимірі рівень встановлюють базовою поверхнею на контрольовану поверхню. Виміри рівнем необхідно робити швидко, щоб уникнути впливу температури повітря і контрольованих елементів верстата.

Індикатор годинникового типу (рис. 3.3, *г*) призначений для виміру відхилень деталі від правильної геометричної форми і взаємного розташування поверхонь. Випускають індикатори з межами вимірів 0–2, 0–5 і 0–10 мм і ціною поділки 0,01 мм. Індикатор оснащений циферблатом 1, стрілкою 2, показчиком 6 обертів і вимірювальним наконечником 7. При переміщенні вимірювального наконечника на 1 мм стрілка 2 зробить один оберт, а стрілка показчика обертів 6 повернеться на один розподіл.

Магнітна стійка з індикатором (рис. 3.3, *д*) служить для виміру биття

шпинделів, валів і інших обертових деталей верстата, а також паралельності робочих поверхонь столів щодо шпинделя. Стійка містить в собі магнітну основу 8, якою вона встановлюється або кріпиться на корпусі (звичайно нерухомому) металевої деталі верстата, штатив 5 і індикатор 4. Положення вимірювального наконечника індикатора щодо вимірюваної поверхні регулюють гвинтом 3.

Контрольні оправлення (рис. 3.3, е) використовують при перевірці биття і взаємного розташування елементів верстата. При наявності в шпинделі конічного отвору застосовують оправлення з конічним хвостовиком 10. Циліндричну частину 9 оправлення використовують при вимірі. При перевірці биття оправлення встановлюють і, послідовно повертаючи по рисках на 90° , вимірюють биття в чотирьох положеннях. Биття визначається різницею між найбільшим і найменшим показаннями індикатора. Прямолінійність переміщення супорта верстата або паралельність ходу по напрямних перевіряють послідовно по двох протилежним утворюючого оправлення, повертаючи шпиндель і оправлення на 180° .

Контрольні диски (рис. 3.3, ж) призначені для перевірки точності обертання шпинделів або фланців круглопилних і шипорізних верстатів. Диск виготовляють досить жорстким з точними паралельними площинами, які використовують при вимірі торцевого биття індикатором. Диск кріплять на шпинделі замість різального інструменту і роблять перевірку при повертанні шпинделя вручну.

Штрихові лінійки, складні метри і рулетки призначені для лінійних вимірів і обчислень. Вони виготовляються жорсткими, складними і пружними. Межі виміру жорстких лінійок від 100 до 1000 мм, пружних - від 150 до 5000 мм. На лінійках нанесена шкала з ціною поділки, рівною 1 або 0,5 мм. Торцева грань лінійок збігається з нульовим штрихом і є базовою при вимірах.

Штангенциркуль (рис. 3.4, а) служить для виміру зовнішніх і внутрішніх розмірів деталей. Він має дві штрихові шкали – основну 6 і додаткову (ноніус) 7. Нульовий штрих ноніуса вказує ціле число міліметрів. Номер штриха ноніуса, що збігається зі штрихом основної шкали, вказує число десятих часток міліметра. Наприклад, вимірюваний на рис. 3.4, а розмір деталі дорівнює $30 + 2 \times 0,1 = 30,2$ мм. Штангенциркулі виготовляють з розміром відліку по ноніусу 0,1 і 0,05 мм. Інтервал між штрихами основної шкали дорівнює 1 або 0,5 мм. Допустима погрішність штангенциркуля приймається рівною величині відліку по ноніусі. Наприклад, на ділянці шкали до 1000 мм при розмірі відліку 0,1 мм допускає відхилення, що становить $\pm 0,1$ мм.

Мікрометр призначений для виміру контактним способом лінійних розмірів деталей. Мікрометр (рис. 3.4, б) з ціною поділки шкали 0,01 мм

оснащений скобою 1 з вимірювальною п'ятою, мікрометричним гвинтом 2, стеблом 3 і барабаном 4. Торцева поверхня гвинта, звернена до п'яти, є вимірювальною. Тріскачка 5 призначена для забезпечення постійного вимірювального зусилля. Для відліку числа обертів гвинта служить поздовжня шкала, нанесена на стеблі мікрометра з інтервалом розподілу 0,5 мм, рівним відстані між двома сусідніми штрихами, з яких один штрих розташований зверху, а інший - знизу. Соті частки міліметра відраховують по круговій шкалі барабана. Показчиком служить поздовжній штрих, проведений на стеблі. Положенню шкал на схемі I відповідає розмір 8,77 мм ($8 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм} + 0,27 \text{ мм} = 8,77 \text{ мм}$), а на схемі II - розмір 8,27 мм ($8 \text{ мм} + 0,27 \text{ мм} = 8,27 \text{ мм}$).

Кутомір (рис. 3.4, в) використовують для виміру контактним способом кутів нахилу двох суміжних поверхонь деталі. Кутоміри бувають ноніусні й оптичні. *Ноніусні кутоміри* дозволяють вимірювати зовнішні кути від 0 до 180° і внутрішні від 40 до 180° з погрішністю не більше ± 5 кутових хвилин. Для виміру кутових параметрів ріжучої частини інструментів застосовують *оптичні кутоміри*, оснащені лупою. Ці кутоміри забезпечують відлік величин кутів з погрішністю не більше $10''$ (кутових секунд).

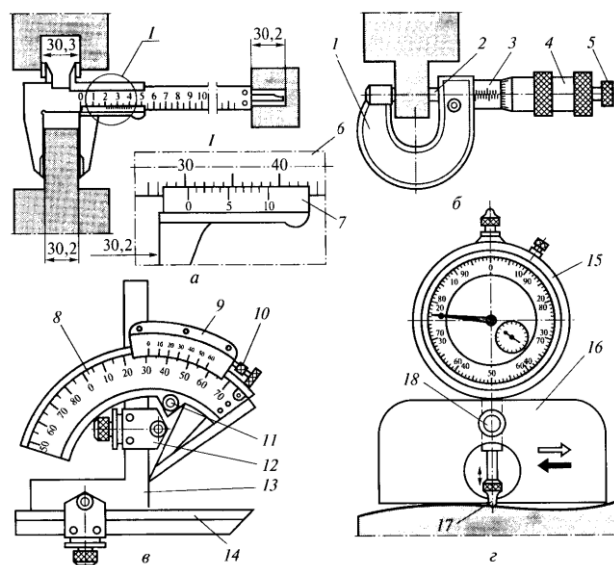


Рисунок 3.4. Вимірювальні інструменти: а – штангенциркуль; б – мікрометр; в – кутомір; г – індикаторний глибиномір; 1 – скоба; 2 – мікрометричний гвинт; 3 – стебло; 4 – барабан; 5 – тріскачка; 6 – основна шкала; 7, 9 – ноніуси; 8 – основа; 10 – гвинт настроювання; 11 – стопор; 12 – державка; 13 – косинець; 14 – знімна лінійка; 15 – індикатор; 16 – основа; 17 – наконечник; 18 – гвинт

Прилади для визначення якості обробленої поверхні деревини.
Прилади, застосовувані для оцінки якості поверхні, вибирають залежно від

виду і висоти нерівностей.

Індикаторний глибиномір (рис. 3.4, з) призначений для виміру глибини рисок, виривів, хвиль і інших мікронерівностей висотою 800–1600 мкм. В основі 16 глибиноміра гвинтом 18 укріплений індикатор 15. Індикатор оснащений наконечником, що обмацує, 17 з кульовим сегментом радіусом 4 мм. У вільному стані наконечник виступає на 2–5 мм над опорною поверхнею основи. Перед виміром прилад встановлюють на плоску контрольну плиту і налаштовують індикатор, сполучаючи стрілку з нульовою поділкою шкали. При контролі прилад встановлюють на вимірювану поверхню так, щоб його наконечник торкався дна западини. Висоту нерівності визначають відліком по шкалі індикатора.

Мікроскопом ТСП-4 вимірюють нерівності руйнування і пружного відновлення поверхневого шару деревини з параметром шорсткості Rm_{max} в діапазоні 100–800 мкм, або 800–1600 мкм, за винятком хвилястості. Робота приладу заснована на методі тіньового перетину профілю поверхні. До вимірюваної поверхні підводять тонку пластинку з прямолінійною крайкою, що освітлюють пучком паралельних променів світла. Виникаючі тіні від нерівності спостерігають в мікроскоп і вимірюють за допомогою окуляра-мікрометра.

Подвійний інструментальний мікроскоп МИС-11 призначений для лабораторного дослідження шорсткості поверхневого шару деревини з параметром шорсткості Rm_{max} до 60 мкм.

Зразки порівняння (еталони) використовують в умовах цеху на робочих місцях. Виготовляють їх з того ж матеріалу, що і оброблювану деталь, і атестують за допомогою мікроскопів МИС-11 і ТСП-4.

Вимірювальний інструмент для контролю точності обробки деталей. Точність обробки деталей контролюють калібрами або мірятьними інструментами зі шкалою.

Калібри – безшкальні вимірювальні інструменти, призначені для контролю розмірів, форми і взаємного розташування деталей. Залежно від призначення робочі калібри бувають наступних видів: *калібри-пробки* (рис. 3.5, а) – для контролю діаметра отворів, що висвердлюють; *калібри-скоби* (рис. 3.5, б) – для контролю довжини, ширини і товщини виробів, а також відстаней між заплічниками шипів оброблених деталей. Калібри виготовляють цільними (див. рис. 3.5, б) або збірними переналагоджуваними (рис. 3.5, в).

калібри-нутроміри для контролю внутрішніх розмірів довгастих гнізд і вушок шириною 3...18 мм, довжиною 6...120 мм, а також прорізів розмірами 120...1500 мм;

калібри-глибиноміри, або уступоміри, для контролю глибини пазів, висоти заплічників, ширини чвертей і т.п.;

комбіновані калібри для контролю товщини шипів і висоти

заплечників. Застосування такого калібру знижує витрати часу на вимір деталі.

Граничні калібри маркують написами по обидва боки з позначенням номінального розміру, основного відхилення і номера відповідного квалітету.

Прохідну і непрохідну сторони калібру маркують буквами ПР (прохідна) і НЕ (непрохідна). Розмір однієї сторони відповідає найменшому, а іншої - найбільшому граничному розміру контрольованої деталі. В калібрів, призначених для виміру глибини і висоти уступів, заплечників, пазів, Б - більша сторона, М - менша сторона.

Таким чином, за допомогою калібрів встановлюють, чи перебуває дійсний розмір деталі в полі допуску. Кожний калібр повинен мати паспорт. В паспорті вказують марку, найменування і призначення калібру, виконавчі розміри калібру з вказівкою фактичних відхилень, масу, дату виготовлення, а також дату останньої перевірки калібру.

Граничні калібри виготовляють з металу, деревинношаруватого пластику, фанери або клеєної деревини. Матеріалом для міряльних губок металевих калібрів служать інструментальні й інші вуглецеві сталі, що піддаються загартуванню.

Калібри варто зберігати в сухому вентилязованому і опалювальному приміщенні при температурі $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ в закритих шафах або на спеціальних стелажах, захищених від пилу. Металеві калібри підвищеної точності зберігають у дерев'яних футлярах, обклеєних всередині сукном або іншим м'яким матеріалом.

При контролюванні виробів граничними калібрами вимірювальні поверхні повинні бути чистими; не можна використати калібри для виконання інших робіт, крім виміру; не слід вимірювати виріб, якщо температура і вологість деревини або приміщення перевищують експлуатаційні.

Точність виготовлення і ступінь зношування робочих калібрів перевіряють еталонними контрольними калібрами (контркалибрами) і кінцевими мірами довжини. Робочі калібри контролюють 1 раз на місяць.

Переналагоджуваний калібр складається з трубчастого стрижня 6 з планками 5, в які запресовані сталеві вимірювальні опори 3. У верхній планці встановлені дві опори на одній висоті, а в нижній планці – також дві опори, але перша з них нижче другої на величину допуску 5 контрольованого розміру *A* деталі 2. Для зберігання калібру у вертикальному положенні на ньому є гачок 1.

Переналагоджувані калібри налаштовують на заданий розмір в інструментальній майстерні і оснащують спеціальною биркою, на якій вказують найменування контрольованої деталі й номінальний розмір з верхнім і нижнім допустимими відхиленнями.

Аналогічні по конструкції *калібри-нутроміри*, які призначені для контролю внутрішніх розмірів довгастих гнізд і вушок шириною 3–18 мм, довжиною 6–120 мм, а також прорізів розміром 120–1500 мм.

Калібрами-глибиномірами або *уступомірами* контролюють глибину пазів, висоту запlechників, ширину чвертей і т.п., а *комбінованими калібрами* (рис. 3.5, *г*) – товщину шипів і висоту запlechників. Застосування комбінованого калібру знижує витрати часу на вимір деталі.

Найпоширеніші *граничні калібри*, їх маркують написами по обидва боки з позначенням номінального розміру, основного відхилення і номера відповідного квалітету. Прохідну і непрохідну сторони калібру маркують буквами *ПР* (прохідна) і *НЕ* (непрохідна). Розмір однієї сторони відповідає найменшому, а іншої – найбільшому граничному розміру контрольованої деталі. В калібрів, призначених для виміру глибини і висоти уступів, запlechників і пазів, більшу сторону позначають буквою *Б*, меншу – буквою *М*.

Калібри варто зберігати в сухому вентильованому і опалювальному приміщенні при температурі $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ в закритих шафах або на спеціальних стелажах, захищених від пилу. Металеві калібри підвищеної точності зберігають у дерев'яних футлярах, обклеєних всередині сукном або іншим м'яким матеріалом.

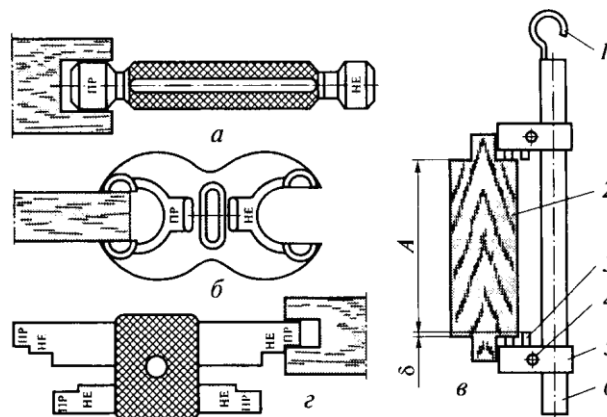


Рисунок 3.5. Калібри: *а* – пробка для контролю діаметра отвору; *б* – скоба для контролю товщини деталі; *в* – переналагоджуваний калібр; *г* – комбінований калібр; 1 – гачок; 2 – деталь; 3 – опора; 4 – гвинт; 5 – планка; 6 – стрижень

При контролюванні виробів граничними калібрами вимірювальні поверхні повинні бути чистими; не можна використовувати калібри для виконання інших робіт, крім виміру; не слід вимірювати деталі, якщо температура в приміщенні і вологість деревини перевищують допустимі норми. Точність виготовлення і ступінь зношування робочих калібрів перевіряють еталонними контрольними калібрами (контркалібрами) і

кінцевими мірами довжини. Робочі калібри контролюють один раз на місяць.

Манометри застосовують для виміру надлишкового тиску стисненого повітря, рідини або пару. Виражають тиск у паскалях (Па). У верстатах закордонного виробництва використовують манометри для виміру надлишкового тиску. Одиницею виміру в них є бар ($1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}$).

Вакуумні манометри застосовують для виміру абсолютного тиску розріджених газів.

Електровимірювальні прилади використовують для виміру електричних величин: електрична напруга – вольтметром, потужність – ваттметром, силу електричного струму – амперметром. За показниками амперметра судять про ступінь завантаження електродвигуна верстата.

6. Точність і налагодження верстатів

На якість обробки деталей істотно впливають геометрична точність верстата, правильність його налагодження і розмірного настроювання.

Геометрична точність верстата. Деревообробні верстати по точності виконуваних на них робіт підрозділяють на чотири класи: *особливої точності* (О), виготовлені з жорсткими вимогами до якості складальних одиниць і деталей і обробки, що забезпечують точність, по 10-11-му квалітеті (верстати для виготовлення високоточних креслярських приладів, музичних інструментів і т.п.); *підвищеної точності* (П), що забезпечують при нормальній експлуатації точність обробки по 11–12-му квалітеті (фрезерні, чотирибічні, калевочні й т.п.); *середньої точності* (С), що забезпечують обробку по 13–15-му квалітеті (токальні, свердлильні, круглопилкові для чистової обробки і т.п.); *нормальної точності* (Н), що забезпечують точність обробки по 14–18-му квалітеті (стрічкопилкові, круглопилкові для попереднього розкрою матеріалу і т.п.).

Геометрична точність верстата залежить від якісного виготовлення його деталей. Однак на всіх етапах технологічного процесу виготовлення деталей неминучі погрішності. В процесі зборки вузлів верстата ці погрішності складаються і, таким чином, з'являються загальні погрішності, які характеризують точність розташування виконавчих поверхонь верстата. Крім того, зношування і деформація деталей в процесі експлуатації верстата знижують його початкову точність. Розглянемо основні погрішності верстатів, що впливають на їх геометричну точність.

Непрямолінійність, або неплоскостинність опорної поверхні верстата (рис. 3.6 а) викликає неправильне положення (базування) або перекид заготовки щодо різального інструменту. Непрямолінійність характеризують відхиленням f профілю поверхні на відрізок l , наприклад граничне відхилення не більше 0,1 мм на відрізок 1000 мм або коротко 0,1/1000.

Лінійне відхилення Δ_1 взаємного розташування прямої або відхилення осі вала Δ_2 щодо стола верстата приводить до погрішності

розміру і форми деталі (рис. 3.6, б). *Лінійне відхилення*, виражене відрізком Δ_1 на відстані H_1 характеризує кутову погрішність деталей. Наприклад, неперпендикулярність робочої поверхні лінійки до поверхні стола верстата повинна бути не більше 0,1 мм на відстані 100 мм або 0,1/100. Відхилення від правильного взаємного розташування поверхонь обертових деталей верстата (рис. 3.6, в) викликає *радіальне биття вала*, що є не тільки причиною зниження чистоти обробленої поверхні, але і приведе до підвищеного зношування і поломки деталей верстата. Для якісної обробки биття Δ шпинделя повинно бути не більше 0,015 - 0,020 мм.

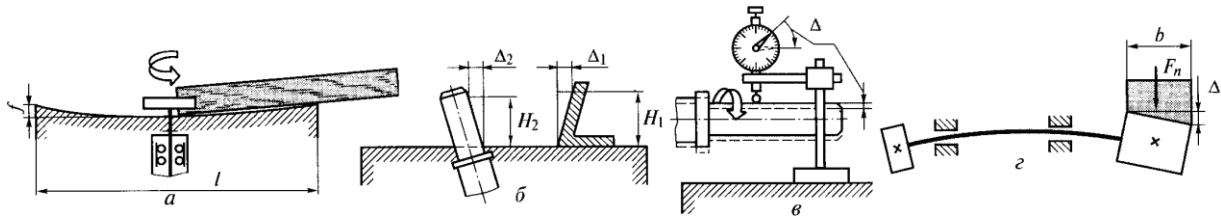


Рисунок 3.6. Погрішності елементів верстата: а – непрямолінійність; б – неперпендикулярність; в – радіальне биття; г – пружна деформація

Конкретні числові значення допусків на геометричні погрішності й методи їх перевірки встановлені у вигляді стандартних норм точності деревообробного верстата.

На точність обробки деталі впливають *перекручування форми ріжучої крайки різця при його заточенні, погрішність при установці і закріпленні різального інструменту, а також його биття*. Основні заходи щодо підвищення точності роботи інструмента - це суворе виконання технологічних правил підготовки, балансування, установки і кріплення на шпинделі верстата.

Настановні і затискні елементи пристосування (шаблони) мають погрішності навіть при самому ретельному виготовленні. При установці заготовки в пристосування виникають *погрішності базування*. В елементах пристосування під дією затискних зусиль і зусиль різання виникають пружні деформації, які також знижують точність обробки деталі.

В процесі роботи відбувається зміна сил різання залежно від величини припуску, що знімається, ступеня затуплення інструмента і механічних властивостей заготовки. Ця зміна викликає *пружні деформації* найбільш податливих елементів технологічної системи, що включає в себе верстат, пристосування, інструмент і деталь. Виникаючі деформації порушують початкове розташування настановних поверхонь верстата (пристосування) і різального інструменту. Наприклад, *вигин шпинделя* (рис. 3.6, г) приводить до погрішності обробки деталі Δ .

Можливість системи пручатися утворенню деформації називається *жорсткістю*, що характеризується коефіцієнтом жорсткості в (Н/мм) –

відношенням сили F_n згинаючої вал, до пружної деформації y в напрямку дії цієї сили. Коефіцієнт жорсткості визначається по формулі

$$j = \frac{F_n}{y}$$

де $y = \Delta/2$; Δ - лінійна погрішність, що характеризує непаралельність граней обробленої деталі, мм.

Якщо відома сила різання і коефіцієнт жорсткості, то можна визначити величину пружної деформації і погрішності обробки, мм:

$$y = \frac{F_n}{j}; \quad \Delta = 2y.$$

Завдання оператора-верстатника - вчасно виявити причини погрішностей обробки деталей і усунути їх шляхом ретельного налагодження і настроювання верстата і правильного вибору режиму роботи.

Налагодження і розмірне настроювання верстата. Сукупність операцій, що забезпечують погоджену взаємодію всіх елементів верстата, ефективний режим обробки, пробний пуск і контроль оброблених деталей, називається *налагодженням*.

Розмірне настроювання верстата – сукупність операцій по забезпеченню необхідної точності розташування різців (зубів) інструмента щодо настановних елементів верстата (столів, направляючих лінійок, упорів). По закінченні налагоджувальних і настроювальних робіт верстат повинен забезпечити виконання заданих функцій з необхідною продуктивністю і якістю обробки.

Розрізняють статичне настроювання верстата, коли приводи його робочих органів виключені, настроювання верстата з обертовими інструментами в налагоджувальному режимі і настроювання верстата із застосуванням системи числового програмного керування.

Контрольні питання

1. Що називають технологічним процесом і на які стадії його підрозділяють? 2. Які технологічні операції виконуються при механічній обробці чорнових і чистових заготовок? 3. Дайте характеристику посадок із зазором і натягом і вкажіть приклади застосування їх у деревообробці. 4. Які посадки використовують при з'єднанні деталей? 5. Як визначають середнє значення розмірів оброблених деталей? 6. Назвіть причини виникнення погрішностей обробки деталей з деревини. 7. Що таке шорсткість поверхні і яким основним параметром вона характеризується? 8. Розкажіть про види нерівностей оброблених поверхонь і причинах їх виникнення. 9. Як обчислюють параметр шорсткості поверхні $R_{m_{max}}$? 10. Перелічіть вимірювальні інструменти для контролю точності верстатів. 11. Які вимірювальні засоби використовують для контролю шорсткості поверхні? 12 Назвіть класи точності верстатів.

Лекція 4

ТЕХНІЧНИЙ РІВЕНЬ І ЯКІСТЬ ДЕРЕВООБРОБНИХ МАШИН

1. Поняття про технічний рівень і якість. 2. Продуктивність робочої машини. 3. Точність і стабільність обробки. 4. Надійність. 5. Технологічні критерії. 6. Витрати на інформаційне забезпечення. 7. Антропологічні критерії розвитку.

1. Поняття про технічний рівень і якість

Технічний рівень машин - це відносна характеристика якості машин, заснована на зіставленні значень показників, що характеризують технічну досконалість оцінюваної машини з відповідними базовими значеннями.

Технічний рівень задається технічним завданням і перевіряється в процесі приймальних випробувань при експертизі технічної документації. Традиційно термін "технічний рівень" поширюється на машинобудівну продукцію.

Серед параметрів і показників, що характеризують технічний рівень деревообробної машини, завжди є один або декілька таких, які протягом тривалого часу монотонно змінюються, поліпшуються, прагнучи до свого екстремуму. Ці показники виступають як міра досконалості і прогресивності машини. Такі параметри і показники називають **критеріями розвитку**.

Наряду з критеріями розвитку для оцінки якості машин введені **показники якості** (критерії якості). Показники якості визначені стандартом ІСО 8402-86 "Якість. Словник". Передбачено 10 груп показників: 1) призначення; 2) надійності; 3) технологічності; 4) уніфікації; 5) патентно-правові; 6) ергономічні; 7) естетичні; 8) транспортабельності; 9) безпеки; 10) екологічні.

Показники якості стосовно показників технічного рівня є більше загальними.

Схема класифікації критеріїв розвитку і якості деревообробних машин наведена на рис. 4.1.

Для оцінки технічного рівня і якості машин використовують чотири групи критеріїв: функціональні, технологічні, економічні і антропологічні.



Рисунок 4.1. Схема класифікації критеріїв розвитку і якості

2. Продуктивність робочої машини

Продуктивність робочої машини визначає кількість зробленої продукції в одиницю часу (за хвилину, годину, робочу зміну, рік і т.д.).

Розрізняють продуктивність технологічну, циклову і фактичну.

Технологічна продуктивність - це продуктивність ідеальної машини, що працює без холостих ходів і яких-небудь втрат часу. Вона визначається ще на стадії проектування по формулі

$$Q_T = 1 / t_{p.x},$$

де $t_{p.x}$ - тривалість робочого ходу при обробці однієї деталі, с.

Циклова продуктивність визначається за часом циклу обробки однієї деталі:

$$Q_{\text{ц}} = 1 / t_{\text{ц}} = 1 / (t_{p.x} + t_{x.x}),$$

де $t_{\text{ц}}$ - тривалість циклу обробки однієї деталі, с; $t_{x.x}$ - тривалість робочого ходу при обробці однієї деталі, с.

$$Q_{\text{ц}} = Q_T \frac{1}{1 + Q_T t_{x.x}} = Q_T K_{\text{п}},$$

де $K_{\text{п}}$ - коефіцієнт продуктивності верстата (коефіцієнт використання машинного часу), що характеризує конструктивну досконалість робочої машини.

Технологічна і циклова продуктивності характеризують робочу машину з погляду прогресивності технологічного процесу і конструктивної досконалості.

Фактична продуктивність визначається з урахуванням втрат часу при експлуатації робочої машини на заміну різального інструменту, на

усунення відмов, коли машина простоє і не видає продукцію.

Фактична продуктивність визначається по формулі

$$Q_{\phi} = Q_{\Pi} \frac{1}{1 + Q_{\Pi} t_{\Pi}} = Q_{\Pi} K_{\Pi}$$

де K_{Π} - коефіцієнт використання верстата (коефіцієнт використання робочого часу); t_{Π} - час втрат (непрацездатного стану верстата) в циклі обробки однієї деталі, с.

Усереднені значення коефіцієнтів продуктивності верстата K_n і використання верстата K_{Π} для деяких типів устаткування наведені в табл. 1.

Фактична змінна продуктивність верстата, шт. /змін:

- для прохідних верстатів

$$Q_{\text{см.п}} = \frac{V_s T i K_{\Pi} K_n}{L i_{\Pi}}$$

- для циклових і циклопрохідних верстатів

$$Q_{\text{см.п}} = \frac{T K_{\Pi} i}{t_{\Pi}}$$

де T - тривалість зміни, хв; V_s - швидкість подачі, м/хв; i - кількість одночасно оброблюваних деталей; L - довжина деталі, м; i_{Π} - число проходів для повної обробки деталей.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів продуктивності верстата K_n і використання верстата K_{Π} для деяких типів устаткування

Тип устаткування (верстата)	K_n	K_{Π}
Стрічкопилкові реброві і столярні	0,9	0,9
Круглопилкові:		
торцювальні, кінцеві	0,9	0,95
поздовжнього розкрою	0,9	0,9
Фугувальні:		
з ручною подачею при довжині заготовки, м:		
0,5	0,5 - 0,7	0,8 - 0,93
1,0	0,7 - 0,8	0,8 - 0,93
2,0	0,8 - 0,9	0,8 - 0,93
з механічною подачею	0,8 - 0,9	0,85 - 0,9
Рейсмусові	0,8 - 0,9	0,88 - 0,99
Чотирибічні поздовжньо-фрезерні	0,8 - 0,9	0,8 - 0,9
Шипорізні:		
рамні однібічні і фрезерні з шипорізною головкою	0,5 - 0,6	0,9 - 0,95
рамні двосторонні	0,7 - 0,75	0,7 - 0,8
ящикові	0,5 - 0,6	0,9
Свердлильні вертикальні	0,3 - 0,6	0,93
Свердлильно-пазувальні:		
з ручною подачею	0,6 - 0,7	0,9
з автоподачею	0,3 - 0,4	0,9
Ціпово-довбальні	0,75 - 0,8	0,9

Токарні, круглопилкові	0,8	0,95
Фрезерні:		
з ручною подачею по лінійці	0,5 - 0,8	0,9 - 0,95
при фрезеруванні по кільцю	0,25- 0,4	0,9 - 0,93
Шліфувальні:		
стрічкові	0,85	0,9
дискові	0,7	0,9
одноциліндрові	0,7	0,85
трициліндрові	0,75	0,95

Побудова циклограми. Тривалість циклу обробки однієї деталі визначається по циклограмі роботи робочої машини (рис. 4.2).

Циклограма - це графік послідовності дії механізмів робочої машини.

Графік будується в осях координат, де по осі ординат вказують елементи верстата і послідовність їх роботи протягом одного циклу відповідно до технологічної схеми, а по осі абсцис відкладають тривалість роботи кожного елемента протягом циклу. Тривалість роботи елементів розраховується, якщо відома швидкість і шлях переміщення елементів, або задається розроблювачем.

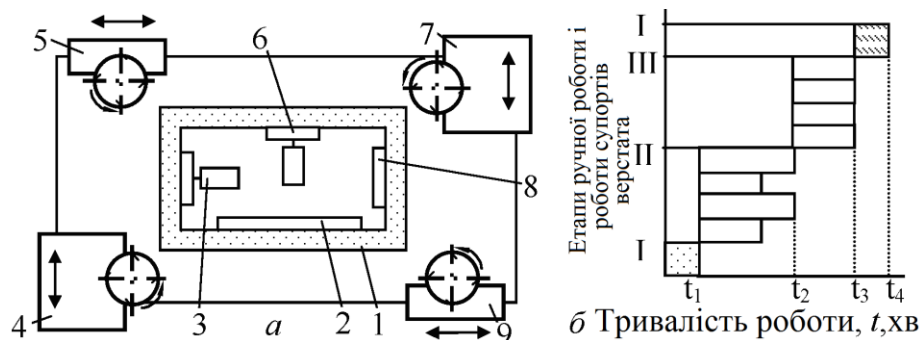


Рисунок 4.2. Технологічна схема (а) і циклограма (б): I - завантаження; II - робочий хід супортів; III - холостий хід супортів

На рис. 4.2, а показана технологічна схема верстата, на якому рамка 1 обробляється по периметру фрезерними супортами 4, 5, 7, 9. Рамка вручну кладеться на стіл верстата і базується на ньому нерухомими і рухомими упорами 2, 8, 3, 6. Фрезерні супорти включаються в роботу одночасно і обробляють рамку з чотирьох сторін. Потім вони роблять холостий хід, повертаючись в початкове положення.

Робота верстата відображена на циклограмі (рис. 4.2, б). Цикл обробки однієї рамки складається з часу укладання рамки на стіл і її базування t_1 , часу робочого t_2 і холостого t_3 ходів супортів і часу знімання обробленої рамки зі стола і укладання її в стопу t_4 : $t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$.

3. Точність і стабільність обробки

3.1. Точність деревообробних верстатів

Точність, з якої деталі обробляються на верстаті в даний фіксований момент часу, називається технологічною точністю.

Погрішності обробки. Точність машинної обробки деталей характеризується величиною фактичної погрішності їх розмірів і форми. Якщо погрішності розмірів відносяться до конкретної деталі, то їх називають **відхиленнями** розмірів. Якщо погрішності розмірів відносяться до партії деталей, то їх називають розсіюванням розмірів. Погрішності обробки обумовлені дією ряду факторів:

- погрішностями верстата, тобто геометричними неточностями, неточностями кінематичних ланцюгів, деформаціями деталей верстата, коливаннями і вібраціями, зношуванням напрямних, низкою жорсткістю вузлів і упорів;

- погрішностями різального інструменту - зношуванням і затупленням лез, неправильністю форми, неточністю кріплення;

- погрішностями пристосувань - неправильністю їх форми, недостатністю жорсткості, нестабільністю установки деталей;

- помилками в налаштуванні верстата;

- температурними деформаціями вузлів верстата;

- неоднорідністю властивостей оброблюваного матеріалу;

- погрішностями вимірів.

Загальна погрішність являє собою алгебраїчну суму всіх змінних погрішностей

$$\Delta_0 = \Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n.$$

Погрішності обробки підрозділяються на систематичні Δ_c і випадкові $\Delta_{сл}$:

$$\Delta_0 = \Delta_c + \Delta_{сл}.$$

Систематичною погрішністю називається така погрішність, що залишається постійною в межах обробки даної партії деталей або змінюється закономірно. Наприклад, погрішність, викликана зношуванням стола верстата, зношуванням різального інструменту, направляючої каретки верстата, непаралельністю напрямних, зменшенням величини розведення пилок і т.д. Ці фактори діють постійно при обробці деталей. При цьому один з них вносить однакову погрішність на всі деталі даної партії (наприклад, непаралельність напрямних), інші - змінюють величину погрішності закономірно (наприклад, зношування і затуплення різального інструменту). Тому систематичні погрішності розділяють на постійні Δ_n і закономірно-змінні $\Delta_{зп}$. Повна систематична погрішність дорівнює:

$$\Delta_c = \Delta_n + \Delta_{зп}.$$

Головним джерелом постійних погрішностей є геометричні погрішності верстата, різального інструменту і пристосувань, а також погрішності розмірного настроювання верстата.

Закономірно-змінні погрішності складаються з погрішностей від затуплення різального інструменту, зменшення величини розширення зубів на сторону і температурні деформації вузлів верстата.

Випадковою називають погрішність, значення якої може змінюватися в межах як партії деталей, так і в кожній деталі окремо. Джерелами випадкових погрішностей є нерівномірність припуску на обробку, нестабільність режиму різання, помилки виміру і деформації верстата, інструмента, деталі. Сума зазначених погрішностей дає загальну випадкову погрішність (рис. 4.3).

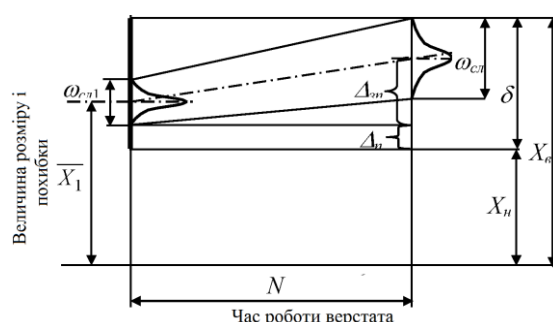


Рисунок 4.3. Зміна розмірної погрішності в часі

Систематичні погрішності Δ_n і $\Delta_{зп}$ можна передбачити і визначити їх напрямок і величину. Випадкові погрішності $\omega_{сл}$ передбачити неможливо і для визначення їх величини в кожному випадку необхідно проводити дослідження.

Постійні погрішності Δ_n зміщують центр групування розмірів $\bar{X}_1$ тільки в початковий момент. Закономірно-змінні погрішності $\Delta_{зп}$ зміщують цей центр в часі. Випадкові погрішності викликають розсіювання розмірів в партії деталей, величина розсіювання підкоряється закону нормального розподілу і може змінюватися в часі.

Оскільки постійні погрішності Δ_n можна врахувати при настроюванні верстата, то для практики важливо, щоб поле розсіювання випадкової погрішності $\omega_{сл}$ укладалося б в поле допуску розміру заданого квалітету. Тому що початкове поле розсіювання розміру $\omega_{сл}$ складається з розсіюванням погрішностей розмірного настроювання $\omega_{про}$, то допуск на розмір повинен бути рівним

$$\delta = \sqrt{\omega_{сл}^2 + \omega_0^2}$$

З цього рівняння приблизно можна прийняти, що початкове поле розсіювання випадкової погрішності

$$\omega_{\text{сл}} \approx 0,9 \delta.$$

Класи точності верстатів. Здатність верстата укладатися початковим полем розсіювання в задане значення поля допуску на оброблюваний розмір називають початковою технологічною точністю верстата.

Верстати по технологічній точності повинні відповідати вимогам точності обробки деталей, однак виготовляти дев'ять різновидів верстатів недоцільно. В зв'язку з цим, а також з огляду на сформовану практику, дев'ять квалітетів ділять на чотири групи. Кожній групі точності обробки відповідає клас точності верстата - особливо високої точності (О), підвищеної (П), середньої (С) і низької точності (Н):

Квалітет	10, 11	12, 13, 14	15, 16	17, 18
Клас точності верстата	О	П	С	Н

Верстати, виготовлені по заданому класу точності, повинні забезпечити обробку деталей з розмірами відповідних квалітетів.

3.2. Геометрична точність і жорсткість машин

Під геометричною точністю розуміють точностний стан машини. Геометрична точність характеризується відхиленнями форми і розташування поверхонь і валів (опуклість, увігнутість площин, їх відхилення від паралельності, перпендикулярності, неспіввісності валів і т.д.), погрішностями обертання валів (радіальне і осьове биття) і ін.

Для перевірки геометричної точності верстатів застосовують різні інструменти.

Перевірочні лінійки. Вони призначені для виміру відхилень від прямолінійності і площинності. Лінійки бувають лекальні, кутові і з широкою робочою поверхнею.

На рис. 4.4 показана перевірочна лінійка з широкою робочою поверхнею. Довжина лінійки може бути 250 - 1000 мм.



Рисунок 4.4. Перевірочна лінійка

Косинці слюсарні плоскі УП призначені для контролю прямих кутів.

Індикатори годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм призначені для виміру лінійних розмірів.

Набори щупів призначені для перевірки величини зазору між поверхнями. Випускається чотири набори пластин-щупів. Набір 1 включає 11 пластин-щупів товщиною 0,02 - 0,1 мм; набір 2 має 17 пластин-щупів товщиною 0,02 - 0,5 мм; набір 3 має 10 пластин-щупів товщиною 0,55 - 1,0 мм; набір 4 має 10 пластин-щупів товщиною 0,1 - 1,0 мм.

Рівень рамний регульований призначений для контролю

горизонтального і вертикального положення поверхонь. Довжина робочих поверхонь 200 мм. На корпусі рівня закріплені ампули з поділками, заповнені рідиною і пухирцем повітря. Ціна поділки ампул: 0,02; 0,05; 0,1; 0,15 мм/м. Під ціною поділки шкали ампули розуміють значення нахилу ампули в мм у вертикальній площині на довжині 1 м.

Типові методи перевірки і засоби виміру для їх проведення показані в табл. 2. При дослідженні прямолінійності і площинності визначають стрілу прогину, віднесену до довжини контрольної бази лінійки, рівної відстані між підкладками. Стріла прогину

$$f = f_0 \frac{1000}{L}$$

При дослідженні радіального і торцевого биття визначають величину биття і порівнюють з допустимою величиною.

Жорсткість вузлів верстата. Під жорсткістю розуміється опір, що робить тіло або система тіл деформуючій дії зовнішніх сил в даній точці.

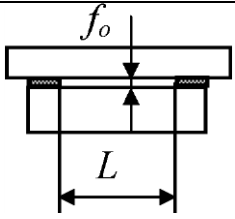
Розрізняють статичну і динамічну жорсткість.

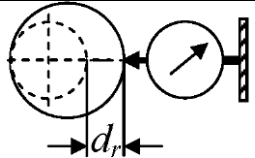
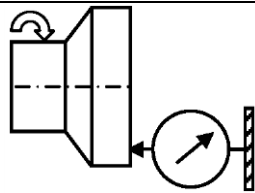
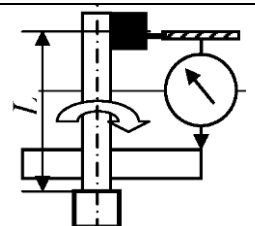
Статична жорсткість являє собою опір, що створює система під дією статичних зовнішніх сил і навантажень, Н/мм:

$$j = \frac{F}{y}$$

де F - узагальнена статична сила, що діє в даній точці вузла або верстата, Н;
 y - величина деформації в даній точці, мм.

Таблиця 2 - Методи перевірки геометричної точності устаткування

Параметр перевірки	Метод перевірки і засоби виміру	Ескіз	Допустимі відхилення, мм
Відхилення від прямолінійності й площинності поверхонь	На поверхню в поздовжньому напрямку (при перевірці прямолінійності) або в поздовжніх, поперечному напрямках і по діагоналі (при перевірці площинності) встановлюють плоскопаралельні кінцеві міри довжини або щупи однакової товщини. На них кладуть перевірочну лінійку. Зазор між поверхнею і лінійкою вимірюють щупом.		$\frac{0,1 - 0,2}{1000}$ мм довжини. Опуклість не допускається

Радіальне биття	Індикатор встановлюють на жорстку опору, а його міряльний штифт підводять до бічної поверхні елемента, що перевіряє. Елемент провертають на повний оберт. Биття дорівнює різниці максимального і мінімального показань індикатора		0,03 для шийок валів під різальний інструмент
Торцеве биття	Індикатор встановлюють на жорстку опору, а його міряльний штифт підводять до торцевої поверхні елемента, що перевіряє. Елемент провертають на повний оберт. Биття d_r дорівнює різниці максимального і мінімального показань індикатора		0,03-0,1
Відхилення від перпендикулярності осі шпинделя до базової поверхні	Індикатор жорстко закріплюють на шпинделі так, щоб його штифт торкався базової поверхні. Шпиндель провертають на повний оберт, знімаючи показання індикатора		0,1/(200-300 мм довжини)

На рис. 4.5 показані схеми виміру жорсткості горизонтального ножового вала і стола рейсмусового верстата (рис. 4.5, а), а також вертикального шпинделя і напрямної лінійки фрезерного верстата (рис. 4.5, б). На схемах позначені цифрою 1 динамометр, що створює зусилля, що віджимає, і 2 - індикатор годинникового типу вимірює величину деформації.

Зусилля, що віджимає, в деревообробних верстатах створюється силами різання і подачі. Ці сили пропорційні потужності відповідно механізму головного руху і подачі, тому норма жорсткості залежить від потужності відповідного механізму. Норму жорсткості беруть за значенням приведеної жорсткості, тобто жорсткості, що доводиться на 1 кВт потужності відповідного механізму.

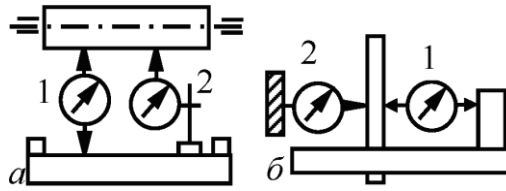


Рисунок 4.5. Схеми виміру жорсткості верстатів: *а* - рейсмусового; *б* - фрезерного

Іноді при розрахунках зручно користуватися не статичною жорсткістю, а її зворотною величиною, називаною **піддатливістю**.

Піддатливість, мкм/Н

$$W = \frac{1000}{j}$$

Якщо відомо піддатливість вузлів верстата в заданому напрямку, то піддатливість верстата дорівнює сумі податливостей вузлів:

$$W_c = W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n.$$

Динамічна жорсткість - це жорсткість тіла або системи тіл, що працюють у динамічному режимі, при якому рух робочих органів верстата відбувається нерівномірно. Для кожного динамічного режиму існує своя динамічна жорсткість, Н/мм

$$j_d = \frac{j}{K}$$

де j - статична жорсткість, Н/мм; K - динамічний коефіцієнт ($K > 1$).

Статична жорсткість вузлів деревообробних верстатів повинна перебувати в межах встановлених норм.

3.3. Технологічна стабільність верстата

Деревообробний верстат, в якого початкове поле розсіювання збігається з полем допуску на розмір оброблюваної деталі δ ($\omega_{сл} \leq 0,98$), через якийсь час після початку роботи може давати браковані деталі. Частина деталей може виходити за межі допуску δ , верстат розлаштовується.

Верстат, в якого спостерігається швидкий зсув поля розсіювання розмірів ω відносно поля допуску δ , є **технологічно нестабільним**.

Технологічною стабільністю верстата називають його здатність зберігати незмінними рівень настроювання і поле розсіювання розмірів протягом часу обробки партії деталей.

Технологічна нестабільність верстата характеризується **коефіцієнтом зсуву центра настроювання і коефіцієнтом розсіювання розмірів**. Зсув

центра настроювання під час роботи верстата відбувається через зношування різального інструменту, зменшення величини розводу зубів, теплових деформацій деталей верстата. В результаті цього центр поля розсіювання розмірів зміщується.

3.4. Настроювання верстата на розмір

Розмірним настроюванням верстата називається процес регулювання відстані між ріжучими крайками інструмента і базувальними елементами верстата (столом, направляючою лінійкою і т.п.) з метою обробки можливо більшої кількості деталей з розмірами в межах заданого допуску протягом настроювального періоду.

Існує три методи розмірного настроювання верстата:

- координатний;
- по еталону;
- по пробних деталях.

Координатний спосіб настроювання здійснюється установкою розміру за допомогою відлікового пристрою (лімба, по упору і т.д.). Настроювання виконується швидко. Однак відліковий пристрій повинен працювати з високою точністю.

При еталонному способі настроювання необхідно мати еталонний зразок деталі, виготовлений з високою точністю і забезпечувати тривалий строк служби.

Метод настроювання верстата по пробних деталях одержав широке поширення. Зміст методу розглянутий нижче.

Теоретично процес розмірного настроювання складається в сполученні поля розсіювання оброблюваного розміру $\omega_{\text{сл}}$ із заданим полем допуску розміру δ . Настроювання верстата для роботи без браку можливі, якщо $\delta > \omega_{\text{сл}}$. В цьому випадку настроювання починається з визначення центра настроювання верстата X_H . Приймаючи $C_2 = 0$ ($\omega_{\text{сл}} = 0$), по рис. 4.6 можна одержати наступні формули для розрахунку значень центра настроювання:

при $C_1 > 0$

$$X_H = d + НПО + \frac{\omega}{2};$$

$C_1 < 0$

$$X_H = d + ВПО - \frac{\omega}{2};$$

$C_1 = 0$

$$X_H = d + \frac{(НПО + ВПО)}{2}$$

де X_H - початковий центр настроювання, мм; d - номінальний розмір деталі, мм; $НПО$, $ВПО$ - відповідно нижнє і верхнє граничне відхилення допуску розміру, мм; ω - поле розсіювання розміру при обробці партії деталей на верстаті, мм.

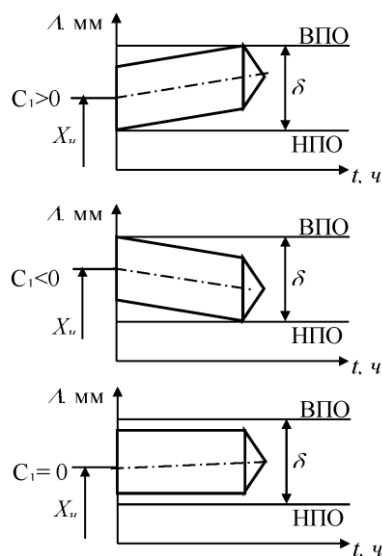


Рисунок 4.6. Схеми до визначення центра настроювання верстата

Для першої вибірки приймають $\omega = 0,9 \delta_{\min}$, де $\delta_{\min}$ - допуск самого точного квалітету, що входить в групу класу точності даного верстата. В наступних вибірках $\omega = 6 S$, де S - середнє квадратичне відхилення розміру в партії деталей, мм.

Налагодження верстата. Налагодження верстата виконують після установки його на фундамент або після ремонту.

Налагодження верстата - це комплекс робіт, що включає перевірку, регулювання і узгодження взаємодії всіх вузлів, установку режимів обробки, пробний пуск і контроль оброблених деталей.

В процесі налагодження встановлюють необхідну величину переміщень супортів, кареток, столів; включають заданий режим роботи верстата; перевіряють затискачі, правильність підведення і відводу робочих органів; роблять розмірне настроювання і обробляють пробні деталі з виміром точності їх розмірів і шорсткості. Перелік і послідовність технологічних операцій при налагодженні встановлюється для кожного верстата окремо.

Виявлені при налагодженні несправності усувають. Налагодження вважається виконаним, якщо верстат забезпечує одержання деталей заданої точності і шорсткості. Переналагодження верстата роблять при необхідності обробляти деталі іншої форми і розмірів.

4. Надійність

Якість машини, її технічні показники цінні лише в тому випадку, якщо вони постійні протягом тривалого часу в умовах нормальної експлуатації.

Властивість машини виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників при заданих режимах і умовах використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання і транспортування називається **надійністю**.

Надійність є функція часу, протягом якого повинна працювати деталь. Якщо час роботи становить 1 годину, то надійність роботи дорівнює $300/400 = 0,75$. Якщо час роботи дорівнює 4 години, то надійність дорівнює $211/400 = 0,53$, при часі 7 годин - $161/400 = 0,4$, при часі 20 годин - $2/400 = 0,005$. Таким чином, надійність є поняття імовірнісне. Значення надійності прагне до нуля в міру збільшення терміну служби машини.

Надійність машини забезпечується сукупністю чотирьох властивостей: безвідмовністю, довговічністю, ремонтопридатністю і збереженням.

Безвідмовність характеризується збереженням працездатного стану машини протягом деякого часу або наробітку. В працездатному стані верстат забезпечує виконання заданих функцій відповідно до нормативно-технічної або конструкторської документації. Через якийсь час роботи верстата в ньому можливі несправності, без усунення яких неможливо подальше виконання верстатом всіх або однієї з його головних функцій по обробці деталей. Втрату працездатності верстата через несправності називають **відмовою**.

В залежності від причини, що викликає відмову, розрізняють відмови явну і сховану, раптову і поступову, конструктивну, виробничу і експлуатаційну.

Явна відмова виявляється візуально або штатними методами і засобами контролю. Цей вид відмови пов'язаний з поломкою елементів і зупинкою машини.

Схована відмова не виявляється візуально або штатними методами і засобами контролю. Вона виявляється при проведенні технічного обслуговування або спеціальних методів діагностики.

Раптова відмова характеризується стрибкоподібною зміною значень одного або декількох параметрів верстата.

Поступова відмова виникає в результаті поступової зміни значень одного або декількох параметрів верстата. Відмова виникає через фізичне або утомне зношування деталей верстата.

Конструктивна відмова виникає з причини, пов'язаної з недосконалістю або порушенням установлених правил і норм проектування і конструювання.

Виробнича відмова виникає через недосконалість або порушення встановленого процесу виготовлення і ремонту, виконуваного на ремонтному підприємстві.

Експлуатаційна відмова пов'язаний з порушенням встановлених

правил і умов експлуатації.

Довговічність - це властивість машини зберігати працездатний стан до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонту. При граничному стані верстата його подальша експлуатація неприпустима або недоцільна, або відновлення його працездатного стану неможливо або недоцільно. Показниками довговічності є технічний ресурс (наробіток до ремонту або повної заміни) і термін служби.

Машина повинна експлуатуватися доти, поки її використання буде технічно і економічно доцільно.

Ремонтопридатність - це властивість об'єкта техніки, що полягає в пристосованості до підтримки і відновлення працездатного стану шляхом проведення технічного обслуговування і ремонту.

При настанні відмови машина повністю або частково втрачає працездатність. Чим швидше і простіше можна відновити працездатність машини, тим надійніше вона буде в експлуатації.

Ремонтопридатність являє собою сукупність технологічності при технічному обслуговуванні і ремонтній технологічності об'єктів техніки.

Збереження - властивість об'єкта зберігати в заданих межах значення параметрів, що характеризують здатності об'єкта виконувати необхідні функції, протягом і після зберігання і транспортування.

5. Технологічні критерії

5.1. Трудомісткість виготовлення машин

Під трудомісткістю виготовлення виробу розуміють сумарні витрати праці на виконання технологічних процесів виготовлення виробу.

Для порівняння різних машин по трудомісткості їх виготовлення часто використовують поняття питомої трудомісткості виготовлення.

Питома трудомісткість виготовлення машини K_T виражається відношенням трудомісткості виготовлення машини A_{TC} до величини її корисного ефекту або номінального значення основного параметра Q :

$$K_T = A_{TC} / Q.$$

Як основний параметр машини можна прийняти встановлену потужність приводів, кВт, або інший показник.

5.2. Критерій технологічних можливостей

Критерій технологічних можливостей відображає простоту і принципову можливість виготовлення машини.

Будь-яка машина може бути зроблена з п'яти типів елементів (агрегатів, вузлів, деталей):

A_c - стандартних або покупних елементів, одержуваних в готовому

вигляді; A_y - уніфікованих елементів, запозичених з машин, що випускаються, багаторазово перевірених; A_{H1} - нових елементів, виготовлення яких не викликає утруднень, але вимагає розробки і налагодження технології їх виготовлення; A_{H2} - нових елементів, виготовлення яких викликає значні утруднення (потрібні розробка нової технології з виготовленням складного технологічного оснащення, придбання дорогого устаткування); A_{H3} - нових елементів, виготовлення яких викликає поки непереборні труднощі.

Критерій технологічних можливостей знаходять по формулі

$$K_{TB} = \varepsilon \frac{k_c A_c + k_y A_y + k_{H1} A_{H1} + k_{H2} A_{H2}}{A_c + A_y + A_{H1} + A_{H2} + A_{H3}}$$

де $\varepsilon = 1$, якщо $A_{H3} = 0$ і $\varepsilon = 0$, якщо $A_{H3} > 0$; k_c, k_y, k_{H1}, k_{H2} - вагові коефіцієнти, $k_c = 1, k_c > k_y > k_{H1} > k_{H2}$, наприклад, $k_y = 0,5; k_{H1} = 0,2; k_{H2} = 0,01$; $A_c, A_y, A_{H1}, A_{H2}, A_{H3}$ - відповідно число найменувань стандартних, уніфікованих і нових елементів у машині.

Критерій $0 \leq K_{TB} \leq 1$, і чим він більше, тим більше зберігаються відомі рішення в машині, тим більшою мірою використовуються покупні і уніфіковані елементи, багаторазово перевірені в роботі й виготовленні.

Конструктор часто прагне задовольнити високі вимоги до машини відомими, традиційними структурами, використовуючи конструктивні рішення, вже відпрацьовані на відомих зразках. Такий підхід вимагає мінімуму витрат часу і засобів, але спричиняє небажані наслідки.

При зайвому захопленні наступністю, запозиченням, уніфікацією, спробою скористатися тим, що вже створено і випробуване, неможливо забезпечити необхідного росту рівня показників машин, неможливо лідувати на світовому ринку. Спроектовані в такий спосіб машини швидко морально старіють і через короткий час мають потребу в додатковій модернізації.

Однак це не значить, що треба розробляти тільки нові машини. Як правило, бажаний результат можна досягти при комбінації відомих рішень з новими структурними рішеннями, побудованими на сучасних фізичних і технологічних принципах.

Звичайно в нові сучасні машини з раніше розроблених прототипів переноситься в середньому до 50% конструктивних рішень без переробок або з частковими змінами. При цьому високі значення показників наступності досягаються за рахунок в основному другорядних структурних елементів, перенесених з одного покоління машин в інше. Основні підсистеми при цьому, як правило, створюються заново.

5.3. Використання матеріалів

Матеріалосмність машини характеризується витратою матеріалів,

необхідних на її виготовлення, експлуатацію і ремонт. При аналізі машин користуються поняттям питомої матеріалоємності $K_{уд.м}$, величина якої визначається відношенням матеріалоємності машини до величини її корисного ефекту або номінального значення основного параметра:

$$K_{уд.м} = \frac{G}{P},$$

де G - маси машини; P - основний параметр машини.

Значення питомої матеріалоємності деревообробних верстатів наведені в табл. 4.

Таблиця 4 - Питома матеріалоємність деревообробних машин

Верстати	Питома матеріалоємність $K_{уд.м}$			Параметр P , см
	по P , кг/см	по продуктивності, кг/(м·хв ⁻¹)	по потужності, кг/кВт	
Лісопильні рами двоповерхові	250 - 300	2000	250 - 300	Просвіт
Круглопилкові верстати:				
для колод	80	100	70 - 90	Висота пропила
для дощок:				
обрізні	200	30 - 40	40 - 60	Те ж
прирізні	180	70	140 - 160	Те ж
Стрічкопилкові для колод	30 - 350	700 - 800	200 - 250	Те ж
Фугувальні	12 - 15	60 - 70	150 - 170	Ширина стола
Рейсмусові	25 - 30	90 - 100	180 - 220	Те ж
Чотирибічні поздовжньо-фрезерні:				
важкі	150 - 250	100 - 120	50 - 70	Ширина деталі
легкі	100 - 150	120 - 170	90 - 110	Те ж
Фрезерні:				
з нижнім шпинделем	70	100 - 120	130 - 150	Висота обробки
з верхнім шпинделем	250	400 - 500	350 - 450	Те ж
Шипорізно-рамні:				
двосторонні	200 - 250	50 - 700	150 - 170	Довжина деталі
ящикові	25 - 35		90 - 110	Ширина обробки
Свердлильно-пазувальні	25 - 35		150 - 170	Діаметр свердла
Токарні	30 - 50		500 - 600	Висота центра

Зниження маси нових машин має велике техніко-економічне значення. Зниження маси досягається різними способами. Найбільш прогресивні з них наступні:

- застосування підвищених частот обертання валів. Застосування великих швидкостей дозволяє позбутися від важких і громіздких редукторів, спростити передавальну частину машини, знизити навантаження на деталі і зробити деталі легкими;
- виготовлення деталей з більш міцних і легких матеріалів: легованих сталей, пластмас і інших матеріалів;
- застосування в кінематиці верстата прогресивних видів привода, вузлів безступінчастого регулювання;
- застосування більш точних методів розрахунку деталей на міцність і жорсткість.

Металоємність верстатів характеризується **критерієм металоємності** K_m , що дорівнює відношенню маси машини G до її головного показника ефективності Q (встановлена потужність, кВт; максимальна ширина обробки, см, для фугувальних, рейсмусових і інших верстатів; продуктивність, шт/хв, м/хв і т.д.): $K_m = G / Q$.

5.4. Розчленовування машини на елементи

Критерій розчленовування машини на елементи служить мірою оптимальності розчленовування машини на вузли і деталі з метою спрощення технології розробки, доведення, виготовлення, ремонту, модернізації, уніфікації і стандартизації.

Чим менше в машині складальних одиниць і деталей, тим менше її маса, вище жорсткість і надійність, менше трудомісткість механічної обробки і зборки.

Більше розчленовування машини на складальні одиниці і деталі теж має свої переваги. Більше розчленовування машини з новими елементами дозволяє скоротити час і трудомісткість розробки і доведення машини в цілому. В процесі розробки і доведення нового верстата економічніше і простіше усувати недоліки окремих більше простих вузлів і деталей. Розширюються можливості уніфікації і стандартизації.

6. Витрати на інформаційне забезпечення

Критерій витрат на інформаційне забезпечення K_{uo} визначається як відношення витрат S на придбання і експлуатацію обчислювальної техніки, розробку програмного або інформаційного забезпечення, проведення досліджень машини на патентну чистоту, на можливість захисту її патентом до одному з показників ефективності Q : $K_{uo} = S / Q$.

7. Антропологічні критерії розвитку

Антропологічні показники забезпечують максимальну пристосованість машини до людини, зниження дискомфорту, підвищення позитивних емоцій.

Критерій ергономічності характеризує використання в системі

людина-машина фізичних, психологічних і інтелектуальних можливостей людини. Для зниження стомлюваності робітників у конструкції машини з ручним керуванням повинні враховуватися фізіологічні і психологічні вимоги, обумовлені будовою людського тіла і діяльністю його органів. Положення рукояток і кнопок керування верстатом повинно визначатися з урахуванням росту робітника, з урахуванням положення тіла людини під час роботи - при роботі стоячи або сидячи.

Для сучасних автоматизованих машин, що працюють без участі людини, ергономічні вимоги пред'являються тільки до тих органів автомата, які використовуються робітником при його налагодженні і настроюванні.

Краса верстата. При конструюванні загального вигляду і складальних одиниць машини велика увага приділяється їх зовнішньому вигляду, тобто технічній естетиці. Їх зовнішнє оформлення повинно робити на людину сприятливе враження.

Гарний зовнішній вигляд машини забезпечується інженерами-дизайнерами і конструкторами.

Безпека роботи верстатів. Деревообробний верстат з погляду безпечної роботи повинен забезпечити виключення випадкових нещасних випадків при роботі на ньому навченого персоналу, а також попередження травмування робітників шляхом створення нормальних умов експлуатації і обслуговування.

До основних небезпечних і шкідливих факторів деревообробних верстатів відносяться:

- підвищені запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму і вібрації;

Шум - це сукупність звуків різної частоти й інтенсивності (сили), що виникають в результаті коливального руху часток у пружних середовищах. По своїй фізичній сутності шум ідентичний звуку. Звуком називається хвильове збурювання пружного середовища, здатне впливати на орган слуху в межах його частотного і динамічного діапазону. Звукові процеси характеризуються звуковим тиском, довжиною хвилі, швидкістю поширення звукових хвиль і частотою коливань.

Шум, будучи загальнобіологічним подразником, не тільки діє на органи слуху людини, але і може викликати розлад серцево-судинної і нервової систем, травного тракту, а також сприяти виникненню гіпертонічної хвороби. Крім того, шум є однією з причин швидкого стомлення працюючих, що може привести до нещасного випадку.

Інтенсивний шум при щоденному впливі приводить до виникнення професійного захворювання - приглухуватості, що виражається в поступовій втраті гостроти слуху.

У зв'язку з цим рівень звуку в робочій зоні верстата повинен бути не більше 78 дБ.

Вібрація являє собою механічні коливальні рухи, причиною виникнення яких є динамічні силові впливи при роботі машин і агрегатів.

Вібрація виникає при роботі машин і механізмів, інструментів, що мають нерівноважений обертовий або здійснюючи зворотно-поступальний рух вузли і деталі.

Основними параметрами, що характеризують вібрацію, є: амплітуда зсуву (найбільше відхилення точки від положення рівноваги) A , м; коливальна швидкість V , м/с; прискорення коливань W , м/с²; період коливань T , с; частота коливань f , Гц.

Екологічна безпека верстата оцінюється екологічним ефектом, що розглядається в двох формах. Одна з них проявляється в економії витрат на відтворення окремих видів ресурсів у результаті більше раціонального їх використання, комплексної переробки, утилізації відходів і т.п. Інша форма екологічного ефекту пов'язана із запобіганням збитку, нанесеного навколишньому природному середовищу. Мається на увазі скорочення шкідливих викидів в атмосферу, у водні джерела, в землю.

Працюючий деревообробний верстат створює запилення атмосферного повітря в робочій зоні. Для запобігання цієї небезпеки верстат повинен бути підключений до аспіраційної системи. Для цього верстат повинен мати приймач і для нього експериментальним шляхом повинні бути встановлені значення витрати повітря, швидкості повітряного потоку і гідравлічного опору.

Деревообробна машина повинна бути екологічно безпечна і економічно рентабельна. При цьому критерій екологічної безпеки є більше важливим, чим критерій рентабельності. Верстати з непередбаченими небажаними наслідками в їх нормальному режимі функціонування, що загрожують життю і здоров'ю людей, неприпустимі.

Екологічна безпека машини визначається не тільки на стадії експлуатації, але і на всіх дванадцятьох стадіях життєвого циклу всіх вузлів, деталей (НИР; технічне завдання; проектні роботи; виготовлення дослідних зразків; випробування зразків; доведення; підготовка виробництва; виробництво виробів; експлуатація; капітальний ремонт; експлуатація після ремонту; утилізація). При цьому особлива увага приділяється екологічній безпеці машини на стадії списання (утилізації).

Контрольні питання

1. На кресленні деталі зазначений розмір $75^{+0,021}_{+0,002}$ мм. Як називаються числа 75; +0,021; +0,002; 75,021; 75,002; 0,021 - 0,002 = 0,019? 2. Дайте визначення посадки. Які посадки називаються з зазором, натягом і перехідні? 3. Дайте визначення квалітету. Які квалітети встановлені в машинобудуванні і в деревообробній промисловості? 4. В яких випадках

використовують терміни "відхилення розмірів" і "розсіювання розмірів"? 5. Дайте визначення систематичних і випадкових погрешностей. 6. По якому принципі призначені класи точності верстата? Викладіть методику визначення класу точності верстата. 7. Дайте визначення понять надійності, безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності, збереження. 8. Відмова верстата може бути явною, ... (перелічіть інші види відмов устаткування). 9. В класі технологічних критеріїв розрізняють критерій трудомісткості виготовлення машини, ... (перелічіть інші критерії). 10. Якими показниками оцінюється безпека деревообробного верстата?

Лекція 5

ЕЛЕМЕНТИ ДЕРЕВООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ. БАЗУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

1. Класифікація та індексація верстатів. 2. Структура функціональних вузлів, механізмів і елементів дереворізальних верстатів. 3. Схематика верстатів. 4. Складові частини верстатів. 5. Базувальні пристрої.

1. Класифікація та індексація верстатів

Класифікація верстатів. По призначенню деревообробні верстати підрозділяють на три види: *загального призначення* (універсальні), що мають широке поширення в різних деревообробних виробництвах; *спеціалізовані*, призначені для виконання тільки певних видів обробки, розміри якої можуть змінюватися переналагодженням верстата; *спеціальні*, що використовуються для певної обробки в умовах масового виробництва з майже незмінними розмірами.

Набір верстатів-автоматів, розташованих послідовно відповідно до ходу технологічного процесу і пов'язаних загальним транспортом і керуванням, називають *автоматичною лінією*.

Деревообробні верстати бувають з переривчастим реверсивним рухом оброблюваної деталі або різального інструменту (циклові) і з безперервним переміщенням оброблюваного матеріалу (прохідні).

В циклових верстатах при повторенні циклу обробки робочі органи роблять однакові повторювані реверсивні поступальні або поворотні рухи.

В прохідних верстатах деталь безупинно (постійно) переміщається відносно робочих органів і обробляється в русі. В таких верстатах рух подачі і транспортування деталі виконуються одночасно, тому продуктивність процесу підвищується.

Залежно від способу обробки деревини і виду виконуваної технологічної операції розрізняють верстати круглопилкові, стрічкопилкові, фугувальні, рейсмусові, чотирибічні поздовжньо-фрезерні, фрезерні, шипорізні, свердлильно-присадні, токарні, шліфувальні, а також верстати

для зборки деталей у виріб.

Індексація верстатів. Кожний тип верстата має конкретне конструктивне виконання, що характеризує його модель. Для позначення виду і типу верстатів прийнята буквено-цифрова індексація. Перша буква (іноді дві) індексу позначає тип верстата: Л – стрічковий; Ц – круглопилковий (застаріла назва *циркульний*), С – чотирибічний поздовжньо-фрезерний (застаріла назва *стругальний*), фугувальний, рейсмусовий; Ф – фрезерний; Ш – шипорізний; Св – свердлильний; Шл – шліфувальний і т.п.

Друга і третя букви індексу характеризують технологічні особливості верстата: наприклад, ЛС – стрічкопилковий столярний, ЦДК – круглопилковий для поздовжнього розпилювання (циркульний ділильний – ЦД) з конвеєрною (К) подачею, СР – рейсмусовий, ФС – фрезерний середній, СВПГ – свердлильно-пазувальний горизонтальний і т.д.

Цифри після першої букви (або між буквами) індексу вказують на кількість робочих органів або агрегатів верстата, наприклад: С2Ф – фугувальний верстат з двома (горизонтальним і вертикальним) різальними інструментами, С2Р – рейсмусовий верстат з двома ножовими валами і т.п.

Цифри після букв індексу характеризують головний параметр верстата. Наприклад: індекс верстата СР6-9 означає верстат рейсмусовий (СР), а наступні за буквами цифри характеризують технологічні особливості верстата: ширина стола 630 мм (6), дев'ята модель (9). Аналогічно розкривається індекс верстата ЛС80-5: верстат стрічкопилковий столярний (ЛС), діаметр пильних шківів 800 мм (80), п'ята модель (5).

Індексація деяких верстатів не відповідає описаному принципу, наприклад 2ШлКН – шліфувальний двоагрегатний верстат (2Шл) з конвеєрною подачею (К) і нижнім розташуванням агрегатів (Н). По буквено-цифровому індексі можна швидко визначити тип верстата, найбільш важливий (головний) розмір оброблюваного виробу і конструктивне виконання (модель) верстата.

Крім того, для повної класифікації верстатів використовують основні параметри: найбільший і найменший розміри оброблюваних деталей, найбільшу і найменшу швидкість подачі, частоту обертання шпинделя, сумарну (встановлену) потужність всіх двигунів, габаритні розміри і масу верстата.

В цей час збільшується випуск верстатів багатоцільового призначення, на яких виконується набір різноманітних операцій в послідовності технологічного процесу виготовлення виробу. Наприклад, модель МДЦ-10 – багатоцільовий деревообробний центр для обробки брусків деталей і склеєних рамкових конструкцій дерев'яних вікон і балконних дверей для житлових і суспільних будинків.

2. Структура функціональних вузлів, механізмів і елементів дереворізальних 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 і функціональні механізми. До них відносяться станина, механізм головного руху, механізм подачі, базувальні пристрої, притискні й затискні пристрої, механізми регулювання, керування, настроювання, допоміжні пристрої та приводи.

Під час оброблення деревини на верстатах відбувається взаємодія між заготівкою та інструментом, що забезпечується рухом різання (головний рух) і рухом подачі (додатковий рух). З теорії різання відомо, що рух, який забезпечує знімання однієї стружки, називають рухом різання, а рух, що забезпечує знімання наступної стружки, називають рухом подачі. Механізми, що створюють ці рухи, є **основними**. Сюди потрібно віднести і систему базування заготівки, без якої неможливо забезпечити точність оброблення та необхідну шорсткість оброблених поверхонь.

Крім основних, на верстатах встановлюють **допоміжні** механізми, які забезпечують роботу основних і виконують такі функції, як налагодження, мащення, завантаження і розвантаження заготівки.

Якщо механізми виконані як окремі складальні одиниці, то їх називають **функціональними вузлами**. Вони монтуються на окремих елементах верстата: станині, опорах, кронштейнах, стійках та порталах.

Структуру функціональних вузлів, механізмів і елементів дереворізальних верстатів наведена на рис. 5.1. З цього рисунка бачимо, що **механізм різання** складається з трьох елементів: робочого органа, передачі і двигуна. В сукупності двигун і передача називають приводним механізмом. **Робочим органом** механізму різання називають вузол, на якому безпосередньо кріпиться інструмент. Наприклад: пилковий вал, ножовий вал, пилкова рамка, пилкові шків, ножовий супорт, ножовий диск, ножовий ротор тощо.

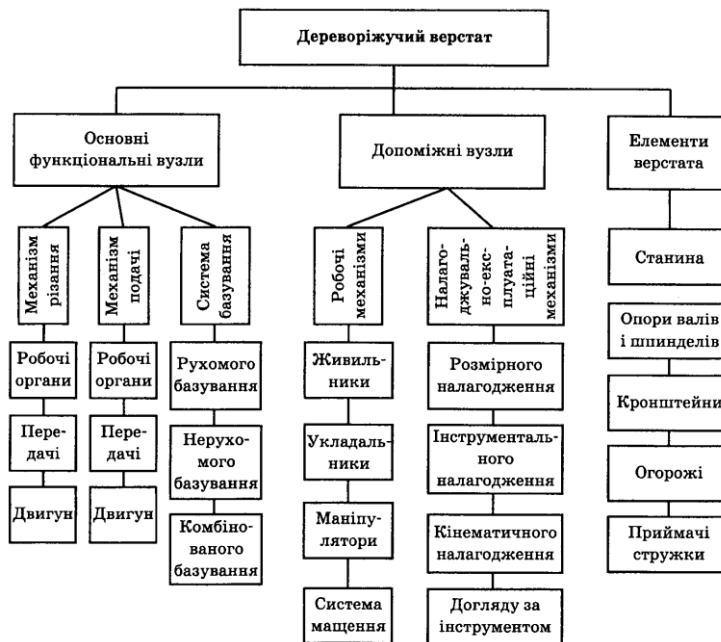


Рисунок 5.1. Структура функціональних вузлів дереворізальних верстатів

В механізмах різання, як правило, використовують одну або дві **передачі**. Це пояснюється тим, що частота обертання робочих органів механізму різання в більшості випадків наближається до частоти обертання електродвигунів. Характерна також наявність приводу без використання проміжних механічних передач, за яких робочим органом є вал спеціального електродвигуна.

Двигуном механізмів різання виступають, як правило, електродвигуни. Найпоширенішими є одношвидкісні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором. На деяких верстатах, наприклад, пилорамах, застосовують електродвигуни з фазним ротором, оскільки весь механізм різання громіздкий, має великі інерційні маси, і для його зрушення під час пуску треба прикласти великий пусковий момент. Цього, на жаль, не може забезпечити асинхронний двигун з короткозамкненим ротором, який є простим за конструкцією, невибагливим в експлуатації, надійним у роботі. Використовують в механізмах різання також високошвидкісні двигуни серії 4АХД з підсиленням валом і підшипниками, що дозволяє встановлювати інструмент безпосередньо на валу електродвигуна.

Заслужовує на увагу також використання синхронних двигунів для приводів пилорам, рубальних верстатів тощо. Потужності електродвигунів механізмів різання - від десятих часток до сотень кіловат.

Робочими органами механізму подачі є різноманітні конструкції вальців, гусениць, ланцюгів з упорами, барабанів, карусельних столів, візків тощо. Ці органи, як правило, подають заготованку. Алі є і такі верстати, де подача здійснюється інструментом на нерухому заготівку. В таких верстатах

робочим органом механізму подачі є супорти, коливні рамки, ротори. На цих робочих органах монтується механізм різання.

Передавальні механізми в механізмах подачі дуже розвинені та використовують всі відомі передачі. Успішно експлуатуються пасові, ланцюгові, всі види зубчастих, фрикційні, планетарні та хвильові передачі. Окремими вузлами застосовують редуктори, варіатори та коробки подач.

Двигунами механізмів подачі можуть бути електродвигуни, гідроциліндри, пневмоциліндри або пневмогідроциліндри. Доцільно також відзначити, що в деяких верстатах необхідно забезпечити певне співвідношення або синхронність руху різання і подачі, наприклад, у лушильних, шпоностругальних, токарних верстатах, деяких типах пилорам. В цьому випадку привод механізму подачі здійснюють від механізму різання, де використовують потужні електродвигуни і завжди є резерви потужності.

Система базування забезпечує орієнтування заготовки відносно інструменту в процесі оброблення. Система включає установочні поверхні верстата та механізми притискання заготовок до цих поверхонь. Установочними поверхнями називають поверхні столів, напрямних лінійок, упорів. Часто такими поверхнями виступають робочі органи механізмів подачі: вальці, гусениці, столи кареток, візків тощо. Притискання заготовок здійснюється за допомогою роликів, колодок, притискних пасів.

Допоміжні вузли поділяють на робочі й налагоджувально-експлуатаційні.

До **робочих вузлів** належать живильники та укладачі заготовок, маніпулятори, що перебазовують заготовки в процесі оброблення, механізми автоматичного мащення.

До **налагоджувально-експлуатаційних** відносять механізми розмірного та інструментального настроювання, зміни швидкостей подачі та швидкостей різання, догляду за інструментом. Наприклад, для оброблення заготовок різних розмірів на прирізному верстаті ЦДК4-3 є механізми регулювання за висотою супорта з притискними вальцями та прямої лінійки. **Інструментальне настроювання** здійснюється окремим механізмом, що регулює за висотою положення пиляння під час зміни її діаметра, а для **кінематичного настроювання** використовують третій механізм, що приводить в рух варіатор для зміни швидкості подачі. В багатьох верстатах ці механізми суміщаються та можуть бути різного ступеня складності.

З усіх функціональних вузлів особливе місце займають ті, на яких монтують інші вузли. Ці вузли називають **базовими**. Вони визначають точність взаємного положення заготовок та інструменту.

Станина є базовим елементом верстата. Форму станини визначає: розміщення в просторі основних механізмів верстата; маса та розміри цих

механізмів; характер переміщень робочих органів тощо. Станини бувають вертикальні та горизонтальні. За конструкцією станини поділяють на суцільні, рамні та на ніжках. Виготовляють станини з чавуну, сталі або залізобетону. Зварні станини мають ряд переваг, бо менш металомісткі, швидко виготовляються, простіше модернізуються.

Залізобетонні станини зручні для автоматичних і напівавтоматичних ліній.

Від базових елементів залежить жорсткість, вібростійкість і точність роботи верстатів.

3. Схематика верстатів

Вивчення машини починають із знайомства з її графічним відображенням у вигляді схем.

Принциповою називають схему, що дає можливість зрозуміти принцип роботи машини та її основну ідею. На принциповій схемі умовно зображають інструмент, заготовку, органи подачі, способи базування та їх взаємодію.

Принципова схема показує, яким є рух робочих органів верстата, але не відображає, як це здійснюється. До принципової схеми дають опис, в якому пояснюється робота машини. На рис. 5.2 показано принципову схему круглопилкового верстата.

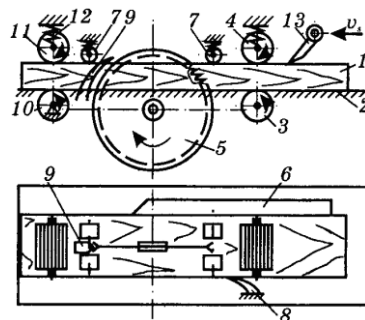


Рисунок 5.2. Принципова схема круглопилкового верстата: 1 – заготовки; 2 – стіл; 3, 4 – передні подавальні вальці; 5 – кругла пилка; 6 – напрямна лінійка; 7 – ролики; 8 – боковий пружинний притискач; 9 – розклинювальний ніж; 10, 11 – задні подавальні вальці; 12 – пружини; 13 – кігті

Заготовки 1 в зоні завантаження кладуться на стіл 2, звідки вони подаються під передні подавальні вальці 3 і 4. Далі вальці подають заготовку на круглу пилку 5, що здійснює обертний рух проти подачі. В зоні розпилювання заготовка базується на столі 2 в горизонтальній площині і напрямній лінійці 6 у вертикальній площині. Притискання заготовки до базових поверхонь верстата здійснюється роликами 7, розміщеними над столом. Притискання заготовки до напрямної лінійки здійснюється боковим

пружинним притискачем 8. За пилкою встановлений розклинювальний ніж 9, що забезпечує рух неробочої частини пиляння без зачеплення зубів за стінки пропилу, що може спричинити викидання заготовок назад. На виході заготовка підхоплюється задніми подавальними вальцями 10, 11 і витягується з верстата. Притискання верхніх подавальних вальців і роликів здійснюється пружинами 12. Додатковий захист проти викидання заготовок забезпечується кігтями 13. Верхні і нижні вальці приводні, а їх поверхня рифлена. Принципові схеми креслять в одній площині, доповнюючи видами або перерізами в площинах, що сприяє кращому їх розумінню. У випадку складних схем для кращого їх сприйняття креслять просторові схеми.

Кінематичною називають схему, що показує, як передаються рухи в машині за допомогою механічних передач. Умовні позначення виконуються за стандартом. На кінематичній схемі показують частоту обертання та потужності електродвигунів, діаметри шківів, кількість зубців зірочок і шестерень, крок ланцюгів та інші параметри. Якщо елементи кінематичної схеми мають позиції, то до кінематичної схеми додають таблицю, в якій наводять всі параметри передач. Це дає можливість виконувати розрахунки швидкостей різання, швидкостей подачі, частот обертання валів тощо.

Гідравлічною називають схему, що показує склад і послідовність з'єднання елементів гідравлічного механізму. Для зображень використовують умовні позначення за стандартом. До схеми додають таблицю з переліком елементів, їх параметрів і описом роботи.

Пневматичною називають схему, що відображає склад та послідовність з'єднання пневматичного механізму.

Електрична схема відображає склад та послідовність з'єднання елементів електричної частини машини.

Гідравлічні, пневматичні та електричні схеми поділяють на принципові і монтажні. **Принципові схеми** описують принцип роботи, а **монтажні** показують, як здійснюється монтаж окремих елементів і агрегатів.

Для складних багатоопераційних автоматів і автоматичних ліній складають ще **циклову діаграму**, що відображає послідовність роботи окремих механізмів у часі. На рис. 5.3 наведено циклову діаграму (циклограму) роботи лінії пресування.



Рисунок 5.3. Циклова діаграма роботи лінії пресування

4. Складові частини верстатів

Пристрій деревообробних верстатів визначається їх технологічним призначенням. Однак розрізняючись технологічним призначенням і способом руху оброблюваної деталі, верстати мають подібні конструктивні елементи і функціональні механізми, що полегшує їх виробництво і експлуатацію. Використання в різних верстатах часто повторюваних нормалізованих елементів і покупних деталей називають *нормалізацією*.

Іноді верстати повністю складаються з однакових складових частин і відрізняються один від одного тільки компонованням, тобто взаємним розташуванням основних робочих органів. Таке запозичення елементів називають *уніфікацією*.

Якщо верстати збирають з окремих покупних агрегатів, які випускаються серійно спеціалізованими заводами, то їх називають *агрегатними*.

Елементи верстатів розділяють по виконуваним ними функціям. Для установки і монтажу всіх складових частин верстата служить основа – **станина**. Вона не робить робочих рухів у процесі обробки деталей і встановлюється на фундамент або спеціальні віброізолюючі опори. На станині розташовані **корпусні деталі** (стійки, поперечки, траверси, кронштейни і т.п.), які сприймають сили різання і сили ваги робочих органів і утворюють несучу систему верстата. В процесі обробки корпусні деталі звичайно не переміщуються, однак у ряді випадків їх можна переставляти в інше положення до початку обробки деталі.

До станини і корпусних деталей пред'являються підвищені вимоги точності і жорсткості, тому що показники цих властивостей визначають якість обробки деталей.

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

Елементи верстата, призначені для забезпечення головного руху, називають **механізмом різання**. Звичайно механізм різання з обертовим рухом роблять у вигляді складальної одиниці, що включає в себе приводний електродвигун, ножовий вал, шпindel або пильний вал. На них кріплять різальний інструмент, що при обертанні викликає рух різання.

Для забезпечення настроювальних переміщень у верстаті є супорти і механізми настроювання. **Супорт** має точно оброблені поверхні, які називають напрямними. Точно такі ж напрямні роблять на станині або корпусній деталі. На них при зборці встановлюють супорт. Для переміщення супорта з робочим органом в задане положення служить *механізм настроювання або позиціювання*. Бувають механізми настроювання ручні, механізовані і з програмним управлінням.

Правильне розташування заготовки щодо різального інструменту досягається спеціальними **базувальними пристроями**. Вони містять в собі настановні елементи верстата: столи, направляючі лінійки, косинці, упори й інші базові опорні елементи.

За допомогою *притисків* у прохідних верстатах забезпечується стійке положення оброблюваної деталі щодо базувальних елементів. Притиски роблять у вигляді нескінченних клинових ременів, ланцюгів або роликів.

Надійне закріплення деталі на циклових верстатах забезпечують *затискними* механізмами. Їх відмінною рисою є нерухомий контакт з заготовкою в процесі її обробки. Для запобігання псування деталі робочі елементи затискачів оснащують знімними пластмасовими або гумовими накладками.

Для механізації допоміжних рухів (притиску, базування, настроювання) у верстатах широко використовують пневматичний або гідравлічний привід.

Механізм подачі призначений для забезпечення руху подачі заготовки або інструмента. В *прохідних верстатах* він часто виконується у вигляді ланцюгового або гусеничного конвеєра, вальців або роликів. В *циклових верстатах* механізмом подачі є звичайно рухомий стіл або каретка.

Важливі елементи верстата – **огорожувальні й запобіжні пристрої**. Ці пристрої охороняють робітника від випадкового торкання обертових і поступально рухомих деталей верстата або викиду заготовки. Їх роблять у

вигляді ковпаків, кришок, кігтевого захисту й т.п. Огородження повинні бути заблоковані з приводом верстата і при їх видаленні, відімкненні або повороті верстат повинен автоматично вимикатися.

Поширення високого рівня звуку, що виникає в зоні різання, запобігають спеціальні *звукоізолюючі огороження*. Їх конструюють у вигляді кожухів і кабін з дверцятами, що відкриваються, для доступу до інструментів і механізмів верстата. Верстати оснащені також системою видалення відходів обробки матеріалів.

До **органів управління** верстата відносяться маховички, педалі, рукоятки, кнопки, перемикачі. В складних механізованих верстатах органи керування виконують у вигляді пульта, на якому розміщують кнопки включення і вимикання робочих органів. У верстатах з програмним управлінням для введення даних є клавіатурний блок, а відображення інформації здійснюється за допомогою пристрою цифрової індикації або дисплея.

До **допоміжних елементів** верстата відносяться інструментальне оснащення, шаблони, контрольно-вимірювальні пристосування, спеціальні ключі, пристрої для змазування тертьових частин верстата: маслянки, шприци, насоси для подачі масла і т.п.

Сучасні верстати оснащують завантажувально-розвантажувальними пристроями. Ці пристрої можуть бути нетиповими, вбудованими у верстат, а також у вигляді самостійних оригінальних механізмів, спеціальних маніпуляторів або роботів загального призначення.

5. Базувальні пристрої

5.1. Поняття і визначення

Для одержання на верстаті деталі заданої форми і 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 і упорну. Для дошки, наприклад, головною базувального поверхнею буде пласк, направляючою базою - бічна довга крайка і упорна база - торцева поверхня.

Верстати для базування забезпечуються системою базувальних пристроїв. До них відносяться власне базувальні (орієнтуючі) елементи, які

називають ще настановними базами верстата, а також притискні й затискні елементи. Наставними базами на верстатах можуть бути столи, каретки, супорти, направляючі лінійки, косинці, упори і т.д. Крім того, на верстаті можуть бути дійсні напрямні.

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

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

5.2. Базування деталі

Для забезпечення якісної обробки необхідно виконати орієнтування, закріплення і базування заготовки в необхідному положенні відносно робочих органів верстата.

Орієнтування – це зміна розташування заготовки щодо верстата з метою досягнення необхідного напрямку подачі. Воно завжди передуює обробці заготовки і здійснюється вручну або спеціальним орієнтуючим пристроєм: гвинтовими роликами, диском, відхиляючим щитком, штовхачем і т.п.

У ряді випадків заготовки подають у верстат послідовно із заданим інтервалом часу або проміжками між торцями. Для забезпечення такого способу подачі використовують спеціальні відсікачі і прискорювачі. Коли ж потрібно сформувати суцільний потік деталей, застосовують рядонаборний пристрій. Неправильне орієнтування заготовки часто є причиною браку деталі або поломки робочих органів верстата.

Закріплення – надання заготовці надійного і стійкого положення в процесі обробки. Закріплюють заготовку затискними і притискними пристроями.

Базування – процес збереження орієнтованого положення заготовки у верстаті на період її обробки. Базування є відповідальним етапом механічної обробки, тому що якість його виконання визначає точність обробленої деталі. Завдання правильного взаємного розташування заготовки і робочих інструментів у верстаті вирішуються призначенням технологічних баз.

Технологічною базою називається сукупність базувальних поверхонь, використовуваних для правильної орієнтації заготовки щодо різального інструменту в процесі обробки. Опорні елементи верстата, що визначають задане положення заготовки у верстаті, називають *настановною базою*.

Заготовки, оброблювані на деревообробних верстатах, звичайно мають правильну призматичну форму у вигляді брусків, дощок або щитів.

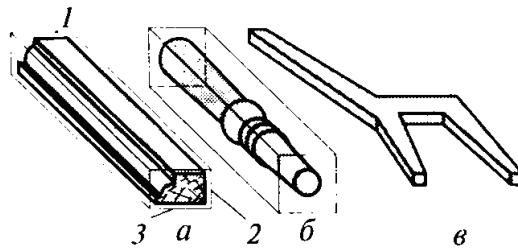


Рисунок 5.4. Форма заготівок і деталей, оброблюваних на деревообробних верстатах: *а* – призматична; *б* – тіла обертання; *в* – складна; 1 – упорна поверхня; 2 – напрямна поверхня; 3 – головна поверхня

Одержувані на верстаті деталі бувають прямолінійні з профільним поперечним перерізом (рис. 5.4, *а*), у вигляді тіла обертання (рис. 5.4, *б*) або складної просторової форми (рис. 5.4, *в*). Базувальними поверхнями призматичної заготовки є її пласть, крайка і торець, які відповідно називаються *головна 3, напрямна 2 і упорна 1* поверхні. При базуванні ці поверхні стикаються з відповідними настановними поверхнями опорних елементів верстата.

Умови базування залежать від виду технологічної операції і необхідної точності обробки деталі. Для створення плоскої поверхні заготовки (фугування) необхідна тільки одна головна настановна поверхня верстата у вигляді, наприклад, переднього і заднього столів фугувального верстата (рис. 5.5, *а*). Напрямна лінійка 2 в цьому випадку не впливає на точність форми (пласти) обробленої деталі.

Якщо потрібно обробити крайку деталі з заданим відхиленням її від перпендикулярності до пласти, то повинні бути використані дві базувальні поверхні заготовки (пласть і крайка) і відповідні їм дві опорні поверхні: стіл і напрямна лінійка.

Нарешті, коли при обробці формується поверхня з розмірами по трьох координатних осях (рис. 5.5, *б*), необхідний весь комплект базувальних поверхонь (головні, напрямні і упорна поверхні заготовки).

В цьому випадку використовують стіл 1, напрямну лінійку 2 і упор 4. Ці елементи виключають будь-який зсув заготовки в просторі по трьох осях координат і визначають розміри L , B і глибину H отвору, що висвердлюється.

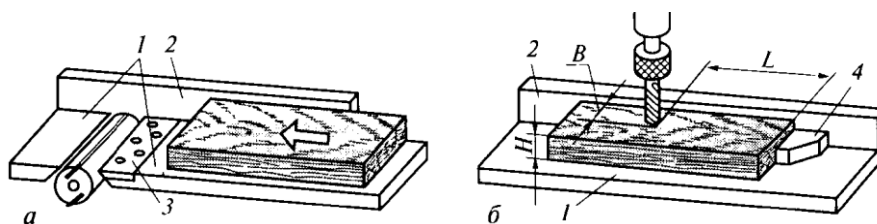


Рисунок 5.5. Базування деталі: *а* – рухоме; *б* – нерухоме; 1 – столи; 2 – напрямна лінійка; 3 – накладка; 4 – упор

Залежно від виду контакту заготівки з настановними елементами верстата розрізняють рухоме і нерухоме базування.

При *рухомому базуванні* оброблювана заготівка в процесі обробки перебуває з опорними елементами в стані рухомого контакту, тобто ковзання або кочення, і відбувається постійна зміна її опорних точок (рис. 5.5, а). При *нерухомому базуванні* заготівка при обробці нерухома щодо опорних елементів верстата (рис. 5.5, б).

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

На рис. 5.6 показана схема комбінованого базування колоди.

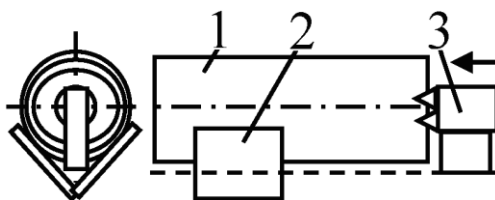


Рисунок 5.6. Комбіноване базування

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.

4.2. Столи і напрямні лінійки

Настановна база верстата часто виконується у вигляді плоскої поверхні стола. Для полегшення переміщення заготівки по столі його поверхню іноді формують з роликів, утворюючи яких розташовані в одній площині.

Опорні елементи для базування оброблюваних деталей мають безліч конструктивних виконань. До них відносяться столи, направляючі лінійки, упори й інші опорні елементи.

Столи для нерухомого базування деталей виготовляють у вигляді плит з плоскою або рифленою робочою поверхнею, що має великий коефіцієнт зчеплення із заготівкою.

Стіл для рухомого базування деталі, навпаки, повинен мати гладку поверхню з малим коефіцієнтом тертя ковзання. В процесі роботи крайка стола, що примикає до різального інструменту, звичайно інтенсивно зношується. Тому зазначену частину стола оснащують сталевую знімною загартованою накладкою 3, що кріплять гвинтами (див. рис. 5.5, а). На столі звичайно монтують напрямні лінійки або косинці. Часто столи оснащують роликами або роблять у вигляді роликового конвеєра, що істотно знижує опір подачі матеріалу.

На рис. 5.7 показаний роликовий стіл торцювального верстата, в якого приводні ролики 7 є не тільки настановними елементами, але і служать засобом для орієнтування і транспортування деталей.

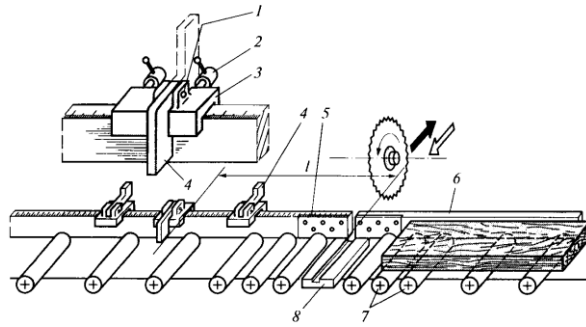


Рисунок 5.7. Роликовий стіл з напрямною лінійкою і упорами: 1 – вісь; 2 – стопор; 3 – черевик; 4 – упор; 5 – накладка; 6 – напрямна лінійка; 7 – ролики; 8 – плита

Направляючі лінійки верстатів роблять у вигляді прямолінійного бруса з гладкою поверхнею. Лінійка 6 складається з двох частин, причому кінці, звернені до пилки, оснащені знімними накладками 5. Іноді напрямні лінійки оснащують вільно обертовими роликами 1 (рис. 5.8), змонтованими на основі 2. Таке виконання знижує опір подачі оброблюваного матеріалу.

Упори верстатів служать для точного базування деталі по довжині l (див. рис. 5.5). Упор 4 повинен мати достатню жорсткість і надійне кріплення стопором 2. При повторюваних ударних навантаженнях від базуємої дошки він може зміститися, що приведе до браку. Для одержання деталей різних розмірів монтують кілька однакових упорів, які роблять втоплюваними або відкидними. Упори переміщують вручну і зчитують розмір по шкалі вимірювальної лінійки. В інших верстатах потрібний упор в робоче положення встановлюють за допомогою пневмоциліндра або електромагніта, що спрощує переналадження верстата на інший типорозмір деталі.

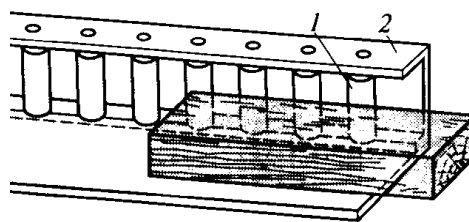


Рисунок 5.8. Напрямна лінійка з роликом: 1 - ролик; 2 - основа

В сучасних верстатах з програмним управлінням настроювання упору на розмір виконується автоматично механізмом позиціювання по команді оператора з пульта керування верстатом.

4.3. Затискні й притискні пристрої

Для фіксації оброблюваних заготовок по настановних базуючих елементах, у верстатах застосовують притиски різної конструкції. Притиски, як правило, застосовуються при рухомому базуванні.

Притискні пристрої. Притиски роблять у вигляді колодки (рис. 5.9, *а*), підпружиненого черевика (рис. 5.9, *б*) або гнучких пластин з ковзною робочою поверхнею (рис. 5.9, *в*). Для виключення втикання і застрягання заготовок при їх подачі черевик або колодка повинні мати скошену передню крайку або закруглену заходну фаску.

На верстатах з **поздовжньою подачею**, щоб правильно розташувати заготовку щодо стола і напрямної лінійки, використовують *бічний* і *верхній* притиски.

Для зменшення тертя ковзання застосовують *роликовий притиск* (рис. 5.9, *г*). Ролик 1 закріплюють на осі і встановлюють на штоку 2 так, щоб він міг переміщатися в гільзі 4. Для створення надійного притиску різновтовщинних заготовок служить пружина 5, натяг якої регулюють гайкою 6. Притискний пристрій можна переставляти в Т-подібному пазу стола 7 і кріпити в заданому положенні гвинтом 8. Якщо потрібно притиснути заготовку по всій довжині, роблять груповий притискний пристрій з декількома роликами.

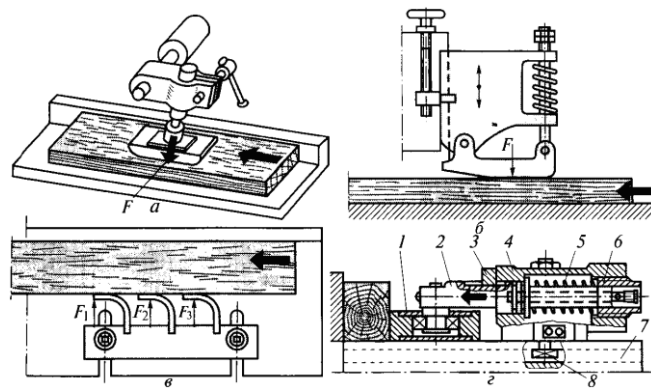


Рисунок 5.9. Притиски: *а* – колодка; *б* – черевик; *в* – гнучкі пластинчасті; *г* – роликовий; 1 – ролик; 2 – шток; 3 – кронштейн; 4 – гільза; 5 – пружина; 6 – гайка; 7 – стіл; 8 – гвинт

На верстатах з **поперечною подачею** заготовок притискний пристрій виконаний у вигляді двох паралельних агрегатів, оснащених нескінченними клиновими ремнями. Ремні приводяться в рух силами тертя об заготовку (рис. 5.10). Ремінь 1, встановлений на вільно обертові шківи 3, в робочій зоні опирається на ряд роликів 2. Натяг ремня можна регулювати, зміщаючи вісь шківа щодо корпусу притиску. Ролики змонтовані на хитних важелях, які підпружинені. Цим досягається надійне притиснення заготовок, що незначно розрізняються по товщині.

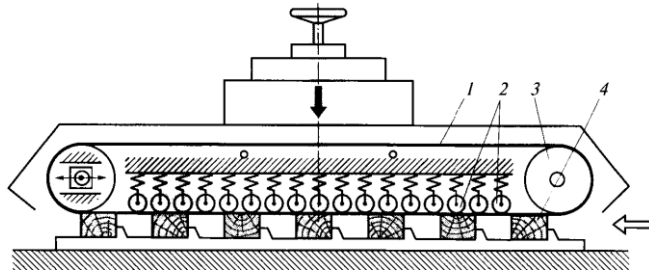


Рисунок 5.10. Притиск деталей у прохідних верстатах: 1 – ремінь; 2 – ролики; 3 – шків; 4 – заготівка

Затискні пристрої. У верстатах з **нерухомим базуванням** поряд з притисками використовують затискачі, які нерухомі в процесі обробки деталі. Їх робочі поверхні не ковзають щодо деталі; для кращого зчеплення їх роблять прогумованими. Затискачі бувають з ручним, гідравлічним або пневматичним приводом.

Ручний важільно-ексцентриковий затискач (рис. 5.11) має основу 7, регульовану опору 6, стійку 3 і двоплечовий важіль 2, на одному кінці якого встановлений черевик 1, а на іншому – круглий ексцентрик 4 у вигляді диска. Відстань e між центром диска і його віссю обертання називають **ексцентриситетом**. Величину ексцентриситету вибирають так, щоб виконувалася основна вимога – самогальмування на робочій ділянці при повороті рукоятки 5 на кут 60–90°. Самогальмування характеризується відношенням діаметра ексцентрика до величини ексцентриситету, що рекомендується вибирати з умови $D/e > 14$.

Силу, що розвивається затискним пристроєм, розраховують по формулі

$$Q = \frac{2Fla}{\left(Db \left(\frac{4e}{\pi D} \right) + 2f \right)}$$

де F – зусилля на рукоятці, повинно бути не більше 40–60 Н; l – довжина рукоятки, мм; a , b – плечі важеля, мм; D , e – діаметр і ексцентриситет ексцентрика, мм; f – коефіцієнт тертя ексцентрика по опорній поверхні.

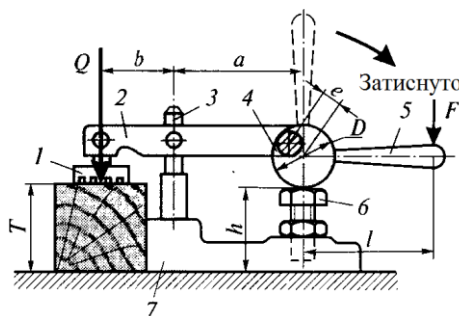


Рисунок 5.11. Важільно-ексцентриковий затискач: 1 – черевик; 2 – важіль; 3 – стійка; 4 – ексцентрик; 5 – рукоятка; 6 – опора; 7 – основа

Конструкція *гідрозатискача* наведена на рис. 5.12. На корпусі 3 встановлений шток 5 з шайбою, пружина 4 і мембрана 2. На робочому кінці штока закріплений черевик 7 з накладкою 8 з маслостійкої гуми. Робоча поверхня накладки зроблена рифленою.

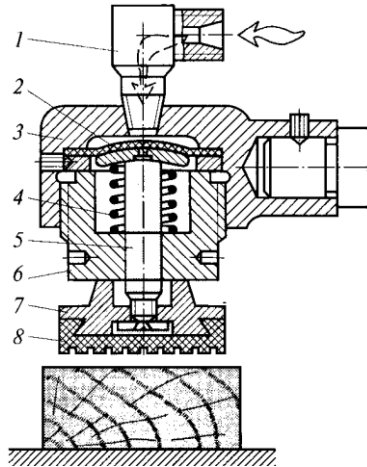


Рисунок 5.12. Гідрозатискач: 1 – штуцер; 2 – мембрана; 3 – корпус; 4 – пружина; 5 – шток; 6 – склянка; 7 – черевик; 8 – накладка

При подачі масла через штуцер 1 тиск передається через мембрану 2 на шток 5. Пружина 4 стискається, і оброблювана деталь затискається черевиком 7 і накладкою 8. Зворотний хід поршня здійснюється при знятті тиску масла під дією пружини.

Аналогічну конструкцію мають *пневмозатискачі*. Основна вимога до гідро- і пневмозатискачів - забезпечення надійної фіксації деталі на весь період її обробки. Тому для виключення мимовільного відкріплення деталі при аварійному зниженні тиску в гідро- або пневмоприводі керування роботою цих механізмів обов'язково блокують з іншими механізмами верстата.

3.5. Система базування заготовок

Основні поняття та визначення. Базуванням називають процес орієнтування заготовки перед її обробленням відносно установочних поверхонь машини.

Рухи, що виконуються в процесі орієнтування заготовки, називаються **рухами базування**. Базування заготовки здійснюється технологічними базами заготовки по установочних поверхнях базових елементів машини.

Технологічною базою називають сукупність поверхонь, ліній і точок на заготовці, відносно яких орієнтується заготовка під час оброблення. Від технологічних баз на кресленнях деталей проставляють розміри, а при виготовленні виконують вимірювання та контроль.

Установочними поверхнями базувальних елементів машини називають поверхні, призначені для базування заготовки (або пристосування). Вони безпосередньо контактують з технологічними базами.

Залежно від призначення технологічні бази поділяють на опорні, настроювальні, основні та допоміжні.

Опорні технологічні бази *A* (рис. 5.13, *a*, *в*) безпосередньо контактують з установочними поверхнями машини або пристосування.

Настроювальні технологічні бази призначені для настроювання верстата і забезпечують точність оброблення. Наприклад, під час виготовлення шипів заплечник шипа використовується як настроювальна база *B*, від якої вимірюють відстань *L* між шипами (рис. 5.13, *б*).

Основною технологічною базою називають поверхню заготівки, відносно якої визначають положення всіх елементів подальшого оброблення заготівки (відстані *a* і *в* до осей отворів, глибина четверті *c*, тощо). Вони мають істотне значення під час використання деталі в готовому вигляді (рис. 5.13, *в*).

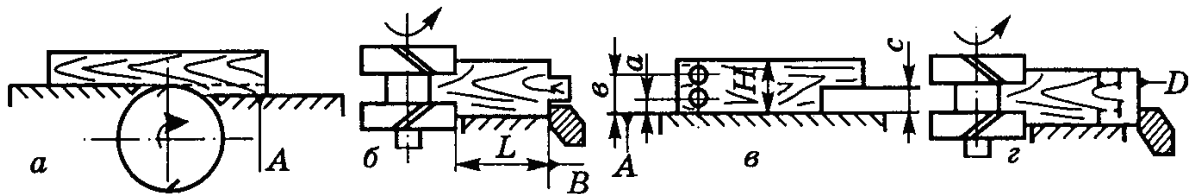


Рисунок 5.13. Технологічні бази заготівки: *a* – опорна; *б* – настроювальна; *в* – основна; *г* – допоміжна

Допоміжними називають технологічні бази, розміщення яких у готовому виробі не має значення. Часто допоміжні бази бувають тимчасовими і в процесі оброблення усуваються (рис. 5.13, *г*, база *D*).

Рухомим називають базування, під час якого технологічні бази заготівки переміщуються відносно установочних поверхонь. Під час рухомого базування заготівка має одну ступінь свободи. Наприклад, на круглопилковому верстаті заготівка базується на столі та на напрямній лінійці, чим здійснюється її орієнтування відносно пиляння.

Базовими елементами машини називають пристрої, призначені для базування заготовок: столи, напрямні лінійки, упори, центри. Розрізняють три види базування: нерухоме, рухоме та комбіноване (рис. 5.14).

Нерухомим називають базування, під час якого технологічні бази заготівки не переміщуються відносно установочних поверхонь. Заготівка позбавлена всіх шести ступенів свободи. Під час нерухомого базування найчастіше подача здійснюється інструментом або заготівкою, розміщеною на візках, супортах, подавальних столах.

Комбінованим називають базування, під час якого технологічні бази заготівки залишаються нерухомими відносно одних установочних поверхонь машини та рухомими відносно інших. Наприклад, на пилорамі (рис. 5.14, *г*) колода базується нерухомо на візку 1 і рухомо на подавальних вальцях 2 та напрямних ножах 3 за пилорамою. На токарному верстаті

нерухоме базування здійснюється на кулачках 1 шпинделя, а рухоме на люнеті 2 (рис. 5.14, з).

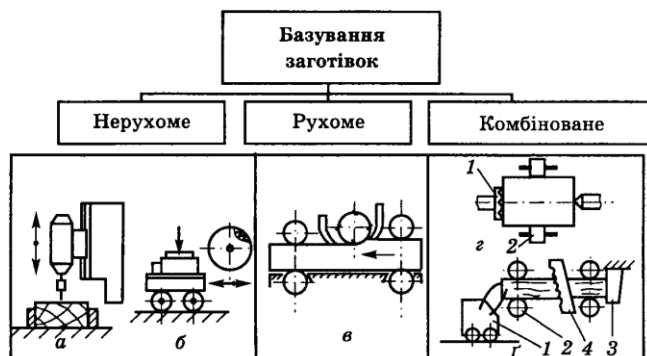


Рисунок 5.14. Способи базування заготовок: а, б – нерухоме; в – рухоме; з – комбіноване: 1 – кулачки шпинделя; 2 – люнет; г – комбіноване: 1 – візок; 2 – подавальні вальці; 3 – напрямні ножі; 4 – пила

Базування заготовок різної форми. Заготовки призматичної форми орієнтують на столі та напрямній лінійці. Якщо базування нерухоме, то ще використовують упори та затискач (рис. 5.15, а). Упори бувають нерухомі (рис. 5.15, а), пружні та відкидні (рис. 5.15, б, в).

Заготовки циліндричної форми орієнтують нерухомим, рухомим і комбінованим базуванням. На колодопиляльних верстатах колода закріплюється на платформі візка нерухомо, а подача здійснюється переміщенням цього візка.

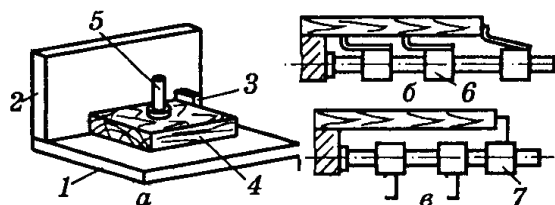


Рисунок 5.15. Базування заготовок призматичної форми з упорами: а – нерухомими; б – пружними; в – відкидними: 1 – стіл; 2 – напрямна лінійка; 3 – упор; 4 – заготовка; 5 – затискач; 6 – пружні упори; 7 – відкидні упори

На деяких круглопилкових верстатах, колунах колоди малої довжини орієнтують на призматичних напрямних (рис. 5.16, а).

Недоліком цього способу є неможливість забезпечити рух колоди без коливань, поворотів і вібрації, бо на ній немає сформованих баз. Кращим способом базування таких заготовок є закріплення їх кліщами основного візка (рис. 5.16, б), що усуває недоліки базування на призматичних напрямних.

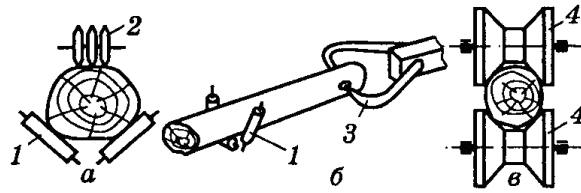


Рисунок 5.16. Базування заготівок циліндричної форми: *а* – колодопиляльного верстата; *б* – пилорами; *в* – корувального верстата; 1 – ролики; 2 – притискні диски; 3 – кліщі; 4 – подавальний валець

Конструкції пристроїв для базування. До системи базування заготівок відносять: елементи базування (установочні поверхні); затискачі (фіксатори) або притискачі і засоби механізації процесу базування.

Столи як елементи базування забезпечують базування по трьох точках, що визначають поверхню. Столи поділяють на нерухомі, поворотні, регульовані, рухомі (рис. 5.17, *а*).

Напрямні лінійки забезпечують базування по прямій. Вони бувають нерухомі, поворотні, комбіновані. Комбінована лінійка має дві частини. Перша нерухома, а друга регульована (рис. 5.17, *б*).

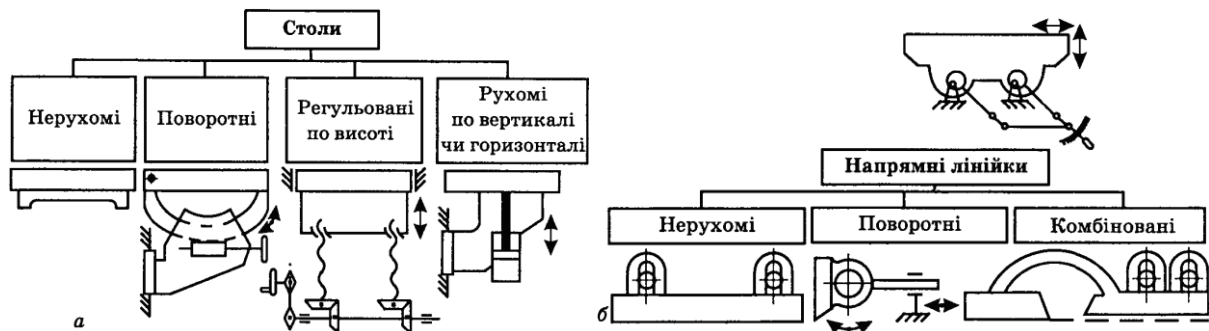


Рисунок 5.17. Конструкції базових елементів верстата: *а* – столи; *б* – напрямні лінійки

Притискачі (рис. 5.18) у вигляді плоских пружин, колодок, роликів і конвеєрів використовують для рухомого базування заготівок. Плоскі пружини та колодки забезпечують притискання на всій довжині заготівки. Вони прості за конструкцією, але створюють великий опір через тертя ковзання між заготівкою та притискачем. Роликові притискачі створюють менший опір, але контактують з заготівкою тільки під роликами. Конвеєрні притискачі забезпечують притискання по всій довжині заготівки, але складні за конструкцією та вимагають постійного технічного обслуговування.

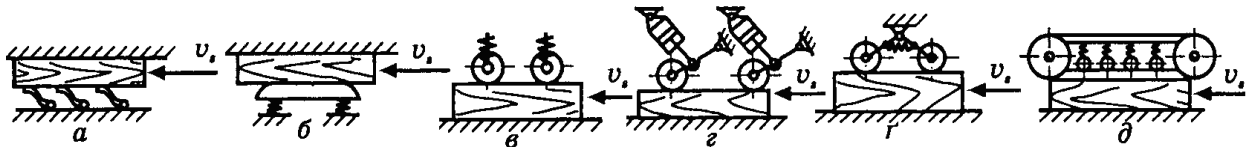


Рисунок 5.18. Притискачі заготовок: *a* – плоскими пружинами; *б* – колодками; *в* – роликами з пружинами; *г* – роликами з пневмоциліндрами; *е* – роликами на коливних рамках; *д* – конвеєрні

Затискачі (рис. 5.19) використовують для нерухомого базування. Гвинтові затискачі дають можливість створювати значні зусилля, але вимагають більше часу для затискання заготовки. Більш швидкодіючими є ексцентрикові затискачі прямої дії або через важелі. Для механізації процесу затискання заготовок використовують пневматичні поршневі, мембранні або рукавні затискачі. Якщо для затискання необхідні значні зусилля, то застосовують гідравлічні затискачі.

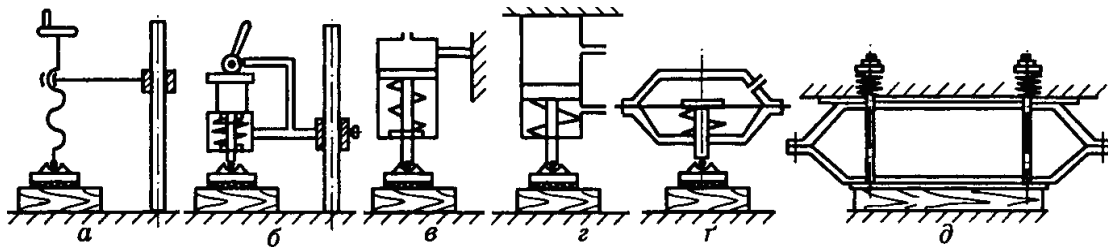


Рисунок 5.19. Затискачі заготовок: *a* – гвинтові; *б* – ексцентрикові; *в* – пневмоциліндром односторонньої дії; *г* – пневмоциліндром двосторонньої дії; *е* – гідроприводом мембранного типу; *д* – пневморукавні

Контрольні питання

1. На які групи підрозділяють верстати по їх призначенню?
2. Як розшифровувати модель верстата ШД10-8?
3. Що називають уніфікацією, нормалізацією і агрегатуванням?
4. Перелічіть основні складові частини деревообробного верстата.
5. Які елементи верстата використовують в якості огорожувальних і запобіжних пристроїв?
6. Які поверхні заготовки використовують для базування її у верстаті?
7. В чому розходження між рухомим і нерухомим базуванням деталі?
8. Як влаштовані столи і напрямні лінійки верстатів?
9. Розкажіть про призначення і пристрій притисків.
10. Навіщо треба блокувати дію гідро- і пневмозатискачів з роботою інших механізмів верстата?

Лекція 6

МЕХАНІЗМИ РІЗАННЯ

1. Інструментальні шпинделі.
2. Ножові вали.
3. Супорти.
4. Шліфувальні агрегати.

Механізм різання забезпечує вибрану траєкторію й швидкість руху

інструменту (або заготовки), створює необхідні зусилля для подолання технологічного та механічного опору.

До механізмів різання висувають такі вимоги: забезпечити міцність, надійність і правильність кріплення інструменту; виключити відхилення інструменту від заданої траєкторії та його злітання; забезпечити простоту конструкції, високий коефіцієнт корисної дії, зручність у ремонті та технічному обслуговуванні.

Класифікація механізмів різання. За кількістю інструментів, що кріпляться на робочому органі механізму різання, їх поділяють на **одноінструментальні** та **багатоінструментальні**. Прикладом багатоінструментальних механізмів служить пилкова рамка пилорами, пилкові вали тощо.

За кількістю робочих органів механізми різання поділяють на одношпиндельні та багатошпиндельні.

За характером руху інструменту механізми різання поділяють на чотири різновиди:

- з обертовим рухом;
- з поступальним рухом;
- зі зворотно-поступальним рухом;
- зі складним рухом.

1. Інструментальні шпинделі

Інструментальний шпиндель призначений для закріплення на його кінці (консолі) і обертання різального інструменту. В токарних і луцильних верстатах шпиндель використовують для закріплення і обертання заготовки. Точність обертання шпинделя забезпечують установкою в міцний корпус на шарикопідшипниках.

По розташуванню осі обертання шпинделі бувають горизонтальні, вертикальні і похилі. На рис. 6.1 показана принципова схема горизонтального шпиндельного блоку, основними частинами якого є: шпиндель 5 з елементами кріплення різального інструменту, гільза (корпус) 4, передня опора 6 (з двома підшипниками поблизу різального інструменту), задня опора 3 і приводний шків 1. Шпиндель має передній кінець для кріплення різального інструменту 7, міжопорна частина і задній кінець для кріплення шківів.

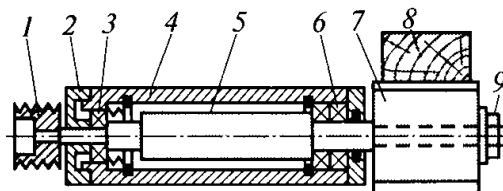


Рисунок 6.1. Принципова схема горизонтального шпиндельного блоку: 1 – шків; 2 – кришка; 3 – задня опора; 4 – гільза; 5 – шпиндель; 6 – передня опора; 7 – різальний інструмент; 8 – заготовка; 9 – гайка

Іноді шпинделі оснащують додатковою третьою опорою з боку різального інструменту. Ця опора підвищує жорсткість шпинделя і точність обробки.

Привод шпинделя здійснюють від електродвигуна через пасову передачу клиновими ременями або одним плоским ременем. Як високошвидкісний шпиндель в деревообробних верстатах використовують вал спеціального електродвигуна (електрошпиндель), на який кріплять різальний інструмент.

Крім обертового руху шпиндель часто повинен робити інші робочі або настроювальні переміщення. Наприклад, у свердлильних верстатах шпиндель робить також рух в осьовому напрямку для подачі свердла на матеріал. В таких випадках шпиндель роблять складовим з двох частин (рис. 6.2). Вал 6 з патроном 7 встановлюють на підшипниках в гільзі 5, що разом з валом можна переміщати по вертикальних напрямних рукояткою 8. Верхній кінець вала входить в отвір обертової втулки 3, а шліцьове з'єднання 4 забезпечує передачу обертаючого моменту від шківів 1 до вала 6.

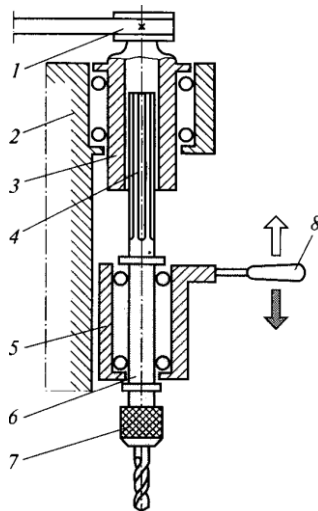


Рисунок 6.2. Схема складеного вертикального шпинделя: 1 – шків; 2 – станина; 3 – втулка; 4 – шліцьове з'єднання; 5 – гільза; 6 – вал; 7 – патрон; 8 – рукоятка

У верстатах для фрезерування деревини шпиндельний блок (супорт) встановлюють у вертикальних напрямні станини (рис. 6.3).

Механізм переміщення супорта по висоті виконаний у вигляді черв'яка 1 і черв'ячного колеса, закріпленого на циліндричній частині гвинта 3. При обертанні гвинта гайка, закріплена на кронштейні 2, переміщає супорт по висоті.

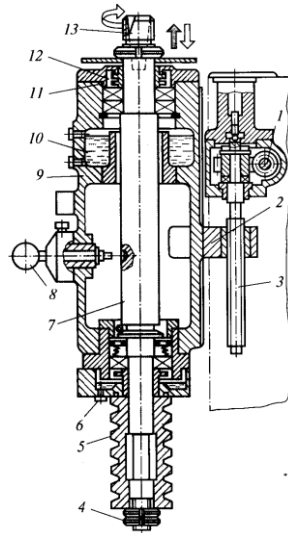


Рисунок 6.3. Шпиндельний блок: 1 – черв'як; 2 – кронштейн; 3 – гвинт; 4 – гайка; 5 – шків; 6 – пробка; 7 – шпиндель; 8 – стопор-фіксатор; 9 – корпус; 10 – резервуар для масла; 11 – розприскувач; 12 – гніт; 13 – конусний отвір

Шпиндель 7 встановлений на шарикопідшипниках 5-го або 6-го класу точності. Верхній кінець шпинделя має базуючу (посадкову) поверхню і елементи кріплення різального інструменту; в нижній частині шпинделя закріплений шків 5. Для фіксації шпинделя при налагодженні служить стопор-фіксатор 8. Підшипникові опори змазують рідким або пластичним мащенням. Рідке мінеральне масло, залите в резервуар 10, гнотами 12 подається на розприскувач 11.

Пластичне мащення поліпшує герметизацію опори, заповнюючи зазори між обертовими і нерухомими деталями ущільнювального пристрою і тим самим створюючи додатковий захист підшипників від впливу зовнішнього середовища.

Через певні проміжки часу мащення подають у прес-маслянку шприцом або шляхом закладки в ковпачкову маслянку. Кількість мастила, що подається, повинна бути нормована, тому що надлишок його може стати причиною неприпустимого нагрівання підшипників. Аналогічно змазують пластичним мащенням вертикальні напрямні супорта і станини верстата.

В сучасних верстатах пластичне мащення, закладене в підшипникову опору, не вимагає поповнення або заміни протягом тривалого часу і навіть всього строку експлуатації шпиндельного вузла.

Для точної установки і кріплення різального інструменту використовують оправлення, а на кінці шпинделя формують посадкове місце: нарізають різьблення або розточують конусний отвір. Для уніфікації розміри кінців шпинделів нормовані і визначені стандартами. Наприклад, встановлюється діаметр з посадкою 40g6 і ряд значень довжини

циліндричної частини шпинделя: 55, 100, 130 і 160 мм.

Для кріплення інструмента з різним посадковим отвором застосовують оправлення - змінну деталь, встановлювану на шпиндель. Оправлення фрезерних верстатів з нижнім розташуванням шпинделя мають стандартні приєднувальні розміри. Циліндрична частина оправлення служить для посадки інструмента з отвором наступних діаметрів: 22, 27, 30, 32, 40 мм. Конічний хвостовик оправлення використовують для установки в конічний отвір шпинделя з конусом Морзе № 3, 4, 5. Оправлення з'єднують зі шпинделем стяжною (диференціальною) гайкою з двома різьбленнями одного напрямку, але різного кроку. Для підвищення жорсткості шпинделя використовують довге оправлення, верхній кінець якого має шліфовану шийку для установки додаткової шарикопідшипникової опори.

1.1. Шпинделі

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

Шпинделі застосовуються на верстатах круглопилкових, фрезерних, свердильних, шипорізних і ін. Шпинделі можуть мати настроювальні переміщення.

На рис. 6.4 показаний шпиндельний вузол вертикального фрезерного верстата.

Шпиндель 4 встановлений у підшипникових опорах на супорті з можливістю вертикального настроювального переміщення. На верхній консолі шпинделя є конусний отвір 10 для кріплення в ньому оправлення з фрезою, а на нижній консолі розташований шків 2 пасової передачі. Шків кріпиться гайкою 1.

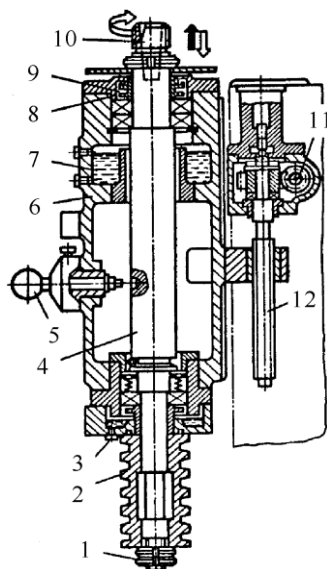


Рисунок 6.4. Шпиндельний блок

Підшипники кочення шпинделі змазуються маслом. Для цього в корпусі 6 є резервуар для масла 7, розприскувач 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 осьового переміщення для подачі свердла на заготівку.

У свердлильно-пазувальних верстатах шпиндель з кінцевою фрезою може **виконувати коливальний рух**.

1.2. Центри, патрони

В деяких верстатах (луцильних, токарних, копіювальних і ін.) головний рух різання здійснюється заготівкою. Для цього заготівка затискається в центрах 1 і 2 верстата (рис. 6.5, *а*) або в трьохкулачковому патроні 4 (рис. 6.5, *б*), які забезпечують їй обертовий рух. В цьому випадку різальний інструмент 3 виконує рух подачі.

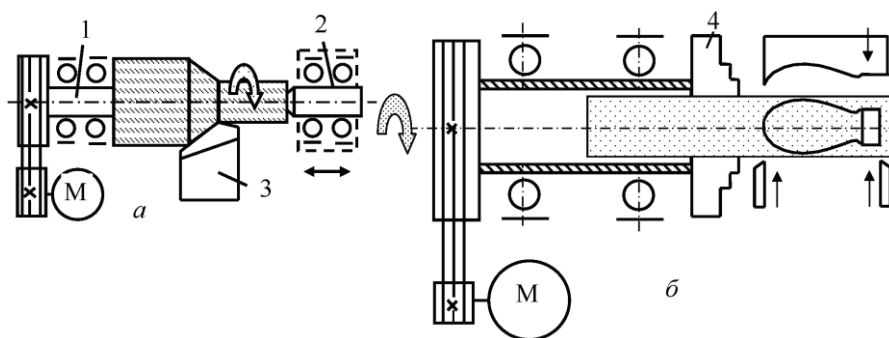


Рисунок 6.5. Обробка деталей: *а* - в центрах; *б* - в патроні

2. Ножові вали

Ножовий вал призначений для закріплення на ньому знімних ножів і надання ножам головного руху різання. На відміну від інструментального шпинделя ножовий вал має міжопорну робочу частину збільшеного діаметра з клиновими пазами (рис. 6.6). На одному кінці корпусу 3 вала закріплений приводний шків 4, а на іншому – гальмовий шків 1. Обертається ножовий вал у сферичних підшипниках 2.

Ножові вали розрізняються розмірами і формою ножів, а також способом їх кріплення в корпусі. Для ножового вала з *прямолінійним розташуванням ножів* (рис. 6.6, *а*) використовують плоскі ножі з прямолінійною ріжучою крайкою без прорізів товщиною 3 мм, шириною 40 мм і довжиною залежно від довжини ножового вала 325, 640, 810, 1260 і 1610 мм.

Ножі 5 кріплять у корпусі гвинтами 7 і притискним клином 6, які надійно втримують ножі від вильоту при обертанні ножового вала. Для

висування ножа з паза служить упорна планка 8 і регулювальний гвинт 9.

В процесі роботи ножовий вал створює шум і вібрацію. Для зменшення шуму використовують ножовий вал з *гвинтовим розташуванням ножів* (рис. 6.6, б). У гвинтових пазах корпуса встановлюють тонкі плоскі ножі 10 з серповидною ріжучою крайкою. При закріпленні притискним клином і гвинтами плоский ніж згинається, і ріжуча крайка його розташовується на циліндричній поверхні по гвинтовій лінії. При обертанні кожний ніж поступово врізається в оброблюваний матеріал, що забезпечує безударне різання і високу якість фрезерування. Однак гнучкі сталеві ножі швидко тупляться і мають невелику стійкість. В інших конструкціях ножових валів стійкість ножів підвищують кріпленням в їх гвинтових пазах поворотних пластин твердого сплаву.

На рис. 6.6, в показаний ножовий вал з *східчастим розташуванням ножів*, виконаний у вигляді набору окремих дискових фрез, які насаджені на загальний вал так, що ножі паралельні осі обертання і зміщені один, щодо одного на окружності різання, утворюючи сходи. Таке розташування дозволяє використати короткі ножі, оснащені пластинами з твердого сплаву.

Для плавного візання ножів в оброблюваний матеріал ножі встановлюють до осі обертання вала з кутом нахилу ріжучої крайки (рис. 6.6, г). Прямолінійні короткі ножі 12 встановлюють під кутом до осі обертання між гранню знімної вставки 11 і притискними клинами 13.

Проміжки між торцями ножів одного ряду перекриваються при обертанні вала ножами наступного ряду, що забезпечує поліпшення чистоти обробленої поверхні.

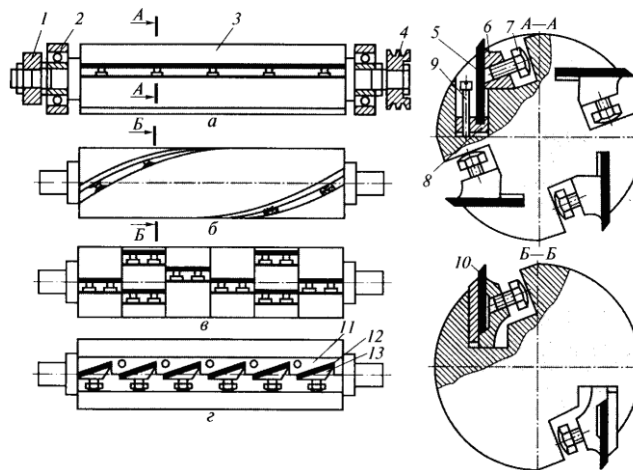


Рисунок 6.6. Ножові вали з різним розташуванням ножів: а – прямолінійним; б – гвинтовим; в – східчастим; г – східчастим з кутом нахилу ріжучої крайки; 1 – гальмовий шків; 2 – підшипник; 3 – корпус; 4 – приводний шків; 5, 12 – ножі; 6, 13 – притискні клини; 7 – гвинт; 8 – планка; 9 – регулювальний гвинт; 10 – плоский ніж з серповидною ріжучою крайкою; 11 – вставка

2.1. Робочі вали

Механізми головного руху обертальної дії одержали найбільш широке поширення в дереворіжучих верстатах. Вони підрозділяються на робочі вали, шпинделі і 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 круглопилкових верстатів (рис. 6.7). У зв'язку з високою частотою обертання (до 6000 хв^{-1} і вище) і значною їх довжиною вали для підвищення їх жорсткості і вібростійкості закріплюються на станині нерухомо, без регулювальних переміщень.

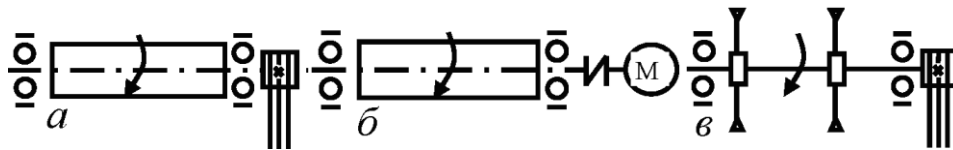


Рисунок 6.7. Робочі вали: *а*, *б* – ножові вали; *в* – пильний вал

Конструкції ножових валів наведені на рис. 6.8. Леза ножів можуть бути прямолінійними, гвинтовими, східчастими, східчасто-похилими або у вигляді пластин, що не переточують, з декількома різучими крайками.

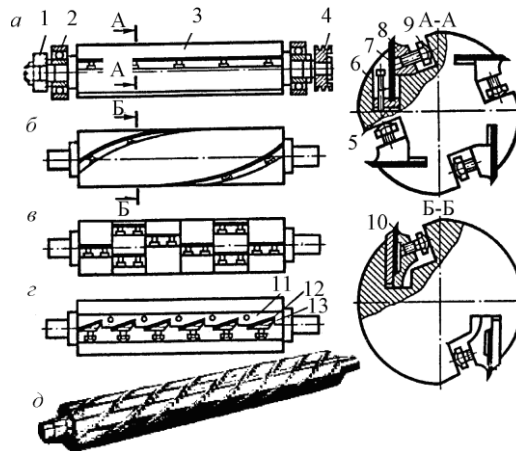


Рисунок 6.8. Ножові вали з розташуванням ножів: *а* – прямолінійним, *б* – гвинтовим, *в* – східчастим, *г* – східчастим з нахилом різучої крайки; *д* – з не переточують пластинками

В загальному випадку ножовий вал містить гальмовий шків 1, підшипники 2, корпус 3 з пазами і приводний шків 4 для ременів. В пази корпусу 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 переточують, з твердого сплаву (рис. 6.8, *д*) має гелікоїдальні пази, в яких закріплені в шаховому

порядку зазначені пластинки. Така конструкція вала забезпечує при фрезеруванні заготовки високу якість обробленої поверхні, більшу швидкість видалення стружки і низький рівень шуму. Кожна пластинка може бути знята в індивідуальному порядку для заміни.

На рис. 6.9 показано креслення ножового вала.

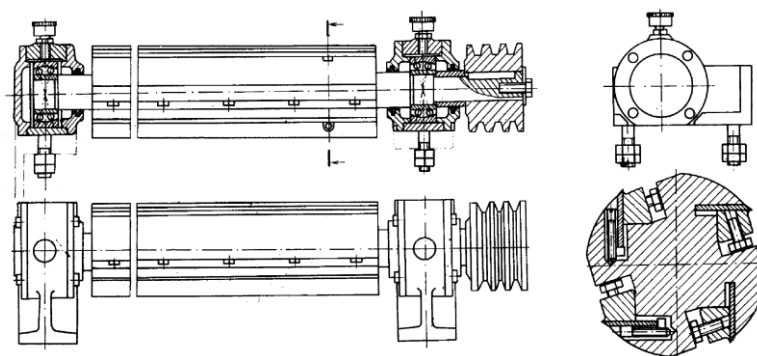


Рисунок 6.9. Креслення ножового вала

3. Супорти

Супорт – основний робочий орган верстата, призначений для закріплення і руху різального інструменту або заготовки, а також для переміщень робочого органа на задані розміри обробки. По кількості робочих рухів (координат) розрізняють супорти одно-, дво- і трьохкоординатні. Привод для настроювального переміщення в супортах буває ручний, механізований або з програмним управлінням. В деревообробних верстатах часто використовують уніфіковані супорти. На рис. 6.10, *а* показаний двокоординатний супорт з ручним приводом настроювальних переміщень.

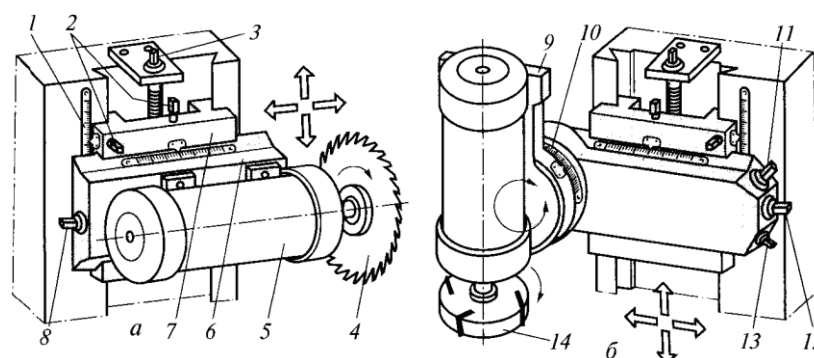


Рисунок 6.10. Супорт: *а* – двокоординатний; *б* – з поворотним пристроєм; 1 – лінійка; 2, 13 – стопори; 3, 8, 12 – гвинти; 4 – пилка; 5 – електродвигун; 6 – горизонтальна плита; 7 – вертикальна плита; 9 – підмоторна плита; 10 – кругова шкала; 11 – гвинт повороту; 14 – фреза

Електродвигун 5 з різальним інструментом (пилкою) 4 встановлений на горизонтальну плиту 6, яку можна переставляти по висоті вертикальною

плитою 7. Пильний супорт налаштовують в горизонтальній площині гвинтом 8 і фіксують в заданому положенні стопором 2. Вертикальне переміщення супорта здійснюють знімною рукояткою, обертаючи гвинт 3, а фіксують іншим стопором. Величину переміщення відраховують по шкалі лінійки 1 і круговій шкалі (лімба), укріпленій на гвинті 8.

Для виконання шипорізних робіт під кутом використовують *триохкоординатний супорт* (рис. 6.10, б). Електродвигун з фрезою 14 прикріплений до плити 9 і встановлений на горизонтально переміщуваний плиті, яку можна переставляти по вертикальних напрямних станини. Фрезу переміщують вертикально, горизонтально або нахиляють, обертаючи відповідні гвинти знімною рукояткою. Відлік кута нахилу при повороті ведуть по шкалі 10, а фіксують супорт стопором 13. Для точного переміщення рухомих елементів супорта використовують напрямні типу «ластівчин хвіст» або прямокутні.

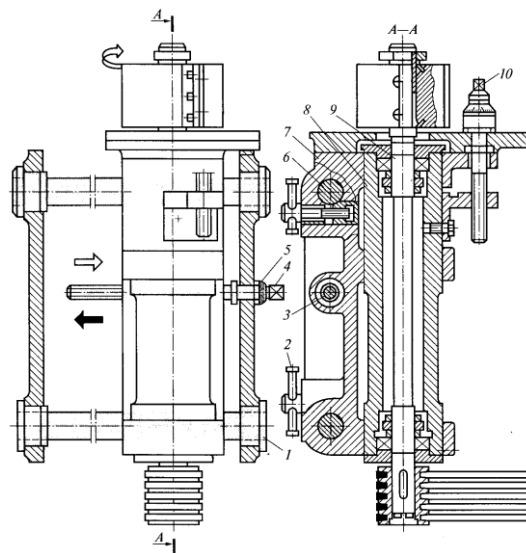


Рисунок 6.11. Супорт з круглими напрямними: 1 – ексцентрикова втулка; 2 – рукоятка затискача каретки; 3 – гайка; 4 – гвинт горизонтального настроювання; 5 – лімба; 6 – качалка; 7 – каретка; 8 – гільза; 9 – шпиндель; 10 – гвинт вертикального настроювання

В інших конструкціях супортів застосовують круглі напрямні (рис. 6.11). Шпиндель 9 розміщений в гільзі 8, які спільно переміщуються вертикально всередині каретки 7. Шпиндель з фрезою налаштовують по висоті, обертаючи гвинт 10 знімною рукояткою. Каретка двома отворами з паралельними осями встановлена на горизонтальні напрямні качалки 6. Паралельність качалок регулюють на заводі-виготовлювачі в процесі зборки верстата ексцентриковими втулками 1, встановленими в станині. Горизонтальне настроювання супорта здійснюється обертанням гвинта 4 в гайці 3, закріпленої в каретці. Для відліку величини переміщення служить лімба 5. Фіксують супорт на напрямних рукоятками 2.

В деяких верстатах рухи настроювання супорта механізують від електро- або гідроприводу, що полегшує процес переналагодження верстата. Для зменшення часу переналагодження верстата і підвищення точності обробки деталей використовують систему числового програмного управління позиціонуванням робочого органа верстата.

4. Шліфувальні агрегати

Конструкція робочих органів шліфувальних верстатів визначається розмірами шліфувального інструмента і чистотою деталей, що шліфують. При використанні вузьких шліфувальних стрічок робочими органами верстата є два шківів (рис. 6.12, а): шків 1, що приводиться в дію від електродвигуна 2 і шків 7, встановлений у підшипниках на супорті 6 для натягу стрічки 3 за допомогою пневмоциліндра 5. До заготовки стрічка притискається утюжком 4.

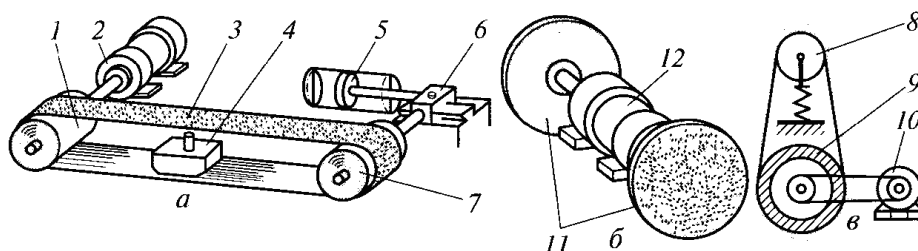


Рисунок 6.12. Робочі органи шліфувальних верстатів: а – вузькострічкових; б – дискових; в – широкострічкових; 1 – приводний шків; 2, 10, 12 – електродвигуни; 3 – шліфувальна стрічка; 4 – утюжок; 5 – пневмоциліндр; 6 – супорт; 7 – натяжний шків; 8 – натяжний ролик; 9 – контактний валець; 11 – диски

Дисковий шліфувальний агрегат (рис. 6.12, б) складається з двох дисків 11, закріплених на вихідних кінцях вала спеціального електродвигуна 12. В цьому агрегаті застосовують шліфувальну шкурку у вигляді аркушів.

При використанні широких шліфувальних стрічок застосовують шліфувальні агрегати, виконані у вигляді самостійного блоку. Такі агрегати при незначних конструктивних змінах можуть бути використані у верстатах різного технологічного призначення: для калібрування або плоского вирівнювання поверхні деталей.

Шліфувальний агрегат для калібрування (рис. 6.12, в) складається з контактного приводного вальця 9 і натяжного ролика 8, на які надіта широка шліфувальна стрічка.

Шліфувальний агрегат з контактним вальцем (рис. 6.13) складається зі зварної траверси 12, в яку вбудований пневмоциліндр. Шток 10 пневмоциліндра жорстко закріплений у траверсі, а гільза 9 встановлена в склянці 11 з можливістю переміщення по висоті. На нижній поверхні траверси на кронштейнах встановлений контактний валець 16. Робоча

поверхня вальця покрита шаром гуми. Підшипники контактного вальця встановлені в ексцентрикових втулках 15, на зовнішній поверхні яких закріплені зубчасті сектори 14. Механізм настроювання вальця по висоті складається з зубчастого колеса, взаємодіючого з зубчастим сектором 14, черв'ячної передачі 13 і проміжного вала з маховичком 5. Поворотом маховичка забезпечують задану точність калібруємої деталі.

Натяг шліфувальної стрічки здійснюється підйомом натяжного ролика 1, що змонтований на підшипниках в основі 2. Основу за допомогою осі 8 встановлено на підшипниках кочення в гільзі 9 пневмоциліндра. Натяжний ролик має можливість повертатися навколо вертикальної осі від механізму кочення (осциляції) 4, що встановлений на траверсі і шарнірно пов'язаний з основою 2. Осциляція забезпечується пневмоциліндром 3, що запобігає бічному сходу шліфувальної стрічки з контактного вальця.

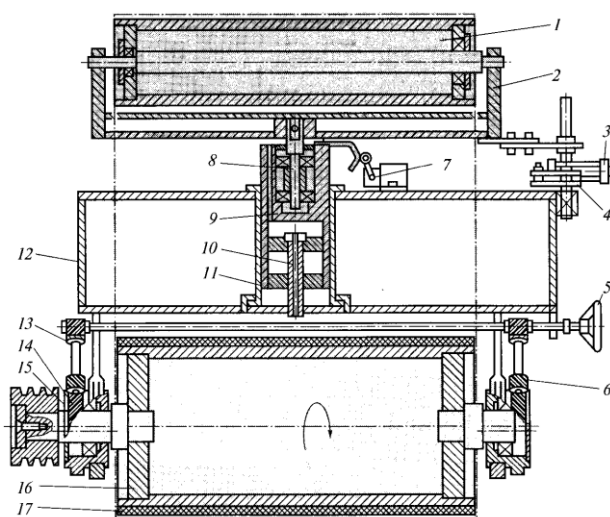


Рисунок 6.13. Шліфувальний агрегат з контактним вальцем: 1 – натяжний ролик; 2 – основа; 3 – пневмоциліндр; 4 – механізм осциляції; 5 – маховичок; 6 – зубчасте колесо; 7 – вимикач; 8 – вісь; 9 – гільза; 10 – шток; 11 – склянка; 12 – траверса; 13 – черв'ячна передача; 14 – сектор; 15 – втулка; 16 – валець; 17 – гумове покриття

При обриві стрічки упор, закріплений на гільзі, взаємодіє з кінцевим вимикачем 7, що управляє відключенням привода агрегату і включенням гальма. Цим забезпечується швидка зупинка контактного вальця.

Шліфувальний агрегат з контактною балкою (рис. 6.14) складається з уніфікованого механізму 11 натягу стрічки, підйому натяжного ролика 12 і механізму осциляції, змонтованого збоку траверси 10. На нижній поверхні траверси на підшипниках кочення встановлені два приводних ролики 8. Між роликами змонтований пристрій підйому контактної балки зі змінним утужком 7. Пристрій виконаний у вигляді напямної 6, двох штоків 4, важільного механізму і приводного пневмоциліндра 1.

При включенні пневмоциліндра важіль 2, закріплений на валу 3, повертається. При цьому інший важіль, захоплюючи за собою шток 4, опускає утюжок 7. При необхідності утюжок можна замінити, висуваючи його по напрямній 6. Утюжок складається з корпуса, на нижній частині якого закріплені прокладка з гуми і повстяної подушки. Для зменшення сили тертя при русі шліфувальної стрічки робочу поверхню утюжка обтягають антифрикційною стрічкою.

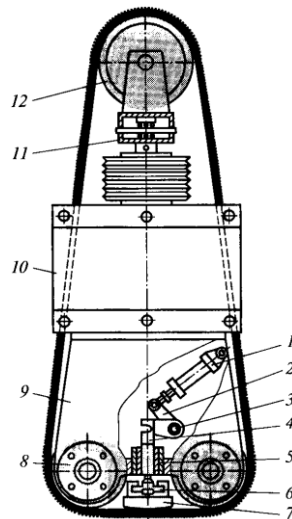


Рисунок 6.14. Шліфувальний агрегат з контактною балкою: 1 – пневмоциліндр; 2 – важіль; 3 – вал; 4 – шток; 5 – втулка; 6 – напрямна; 7 – утюжок; 8 – приводний ролик; 9 – кронштейн; 10 – траверса; 11 – механізм натягу; 12 – натяжний ролик

4.1. Механізми з поступальним рухом

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

В стрічкопилковому верстаті як різучий інструмент використовується стрічкова пилка. Пилка 4 (рис. 6.15, а) у вигляді замкнутої стрічки надіта на нижній приводний 1 і верхній натяжний 7 шківів. Натяг стрічкової пилки виконується вантажем 6 і настроювальним гвинтом 5 за допомогою маховичка. Привод нижнього шківів виконується від електродвигуна 3 за допомогою пасової передачі. Для зупинки шківів є гальмо 2.

Натяг пильної стрічки можливий пружиною (рис. 6.15, б).

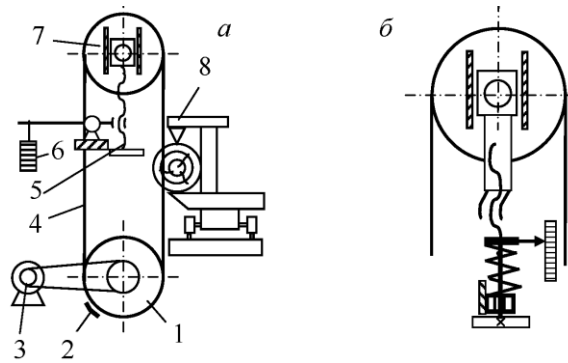


Рисунок 6.15. Механізми головного руху стрікопилкових верстатів з натягом пильної стрічки: *а* - вантажем; *б* - пружиною

При повороті маховичка з гвинтом верхній шків піднімається, пильна стрічка натягається. Зусилля натягу сприймається пружиною і вказується стрілкою по шкалі.

У стрічковому шліфувальному верстаті шліфувальна шкурка надіта на три (рис. 6.16, *а*) або на два (рис. 6.16, *б*) шліфувальні 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.

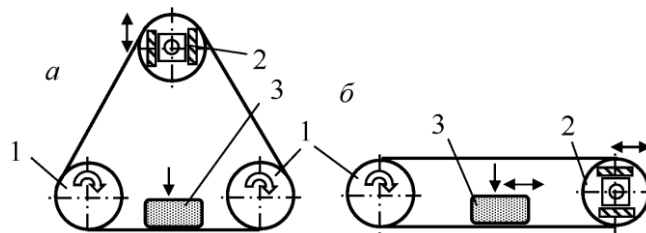


Рисунок 6.16. Механізми головного руху стрічкових шліфувальних верстатів: *а* - трьохбарабанний; *б* - двобарабанний

4.2. 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 лісопилних рамах, стругальних верстатах і ін.

Принцип роботи механізму головного руху лісопилної рами

показаний на рис. 6.17. Постав пилос 3 (комплект з декількох пилос) закріплений у пильній рамці, що встановлена у вертикальних напрямні станини і 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 насуває на пилки, 4 розпилюється відразу або на дошки, або на дошки і бруси залежно від схеми установки пилос.

У лісопильній рамі рух пилос вниз вважається робочим, коли відбувається процес пиляння, а рух пилос 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. 6.17, б). Її головний рух прямолінійний.

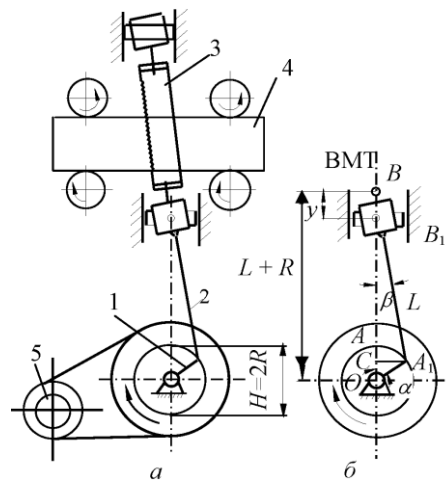


Рисунок 6.17. Лісопильна рама: а - схема механізму головного руху; б - кривошипно-шатунно-повзунний механізм

Точка В належить одночасно пильній рамці і шатуну. При повороті кривошипа від вертикальної осі на кут α точка В опуститься в положення B_1 . Шлях рамки в буде дорівнює відрізку АС. З рис. 6.17, б слідує:

$$y = L + R - (R \cos \alpha + L \cos \beta) = R (1 - \cos \alpha) + L (1 - \cos \beta).$$

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

$$y = R (1 - \cos \alpha).$$

Швидкість головного руху, м/с:

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

де ω - кутова швидкість обертання кривошипа, с^{-1} ; V_o - окружна швидкість

обертання пальця кривошипа, м/с.

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

$$V = H n / 30000,$$

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

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

Контрольні питання

1. Дайте класифікацію механізмів різання. 2. Які складові частини має шпиндельний блок верстата? 3. Які конструктивні розходження між інструментальним шпинделем і ножовим валом? 4. Перелічіть способи кріплення ножів в ножовому валу. 5. Як підрозділяються супорти по числу координатних рухів? 6. Розкажіть про принцип дії вузькострічкових шліфувальних агрегатів. 7. В чому конструктивне розходження між шліфувальними агрегатами з контактним вальцем і контактною балкою? 8. Наведіть і поясніть принципові схеми механізмів різання з обертовим рухом інструменту. 9. За якою формулою визначається критична швидкість обертання шпинделя? 10. Наведіть і поясніть принципові схеми механізмів різання з поступальним рухом інструменту.

Лекція 7

МЕХАНІЗМИ ПОДАЧІ

1. Фрикційні механізми подачі. 1.1. Вальцеві механізми подачі. 1.2. Гусеничні механізми подачі. 2. Силові механізми подачі. 2.1. Ланцюгові механізми. 2.2. Супортні механізми подачі.

Механізмом подачі називають функціональний вузол, що забезпечує рух заготовки або інструменту для знімання наступної стружки (на відміну від механізму різання, що забезпечує знімання однієї стружки).

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

Класифікація механізмів подачі представлена на рис. 7.1.

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

В механізмах подачі з фрикційним зв'язком органи подачі (обертові вальці або конвеєри, що рухаються) переміщують заготовку за рахунок сил тертя, що виникають в зоні контакту між заготовкою і поверхнею органів подачі.

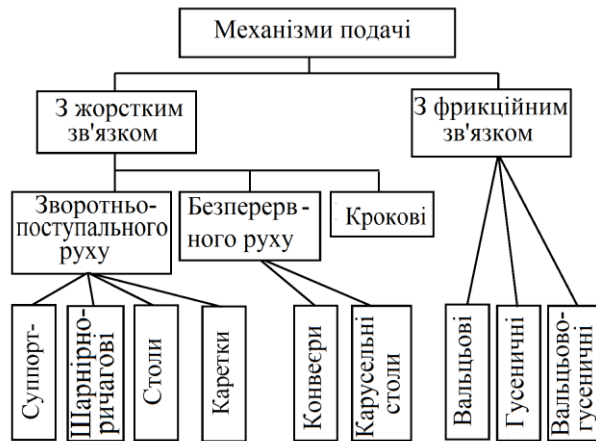


Рисунок 7.1. Класифікація механізмів подачі

Усі механізми подачі класифікують на дві великі групи: фрикційні та силові.

У **фрикційних механізмах подачі** органи подачі переміщують заготовку за рахунок сил зчеплення між органами подачі та заготовкою. Цей вид подачі характерний для деревообробного устаткування й відрізняється тим, що заготовка в деяких випадках може дещо проковзувати відносно органа подачі. До таких механізмів подачі відносять вальцеві та гусеничні механізми.

У **силових механізмах** заготовка, як правило, переміщується разом з органом подачі без проковзування. Органи подачі штовхають заготовку по базових елементах верстата або переміщують спеціальні пристрої, на яких закріплено заготовку або механізм різання. До силових механізмів відносять: ланцюги з упорами, візки, барабани, карусельні столи, супорти, на яких встановлено механізми різання тощо.

До механізмів подачі ставлять такі вимоги:

- забезпечити необхідні тягові зусилля, щоб подолати опір переміщенню заготовки чи інструменту;
- забезпечити рух заготовки без вібрації, зупинок і перебазування в зоні оброблення;
- не створювати великого опору під час затягування заготовки в органи подачі;
- не пошкоджувати поверхню заготовок у процесі подачі;
- мати можливість регулювання швидкостей подачі у широкому діапазоні;
- мати автоматичний захист від перевантаження;
- мати можливості реверсу подачі;
- мати високий коефіцієнт корисної дії;
- бути компактними та зручними в технічному обслуговуванні та ремонті.

Механізми подачі, крім основної функції, можуть здійснювати базування заготовок на органах подачі та притискання їх до напрямних, столів, гусениць, вальців.

За наявністю приводних механізмів, механізми подачі поділяють на два різновиди: з індивідуальним приводом і з відбиранням потужності від механізму різання.

Прогресивним вважають індивідуальний привод. Привод від механізму різання здійснюють тільки у разі необхідності синхронізації руху подачі та руху різання.

1. Фрикційні механізми подачі

1.1. Вальцьові механізми подачі.

Робочими органами таких механізмів є гладкі, рифлені, з шипами або вкриті пружним матеріалом вальці. За конструкцією вальці бувають суцільні, секційні, циліндричні, сідлоподібні, шевронні. За розміщенням у просторі – горизонтальні, вертикальні, поворотні під кутом.

На рис. 7.2 наведено схеми вальцьових механізмів подачі.

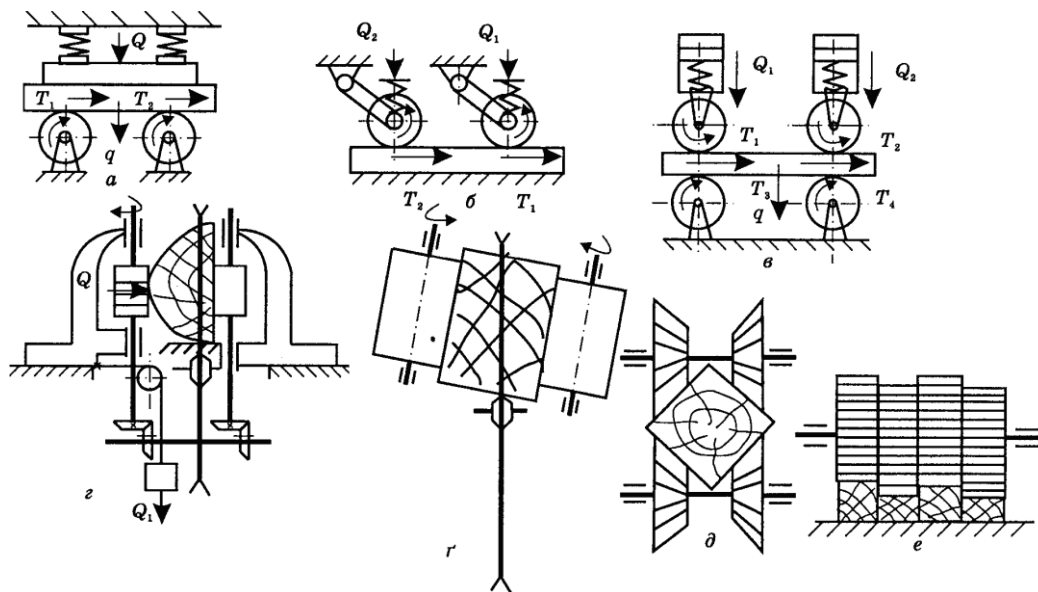


Рисунок 7.2. Схеми вальцьових механізмів подачі: *а* – з нижнім розміщенням вальців; *б* – з верхнім розміщенням вальців; *в* – з нижнім і верхнім розміщенням подавальних вальців; *г* – з вертикальним розміщенням вальців; *г* – з розміщенням вальців під кутом; *д* – з шевронними подавальними вальцями; *е* – з секційними подавальними вальцями

Тягове зусилля T , яке можуть створити подавальні вальці, визначається за формулою:

$$T = Q \phi,$$

де Q – сумарне зусилля, що притискає заготовку до вальців або вальці до

заготівки, H ; φ – коефіцієнт тертя зчеплення між вальцями та заготівкою.

Якщо вальці розміщені знизу, то тягова спроможність вальців збільшується, бо тиск на вальці зростає за рахунок сили ваги заготівки q :

$$T = T_1 + T_2 = (Q + q) \varphi.$$

Притискання горизонтальних вальців до заготівки може здійснюватись за рахунок їхньої маси, тому їх встановлюють на коливних супортах, які опускаються на заготівку (рис. 7.2, б), або за допомогою притискних пружин (рис. 7.2, а), чи пневмоциліндрів (рис. 7.2, в).

Найбільшу тягову здатність мають вальці, розміщені зверху та знизу (рис. 7.2, в).

Вертикальні вальці притискають за допомогою підвішених вантажів, що тягнуть супорт з вальцями (рис. 7.2, з).

Гладкі й прогумовані вальці використовують для подавання струганих (шліфованих) деталей.

Рифлені вальці застосовують для подачі деталей з необробленою поверхнею. На пилорамах, де колоди подають з корою, використовують вальці з шипами.

Секційні вальці (рис. 7.2, е) використовують для забезпечення одночасної подачі декількох різнотовщинних заготівок, щоб кожна з них подавалась надійно.

Вертикальні вальці встановлюють тоді, коли заготівка подається на крайці. Вальці монтують на супортах (рис. 7.2, з), що рухаються по напрямних. Один супорт фіксується нерухомо, а другий рухається в поперечному напрямку і притискає заготівку.

Порівнюючи показані на рис. 7.2 схеми, відзначимо, що схеми а і б простіші за конструкцією, але механізми мають меншу тягову здатність, ніж на схемі в.

При базуванні заготівки на вальцях мимоволі відбувається перебазування її під час переходу з одного вальця на інший. Тому схема б, де заготівка базується на плоскому столі, забезпечує кращу якість оброблення.

Велика кількість вальців, різноманітність їх розміщення в просторі, а також необхідність переміщення їх за розмірами заготівок під час подачі обумовили різноманіття схем приводу вальців у рух. На рис. 7.3 наведено характерні схеми приводів вальців. Схема 7.3, а показує, як приводяться подавальні вальці у пилорамах.

Від електродвигуна через редуктор (на схемі не показано) приводиться в рух центральна шестірня 1, а далі рух передається до нижніх вальців через зубчасті колеса 2 і 3. Привод верхніх вальців здійснюється від шестірні 1, що входить у зачеплення з шестірнею 4, на одному валу з якою посаджено ведучу зірочку 5. Натягування ланцюга 6 здійснюється натягувальним

блоком 7. Ланцюг рухається по напрямних 8 і приводить у рух зірочки 9, 10.

Ці зірочки змонтовані на валах верхніх подавальних вальців.

Така конструкція передачі руху на верхні вальці дозволяє їм вільно підніматися й опускатися відповідно до зміни діаметра колоди. Напрямні 8 постійно змащуються.

На рис. 7.3, б показано схему приводу вальців рейсмусового верстата. Привод здійснюється від ведучої зірочки 1 ланцюгом 2, що огинає чотири ведені зірочки 3, змонтованих на валах верхніх 4 і нижніх 5 подавальних вальців. Постійний натяг ланцюга здійснюється натяжним блоком 6 з пружиною 7. Для збільшення кута охоплення зірочок використано напрямний блок 8.

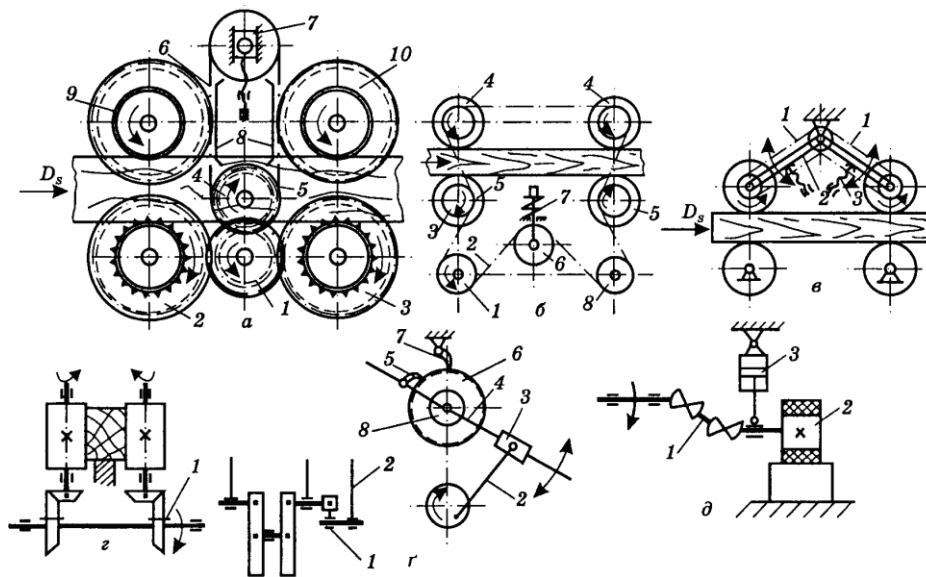


Рисунок 7.3. Привод подавальних вальців: а – пилорами з безперервною подачею: 1 – центральна шестірня; 2, 3 – зубчасті колеса; 4 – шестірня; 5 – ведуча зірочка; 6 – ланцюг; 7 – натягувальний блок; 8 – напрямні; 9, 10 – зірочки; б – рейсмусового верстата: 1 – ведуча зірочка; 2 – ланцюг; 3 – ведені зірочки; 4, 5 – вали (верхні, нижні); 6 – натяжний блок; 7 – пружина; 8 – напрямний блок; в – прирізного круглопилкового верстата: 1 – короткі ланцюгові передачі; 2 – коливний супорт; 3 – опори; г – ребрового верстата: 1 – шпонки ковзання; г – пилорами з пульсуючою подачею: 1 – контркривошип; 2 – шатун механізму подачі; 3 – повзун; 4 – коромисло; 5 – фрикційна собачка; 6 – колесо; 7 – гальмуюча собачка; 8 – шестірня; д – чотирибічного поздовжньо-фрезувального верстата: 1 – карданні вали; 2 – подавальні вальці; 3 – пневмоциліндр

На рис. 7.3, в показано схему передачі руху на верхні подавальні вальці за допомогою коротких ланцюгових передач 1. Під час піднімання й опускання вальців коливний супорт 2 забезпечує постійну міжцентрову відстань. Для регулювання положення вальців служать опори 3, що

виконують роль амортизаторів під час різкого падіння коливних супортів.

Привод вертикальних вальців здійснюється за допомогою конічних передач, встановлених на шпонках ковзання 1 (рис. 7.3, *з*).

Поштовхова подача вальців на пилорамах здійснюється за допомогою контркривошипа 1 (рис. 7.3, *г*). Він встановлюється на видовженому пальці корінного вала після шатуна.

До контркривошипа шарнірно кріпиться шатун механізму подачі 2, що призводить у коливний рух повзун 3. Таким чином приводиться в коливний рух коромисло 4, де прикріплено фрикційну собачку 5, яка приводить в рух колесо 6. Щоб запобігти руху колеса назад, встановлено гальмуючу собачку 7, яка за конструкцією аналогічна подавальній. На одному валу з колесом знаходиться шестірня 8, від якої через зубчасті й ланцюгові передачі приводяться в рух подавальні вальці. Регулювання швидкості подачі здійснюється переміщенням повзуна 3 по коромислі під час налагодження верстата. Змінюючи кутове положення контркривошипа 1, регулюють величину кута випередження подачі чи кута запізнення подачі, необхідного для нормальної роботи пилок без зачеплення за дно пропилу під час неробочого ходу.

На рис. 7.3, *д* показано привод подавальних вальців чотирибичного поздовжньо-фрезувального верстата за допомогою коротких карданних валів 1, які дозволяють регулювати положення вальців і приводити їх у рух. Подавальні вальці 2 притискаються до заготівки пружинами або пневмоциліндрами 3.

1.2. Гусеничні механізми подачі

Гусеничними називають механізми подачі, що мають робочий орган у вигляді жорстких ланок, які шарнірно сполучені між собою і створюють конвеєр, що встановлюється на спеціальних зірочках (туєрах).

На рис. 7.4, *а* показано схему механізму подачі з нижньою гусеницею однопилкового прирізного круглопилкового верстата. Гусениця складається з ланок 1, з'єднаних пальцями 2. Ланки гусениці, де базуються заготівки, мають рифлену поверхню для збільшення зчеплення між ними та заготівкою. Гусеницю встановлено на туєрах: ведучому 3 і веденому 4. Натяг гусениці здійснюється за рахунок сили, що виникає від звисання неробочої вітки конвеєра. Робоча вітка гусениці рухається по призматичних напрямних 5, які виготовлені з матеріалу, що має низький коефіцієнт тертя (наприклад, текстоліт). У гусениці є проріз 6, куди на кілька міліметрів входить пилка для забезпечення повного перерізання заготівки.

У багатопилкових верстатах (рис. 7.4, *б*) можливість зміни відстані між пилками і повне перерізання заготівок забезпечується використанням "пірнаючої" гусениці. Для цього на ланках гусениці встановлюють пальці 1 і ролики 2, що рухаються у криволінійних напрямних 3. У деяких конструкціях у зоні прогинання гусениці встановлюють додаткові ролики

або приводні туєри 4. На схемі 7.4, *в* показано забезпечення повного перерізання заготовок, це здійснюється за допомогою двох гусениць, між якими опускається пила, але така схема конструктивно ускладнює механізм подачі.

У разі верхнього розміщення гусениці (рис. 7.4, *г*) на ланках закріплюють шипи 1, а притискання гусениці до заготовок здійснюється пружинами 2. Для регулювання гусениці за висотою ведучий і ведений туєри розміщуються на коливних супортах.

У багатьох верстатах, що обробляють листові деревні матеріали, використовують механізми подачі з чотирма гусеницями, які попарно змонтовані знизу та зверху заготовки (див. рис. 7.4, *г*). Приводними є всі гусениці, тому їх швидкість має бути однаковою. Це забезпечується їх спільним приводом.

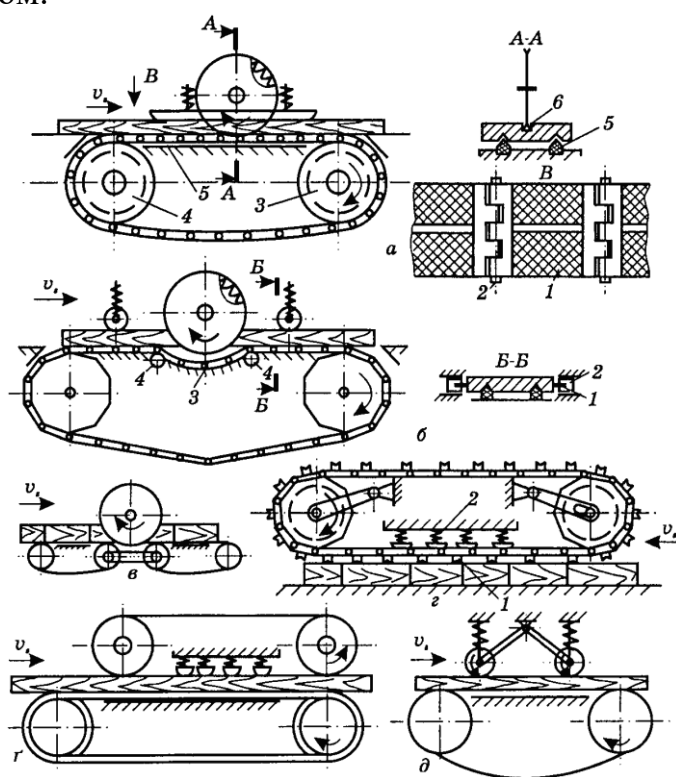


Рисунок 7.4. Схеми гусеничних механізмів подачі: *а* – з прямою нижньою гусеницею: 1 – ланки; 2 – пальці; 3, 4 – туєри (ведучий і ведений); 5 – напрямні; 6 – проріз; *б* – з “пірнаючою” гусеницею: 1 – пальці; 2 – ролики; 3 – напрямні; 4 – приводні туєри; *в* – з двома нижніми гусеницями; *г* – з верхньою гусеницею: 1 – шипи; 2 – пружини; *г* – з нижніми і верхніми гусеницями; *д* – вальцово-гусеничний механізм

Вальцово-гусеничні механізми подачі (див. рис. 7.4, *д*) використовують у чотирибічних поздовжньо-фрезувальних верстатах. Цей механізм забезпечує великі тягові зусилля та простоту конструкції.

На всіх гусеничних механізмах обов'язковим є постійне, примусове

мащення напрямних за допомогою спеціальної помпи – лубрикатора.

Тягове зусилля гусеничного механізму визначається аналогічно, як у вальцьовому:

$$T = Q \varphi,$$

де Q – зусилля притискання заготовки до гусениці, Н; φ – коефіцієнт тертя зчеплення, для гусеничних механізмів.

Порівнюючи вальцеві та гусеничні механізми подачі, відзначимо їх особливості.

До переваг вальцьових механізмів подачі відносять:

- можливість задавати великі швидкості подачі (до 100–120 м/хв.), що забезпечує велику продуктивність;

- простоту конструкції, малі габарити, малі затрати на технічне обслуговування;

- меншу металоємність і вартість.

До недоліків вальцьових механізмів можна віднести:

- меншу тягову спроможність;

- низьку точність пропилю;

- перебазування заготовки під час переходу з одного вальця на інший;

- після спрацювання поверхні вальців або підшипників заготовку веде в бік і це призводить до криволінійного пропилю;

- довжина заготовки визначається відстанню між вальцями, тому можливість обробляти короткі заготовки обмежена;

- вальці контактують із заготовкою на малих площах, що часто призводить до вм'ятин і пошкодження поверхонь.

Гусеничні механізми мають такі переваги:

- можливість створити великі тягові зусилля;

- виключається перебазування заготовок по всій довжині деталей;

- високу точність оброблення;

- не дають вм'ятин на поверхні заготовок.

Серед недоліків гусеничних механізмів варто відзначити:

- неможливість працювати на великих швидкостях подачі через сили інерції та спрацювання гусениці, що дає меншу продуктивність;

- складність конструкції, більші затрати на технічне обслуговування та ремонт;

- більша металоємність і вартість виготовлення.

У деяких гусеницях поверхню ланок для збільшення коефіцієнта тертя зчеплення покривають пружними високофрикційними матеріалами (наприклад, у шліфувальних верстатів).

2. Силкові механізми подачі

2.1. Ланцюгові механізми.

Ланцюгові механізми подачі мають робочий орган у вигляді ланцюга з упорами (рис. 7.5).

Ланцюги 1 встановлюють на двох зірочках: одна з них ведуча 2, друга 3 ведена та натяжна.

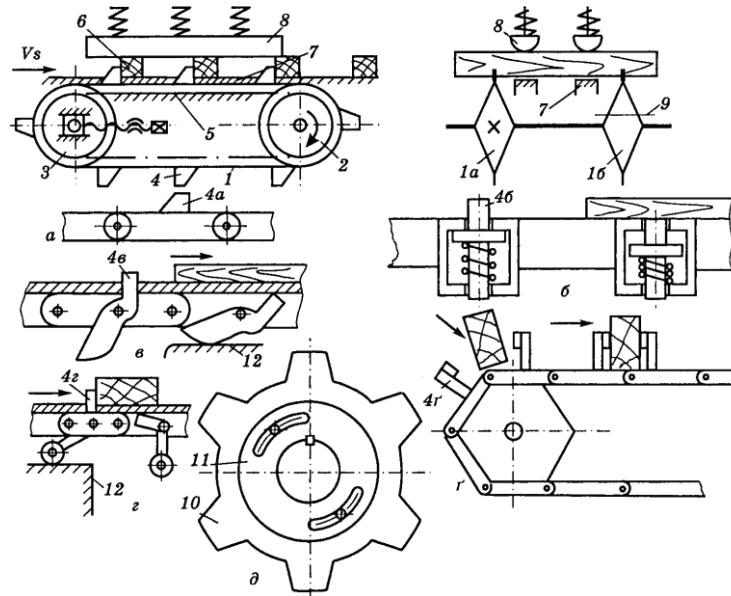


Рисунок 7.5. Схема ланцюгового механізму подачі з упорами: *а* – варіант з жорстко встановленими упорами; *б* – варіант з підпружиненими упорами; *в* – варіант відкидних упорів; *г* – варіант упорів з роликами; *г* – двобічні упори; *д* – схема регулювання зірочок: 1 – ланцюги: 1а, 1б (нерухомий, рухомий); 2, 3 – зірочки (ведуча, ведена); 4 – упори: 4а, 4б, 4в, 4г, 4г (жорсткі, пружні, відкидні, відкидні з рамками, двобічні); 5 – напрямні; 6 – заготівки; 7 – базові шини; 8 – притискачі; 9 – шпонка ковзання; 10 – зірочка; 11 – маточина

Упори 4, які встановлені на ланцюгах, можуть бути жорсткими 4а, пружними 4б, відкидними 4в або відкидними з роликами 4г. У робочій зоні ланцюг рухається по напрямних 5, що постійно змащуються для зменшення тертя та спрацювання. Заготівки 6 захоплюються упорами й протягуються по базових шинах 7. До шин заготівки притискаються притискачами 8. Як правило, у ланцюгових механізмах використовують тягові ланцюги. Якщо заготівки подаються у поперечному напрямку, то використовують два ланцюги. Перший ланцюг 1а встановлюється нерухомо, його називають корінним, а другий 1б рухомий і переміщується разом із базовими шинами та притискачами при налагоджуванні на довжину заготівки. Рухому зірочку встановлено на шпонці ковзання 9.

Щоб забезпечити перпендикулярність задньої крайки заготівки до напрямку подачі, положення кожного упора регулюється. Крім цього, всі упори разом із ланцюгом регулюються повертанням зубчастого вінця зірочки 10 відносно маточини 11 (рис. 7.5, г).

Пружні упори 4б дозволяють вкладати на механізм подачі заготовки різної довжини. Відкидні упори 4в і 4г дозволяють у певні моменти зупиняти заготовку. Двобічні упори 4г використовують для подачі заготовок, що базуються по крайці. На зламі ланцюга упори розкриваються та затискають заготовку під час подальшої подачі.

Механізми подачі з візками використовують у верстатах цикло-прохідного типу. На рис. 7.6, а показано механізм подачі колодопиляльного верстата.

Колода 1 вкладається на платформу 2 і затискається фіксаторами 3. Платформа під час налагодження на товщину дошки зміщується у поперечному напрямку по візку 4. Візок переміщається по рейках 5 за допомогою линви 6, що приводиться в рух від барабана 7. У крайніх положеннях візок гальмується амортизаторами 8. Механізм подачі шипонарізного верстата показаний на рис. 7.6, б. Робочим органом цього механізму є також візок 1. На ньому базують заготовки 2, які притиснуті до упорної лінійки 3. Зверху і збоку заготовки фіксуються затискачами 4. Переміщення візка здійснюється за допомогою ланцюга 5 по напрямних 6. Візок здійснює зворотно-поступальний рух від гідроциліндра 7 через проміжні передачі 8.

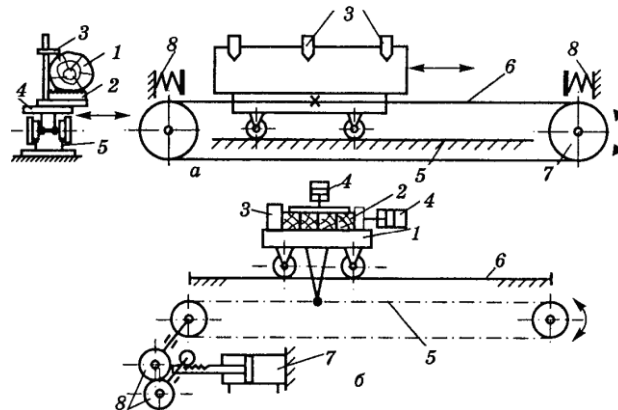


Рисунок 7.6. Схеми механізмів подачі з візками: а – колодопиляльного верстата: 1 – колода; 2 – платформа; 3 – фіксатори; 4 – візок; 5 – рейки; 6 – линва; 7 – барабан; 8 – амортизатори; б – одностороннього шипонарізного верстата: 1 – візок; 2 – заготовки; 3 – упорна лінійка; 4 – затискачі; 5 – ланцюг; 6 – напрямні; 7 – гідроциліндр; 8 – проміжні передачі

Механізмами подачі роторного типу можуть бути карусельні столи або барабани (рис. 7.7, а, б).

2.2. Супортні механізми подачі

Окремо варто виділити механізми, що приводять у рух супорти, на яких монтуються механізми різання. їх використовують на верстатах позиційного типу. Представниками таких механізмів є: маятниковий, балансирний, шарнірний і супортний з прямолінійним рухом. На рис. 7.8

показано **супортні** механізми круглопилкових і свердлильних верстатів.

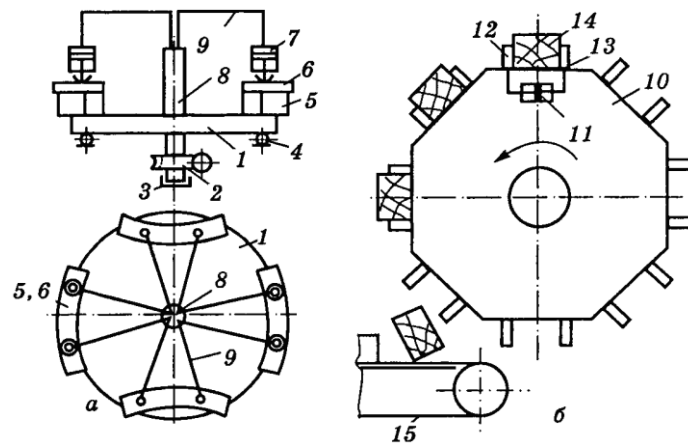


Рисунок 7.7. Схеми механізмів подачі: *а* – карусельних; *б* – барабанних: 1 – карусельний стіл; 2 – черв'ячна передача; 3 – п'ята; 4 – круговий кульковий підшипник; 5 – шаблон; 6 – заготівка; 7 – пневмоциліндр; 8 – повітророзподільник; 9 – трубопроводи; 10 – барабан; 11 – пневмоциліндр; 12 – рухомий упор; 13 – нерухомий упор; 14 – заготівка; 15 – транспортер

У **маятникових** (рис. 7.8, *а*) і **балансирних** механізмах (рис. 7.8, *б*) супорт рухається по дузі кола. До недоліків маятникового механізму можна віднести великі габарити, пов'язані з тим, що для розпилювання широких дощок необхідно ставити пилку більшого діаметра та збільшувати довжину маятника.

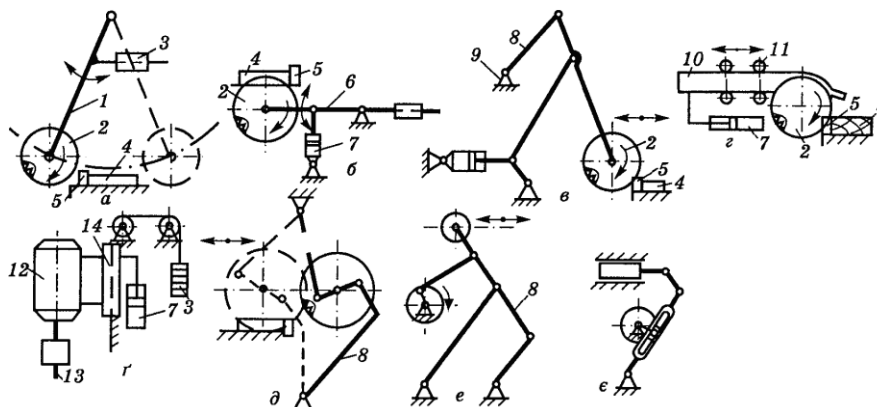


Рисунок 7.8. Схеми супортних механізмів подачі: *а* – маятниковий; *б* – балансирний; *в* – шарнірний; *г* – горизонтальний прямолінійний; *д* – вертикальний прямолінійний; *е* – прямокутний Уатта; *е* – лямбда-механізм Чебишева; *є* – кулісний механізм; 1 – коливна рама; 2 – пилка; 3 – противага; 4 – заготівка; 5 – упорна лінійка; 6 – балансирна рама; 7 – гідроциліндр; 8 – ланка шарнірного механізму; 9 – станина; 10 – горизонтальний супорт; 11 – напрямні ролики; 12 – електродвигун; 13 – свердло; 14 – вертикальний супорт

Балансирні механізми розміщуються знизу або зверху заготовки. Вони мають менші габарити, але для розпилювання широких заготовок вимагають ще більшого діаметра пилки, ніж у маятникових. Цих недоліків коливних механізмів можна уникнути, якщо супорт з механізмом різання рухається по прямій.

Найбільшу точність забезпечують **супорти з прямолінійним рухом** (рис. 7.8, *г, і*). У цих схемах діаметр пилки визначається тільки товщиною заготовки, тому він значно менший, ніж у коливних механізмах. Недоліком схем 7.8, *г* і 7.8, *і* є значні габарити.

Прямолінійність руху супорта можуть також забезпечити **шарнірні механізми**, показані на рис. 7.8, *д, е, є*. Ці механізми займають малі площі, легкі, малометаломісткі та дозволяють вони працювати на великих швидкостях подачі. Єдиним недоліком шарнірних механізмів з прямолінійним рухом супорта є зменшення точності в результаті спрацювання шарнірів. Але використання шарнірних з'єднань з компенсаторами спрацювання усуває цей недолік і відкриває перспективи застосування цих механізмів.

Кулісний механізм (рис. 7.8, *є*) дозволяє розвивати значну силу подачі, але має складнішу конструкцію.

У силових механізмах подачі тягова здатність робочих органів визначається за формулою:

$$T = \frac{60 \times 1000 N_{д.п} \eta_m}{v_s}$$

де $N_{д.п}$ – потужність двигуна механізму подачі, кВт; η_m – сумарний ККД механізму подачі; v_s – швидкість подачі, м/хв.

Перевагою силових механізмів подачі є те, що тягове зусилля не залежить від коефіцієнта тертя зчеплення, як у фрикційних, висока точність оброблення та рівномірна швидкість подачі. Недоліком цих механізмів є складність конструкції, малі швидкості подачі та більша вартість порівняно з фрикційними механізмами подачі.

Контрольні питання. 1. Дайте класифікацію механізмів подачі. 2. Який механізм верстата називається функціональним? Перелічіть їх. 3. Дайте характеристику основних механізмів головного руху. 4. Зобразіть схему класифікації механізмів подачі. 5. Перелічіть основні види механізмів подач. 6. Які механізми подач вважаються самими точними? 7. Поясніть, як збільшити тягову спроможність механізмів подачі. 8. Які переваги гусеничних механізмів подачі порівняно з вальцьовими?

Лекція 8

ДОПОМІЖНІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВУЗЛИ

1. Налагоджувально-експлуатаційні пристрої. 2. Система мащення. 3. Пристрої гальмування. 4. Огородження і стружкоприймачі. 5. Органи керування. 6. Завантажувально-розвантажувальні пристрої.

1. Налагоджувально-експлуатаційні пристрої

До налагоджувально-експлуатаційних допоміжних пристроїв відносять механізми, що не беруть участі в робочих рухах під час виконання технологічних процесів, але необхідні для правильного функціонування машини. До таких пристроїв належать механізми: розмірного, інструментального та кінематичного настроювання; керування і контролю; мащення; догляду за різальним інструментом; гальмування тощо.

Пристрої розмірного настроювання. Ці механізми призначені для переміщення та фіксації установочних елементів верстатів (столів, лінійок, упорів тощо) і головних робочих органів (супортів, вальців). На більшості деревообробних верстатів ці пристрої мають ручний привод від маховичків, важелів, рукояток. Останнім часом, особливо в автоматичних лініях, використовують механізовані та автоматичні програмні пристрої, які поділяють на серійні й циклові. Серійні системи призначені для розмірного настроювання на серію деталей. Циклові – здійснюють настроювання на кожен цикл оброблення.

На рис.8.1, *а* показано схему з вибором одного з перемикачів.

За шляхом переміщення робочого органа *РО* розставлені шляхові перемикачі 1–4, на котрі діє кулачок *К*. Для вибору потрібного перемикача на пульті керування *ПУ* повертають перемикач *П* у задане положення. Потім умикають двигун на рух вперед. Рух робочого органа буде здійснюватися до моменту, доки кулачок не натисне на встановлений перемикач (2 на рис. 8.1, *а*). У цей момент спрацює реле суміщення *РС* і його нормально замкнений контакт розірве коло контактора *В* й електродвигун зупиниться. Контактори *КВВ* і *КВН* відімкнуть електродвигун у крайніх положеннях робочого органа.

На рис. 8.1, *б* показано цифрову систему циклового настроювання з гідравлічними позиціонерами, що забезпечує точне настроювання робочих органів. Супорти №1 і №2 переміщуються гідропозиціонерами 1, 2. Кожен з гідропозиціонерів має сім поршнів 3 з штоками, сполученими між собою Т-подібними пазами. Довжини пазів і поршнів мірні. Вони вибрані так, щоб ходи поршнів утворювали ряд степенів числа 2, починаючи з нуля. Тобто хід поршня для першого штока $2^0 = 1$, для другого $2^1 = 2$, третього $2^2 = 4, 8, 16, 32, 64$.

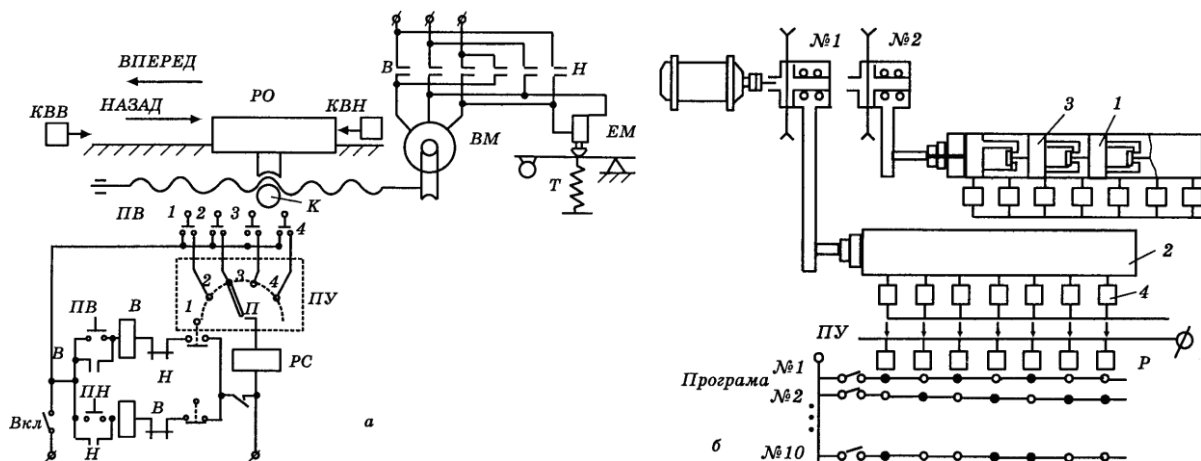


Рисунок 8.1. Пристрої для програмованого настроювання: *а* – для серійного настроювання; *б* – для цифрового настроювання

Такий пристрій дозволяє для вибирання програми настроювання користуватися семирозрядним числом, записаним у двійковій системі числення. Найбільший хід пилки складе 127 мм, найменший – 1 мм. В цьому проміжку можна одержати будь-яке проміжне значення ходу з розрізнявальною здатністю в 1 мм. Поршень переміщається за командою гідророзподільника 4, що керується електромагнітами від реле *Р* відповідного розряду двійкового числа.

2. Система мащення

Змащування поверхонь тертя зменшує сили опору та втрати енергії. Завдяки мащенню збільшується довговічність деталей, зменшується шум, підвищується коефіцієнт корисної дії.

За призначенням і розташуванням на машині пристрої мащення поділяють на індивідуальні, розміщені безпосередньо біля місця змащування, і централізовані, що змащують декілька точок і розміщені на певній відстані.

За характером дії пристроїв мащення їх поділяють на пристрої періодичної та безперервної дії. За видом мастила їх можна розділити на пристрої для рідких олів і консистентних мазей. Сукупність усіх пристроїв для мащення називають системою мащення.

На деревообробних верстатах пристрої мащення встановлюють для змащення підшипників шпинделів, зубчастих редукторів і коробок подач, варіаторів, ланцюгових передач, ходових гвинтів, напрямних та інших вузлів тертя. У більшості випадків використовують ручні місцеві пристрої періодичної дії для консистентних мазей і рідких олів. Централізовані системи застосовують для змащування поверхонь з тертям ковзання (наприклад, напрямні пилорам, напрямні гусениць, ланцюгів тощо).

Для мащення рідкою оливою використовують наливні олив'ярки (рис. 8.2, *а*, *б*). Широко застосовують прес-олив'ярки під запресування з різьбою

(рис. 8.2, в, г) для густих мазей. Для безперервного змащування рідкими оливами використовують фітільні та крапельні олив'ярки (8.2, г, д).

Фітільні олив'ярки простіші за конструкцією, але в них важко регулювати кількість мастила, що подається до поверхонь тертя. З часом фітілі забруднюються й подача мастила припиняється. Крапельні олив'ярки цих недоліків не мають. Поворотом головки регулюється положення голки та кількість мастила. Для механізованого мащення використовують плунжерні приводні помпи (лубрікатори) з механічним приводом. Для регулювання кількості оливи, що подається до точок змазування, застосовують відвідні латунні трубки та оливорозподільники (рис. 8.2, з). У документації верстатів обов'язково даються карти змащення у вигляді схеми, де позначені всі точки мащення, вид мастила та режим мащення.

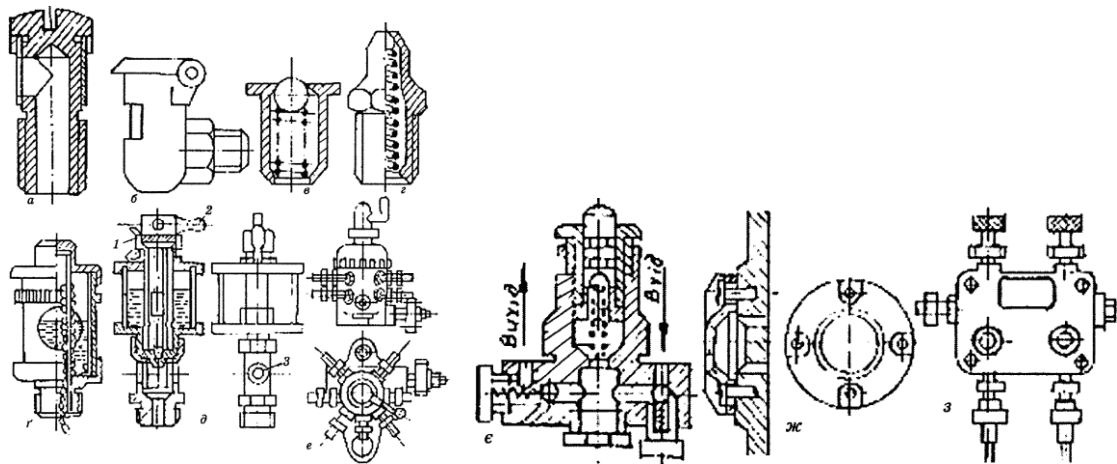


Рисунок 8.2. Конструкції пристроїв мащення: а, б – наливні олив'ярки, в, г – прес-олив'ярки; г – фітільна олив'ярка; д – крапельна олив'ярка: 1 – кришка; 2 – ручка; 3 – вічко; е – лубрікатор; є – плунжерна приводна помпа; ж – оливопоказчик рівня (вічко); з – оливорозподільник

Пристрої автоматичного безперервного примусового змазування складаються з насоса (лубрікатора), ємності і системи оливопроводних трубочок для підведення масла на тертьові поверхні одночасно до декількох точок мащення. На рис. 8.3, а наведена схема пристрою автоматичного змазування ланцюгового конвеєра. Масло з вбудованого в кронштейн бачка тече в насос 12, звідки під тиском надходить до отвору 2 в напрямній 3 ланцюга 4. Насос (рис. 8.3, б) має корпус 9, плунжер 6, пружину 7, вхідний 8 і вихідний штуцера з підпружиненою кулькою 5. При зворотно-поступальному русі плунжера масло порціями (обсяг 1 см³) витісняється в напірну лінію. Привод плунжера 6 здійснюється від кулачка 11, прикріпленого збоку зірочки. За кожний оберт зірочки плунжер робить один робочий хід.

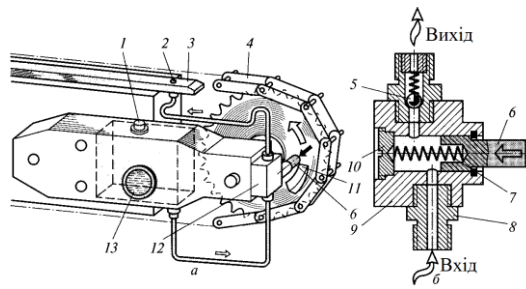


Рисунок 8.3. Пристрій змазування ланцюгового конвеєра: *a* – схема; *б* – конструкція насоса; 1 – пробка; 2 – отвір; 3 – напрямна; 4 – ланцюг; 5 – кульковий клапан; 6 – плунжер; 7 – пружина; 8 – штуцер; 9 – корпус; 10 – пробка; 11 – кулачок; 12 – насос; 13 – вічко

Автоматичне змазування напрямних (рис. 8.4) здійснюється здвоєним насосом з приводом від індивідуального електродвигуна 1 через черв'як 2, черв'ячне колесо і вал 3. На корпусі 6 насоса є кришка 7 і оглядові вікна 5 для визначення рівня масла в баку.

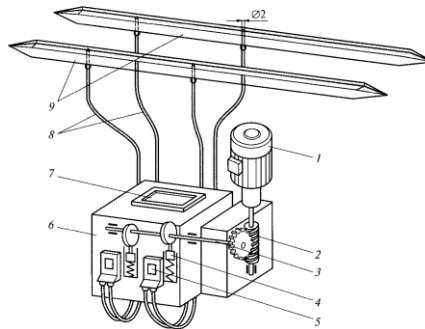


Рисунок 8.4. Схема автоматичного змазування напрямних: 1 – електродвигун; 2 – черв'як; 3 – вал; 4 – плунжер; 5 – оглядове вікно; 6 – корпус насоса; 7 – кришка; 8 – трубки; 9 – напрямні

Іноді для регулювання потоку масла, що надходить до змащуваних поверхонь, відвідні трубки насоса приєднують до оливорозподільника. Ефективність роботи системи безперервного змазування залежить від якості і чистоти масла. Тому в системі передбачають спеціальні фільтри, які періодично очищають і промивають або замінюють фільтруючі елементи.

В автоматичному режимі роботи системи змазування інтервал часу між двома черговими порціями подачі масла вибирають таким, щоб до моменту наступної порції на тертьових поверхнях збереглося мащення. Однак надмірно інтенсивна подача масла часто є причиною забруднення верстата, робочого місця і псування готових дерев'яних деталей.

3. Пристрої гальмування

Правила охорони праці зобов'язують встановлювати гальма на механізмах різання всіх верстатів. Для цього використовують пристрої для механічного гальмування з ручним та автоматичним керуванням і

електричне гальмування.

До **механічних пристроїв гальмування з ручним керуванням** відносять стрічкові або колодкові гальма, що приводять у рух рукоятками або ножними педалями. На валах, що гальмуються, встановлюється гальмівний шків, що охоплюється стрічкою чи колодками. Шків виготовляють чавунними, а колодки покривають фрикційними матеріалами (феродо). Якщо привод гальма здійснюється від електромагніта чи гідроциліндра та умикається автоматично після зупинки верстата, то такі пристрої називають **механічними з автоматичним керуванням**.

Останнім часом широкого поширення набуло електричне гальмування у двох різновидах: динамічне і противмиканням.

Динамічне гальмування полягає у тому, що в момент вимикання двигуна кнопкою K_{HC} (рис. 8.5) умикається контактор гальмування $KГ$ і обмотка статора під'єднується до джерела постійного струму. Двигун переходить у режим генератора. Ротор, обертаючись за інерцією в магнітному полі статора, індукуює електрорушійну силу. Навколо ротора виникає магнітне поле, спрямоване проти магнітного поля статора, що призводить до різкого гальмування. Відрегульоване на 5–6 с реле часу $РЧ$ розмикає контакти $KГ$ і електродвигун відмикається від джерела постійного струму.

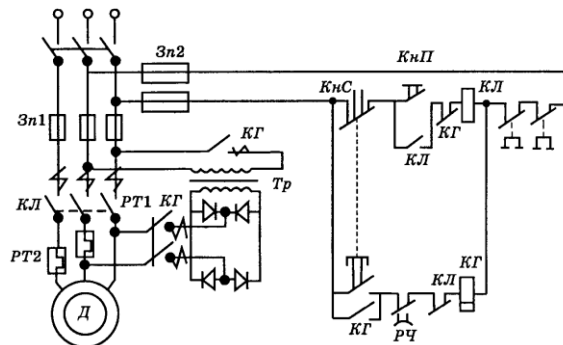


Рисунок 8.5. Схема керування асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором і динамічним гальмуванням

Гальмування противмиканням полягає у перемиканні фаз електродвигуна (рис. 8.6). Після вимикання двигуна кнопкою K_{HC} вмикається контактор гальмування $KГ$ і замикає свої контакти $KГ$ на силовій схемі двигуна. У цей час відбувається зміна фаз електродвигуна.

Магнітне поле статора починає рухатися в протилежний бік, а ротор за інерцією рухається у попередньому напрямі. Це призводить до його гальмування. У момент, коли його швидкість стане рівною нулю, реле швидкості $РШ$ відмикає контактор гальмування $KГ$.

Реле контролю швидкості (рис. 8.6, б) встановлено на електродвигуні і має якір, що приводиться в рух від вала електродвигуна. Якір 1 виготовлений з постійного магніту, який, обертаючись, створює магнітне

поле, що зміщує кільце 2 і замикає контакти *РШ*. Але під час гальмування якір на мить зупиняється, отже, зникає сила, що зміщує кільце. Під дією пружин кільце стає в нейтральне положення і розмикає контакти *РШ*.

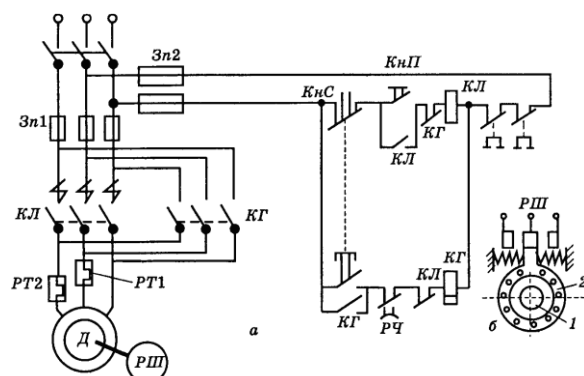


Рисунок 8.6. Схема керування асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором і гальмуванням противмиканням: *а* – принципова електрична схема; *б* – реле швидкості: 1 – якір; 2 – кільце

4. Огородження і стружкоприймачі

Огородженнями називають пристрої, призначені для виключення попадання або доступу людини або частин його тіла в небезпечну зону верстата. Найнебезпечнішим є різальний інструмент, а також обертові деталі і рухомі механізми верстата.

В більшості деревообробних верстатів огороження зблоковано з системою керування так, що робота верстата при знятому або відведеному огороженні неможлива. Пускати верстат треба тільки після надійного кріплення всіх огорожень. Для запобігання викиду заготовок з верстатів застосовують *кігтевий захист* (рис. 8.7, *а*), що представляє собою пакет вільно насаджених на вісь зубчастих секторів або пазурів 2. При зворотному русі заготовки пазури врізаються в деревину і забезпечують надійне гальмування матеріалу. При необхідності кігтевий захист можна відвести в неробоче положення рукояткою 1. **Забороняється** працювати на верстаті з несправним кігтевим захистом.

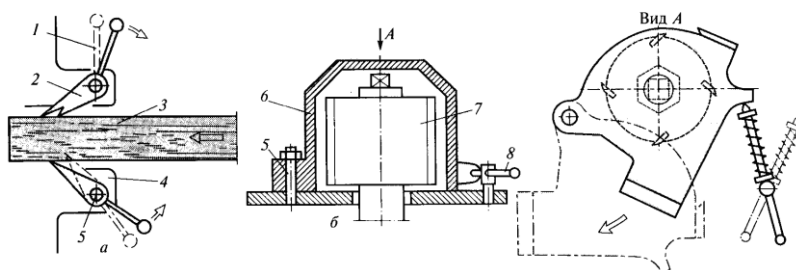


Рисунок 8.7. Запобіжні пристрої: *а* – когтевий захист; *б* – огороження; 1 – рукоятка; 2 – пазури; 3 – заготовка; 4 – верстат; 5 – вісь; 6 – ковпак; 7 – фреза; 8 – рукоятка-фіксатор

На круглопилкових верстатах небезпечним є викид вузького зрізка. Викидаюча імпульсна сила створюється при защемленні в пропилі зубів неробочої частини пилки. Для запобігання защемлення за диском пилки в площині пропила встановлюють *напрямний розклинювальний ніж* товщиною, що відповідає ширині пропила. Відстань від зубів пилки до леза ножа повинна бути 10-12 мм.

Огородження круглих пилок роблять у вигляді *зварних кожухів*, укріплених на кронштейнах. Для повного укриття виступаючої частини пилки використовують кожухи, змонтовані так, що можливий автоматичний підйом і опускання залежно від товщини матеріалу, що розпилюється.

Огородження фрезерних інструментів (рис. 8.7, б) виготовляють у вигляді міцних *чавунних ковпаків* б з вихідним патрубком для приєднання до трубопроводу екстаустерної системи по видаленню відходів обробки матеріалів. Для забезпечення легкого доступу до інструментів ковпаки роблять швидкознімними або відкидними і поворотними, як показано на рис. 8.7, б. Ковпаки повинні бути міцними, щоб запобігти їх руйнуванню при аварійному вильоті з верстата елементів інструмента, що мають високу початкову швидкість.

Нерідко огороження дереворізальних інструментів служать *приймачами* в системі по видаленню відходів. Видалення від верстатів стружки, ошурок і пилу - важливе і складне завдання. Стружка, наприклад, впливає на правильність базування і закріплення оброблюваних деталей, а деревний пил від шліфувальних верстатів вибухонебезпечний і може з'явитися причиною вибуху або пожежі. Крім того, погане видалення пилу різко знижує стійкість шліфувальної шкурки на шліфувальних верстатах, чистота шліфуючої поверхні деталей погіршується.

Стружку від верстатів видаляють за допомогою екстаустерної системи по трубах, в яких створюється розрідження повітря. Для економії теплоти в цеху і електроенергії для підтримки заданого розрідження в системі на кінцях трубопроводів роблять *засувки* або *відсікаючі клапани*, якими перекривають трубопроводи видалення відходів по закінченні роботи верстата.

Пилеприймач шліфувального верстата із засувкою показаний на рис. 8.8. Його приєднують до повітроводу 2 двома хомутами 7, скріпленими між собою скобами 6. Попередньо на кінці труб надягають гумові диски 4 з отворами, діаметр яких менше діаметра повітроводу 2. По закінченні роботи верстата, вставляючи в стик між гумовими дисками засувку 3, надійно закривають доступ повітря в систему видалення відходів обробки матеріалів.

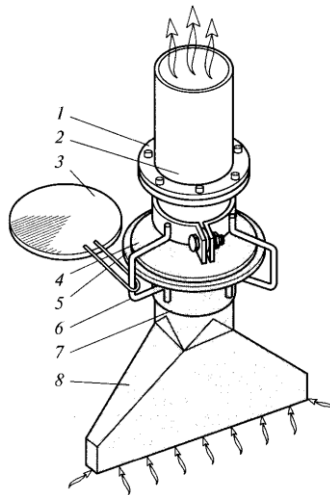


Рисунок 8.8. Пилеприймач з засувкою: 1 – фланець повітроводу; 2 – повітровід; 3 – засувка; 4 – гумовий диск; 5 – фланець; 6 – скоба; 7 – хомут; 8 – кожух

До огорожень відносяться також пристрої, призначені для зниження рівня шуму працюючих верстатів. В сучасних верстатах протишумові огороження роблять у вигляді *спеціальних кожухів, кабін або шаф зі звукоізолюючими стінками*. У шафах є дверцята або відкидні стінки для вільного доступу до робочих органів при налагодженні верстата (рис. 8.9).

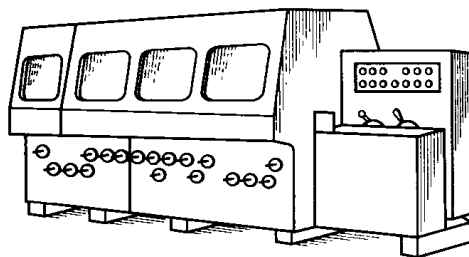


Рисунок 8.9. Звукоізолююче огороження верстата

5. Органи керування

До органів керування відносяться вимикачі, електричні кнопки, перемикачі, панелі індикації і сигнальні лампи, рукоятки і маховички механічних систем настроювання верстата і т.п.

В *найпростіших верстатах* органи керування звичайно розміщують на станині верстата в зручному для робітника місці. На пульті завжди є кнопка «Пуск» чорного кольору і більшого розміру червона кнопка «Стоп». Часто кнопкові станції багатопшпіндельних верстатів і автоматичних ліній роблять на кронштейні або розміщують в окремій шафі з панеллю керування.

Для полегшення розпізнавання органів керування застосовують мнемонічні схеми і умовні позначки виконуваних технологічних операцій. На рис. 8.10 показаний пульт керування двостороннього шипорізного

верстата. На панелі пульта розміщена: сигнальна лампа 1, кнопка 2 «Пуск» різальних інструментів, кнопки 8 і 9 руху подачі заготовок, кнопка 7 «Стоп» верстата і вісім перемикачів 3–6, 10–13 для включення в роботу відповідних різальних інструментів. Поруч з перемикачами показані мнемонічні схеми виконуваних технологічних операцій.

В складних верстатах-автоматах керування здійснюється електричними, пневматичними або гідравлічними системами, які містять в собі командоапарати, реле часу, реле тиску для повітря або масла, різні датчики контролю стану верстата і розмірів оброблюваних деталей. Їх розміщують в певних зонах верстата і спеціальних шафах керування.

У верстатах-автоматах пристрій програмного керування дає команди на закріплення і відкріплення деталі, зміну швидкості подачі або різання, піднастройки робочого органа і т.д.

Послідовність окремих дій і рухів в автоматичному верстаті повинна бути строго впорядкована і виконуватися по алгоритму керування - припису про послідовності виконання команд (операцій) керування. Оперативне введення інформації керування в найпростіших випадках здійснюється за допомогою упорів, переставних кінцевих вимикачів або перемикачів.

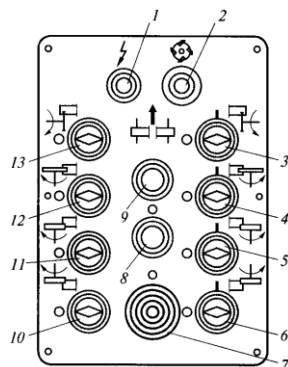


Рисунок 8.10. Пульт верстата з ручним керуванням: 1 - сигнальна лампа; 2 - кнопка «Пуск»; 3-6, 10-13 - перемикачі; 7 - кнопка «Стоп»; 8, 9 - кнопки подачі

На рис. 8.11, а наведена схема системи керування у верстаті-автоматі на основі барабана переналагоджуваних упорів, які служать для обмеження крайнього положення робочого органа. Робітник-наладчик програмує роботу верстата заздалегідь, регулюючи виступи A_1 , A_2 , A_3 гвинтів-обмежників 4 (механічних програмоносіїв) на задані розміри обробки. В процесі роботи є можливість швидкого переналагодження супорта 7 шляхом ручного або механізованого повороту барабана 2. В інших верстатах введення в роботу необхідного інструмента для виконання певної операції здійснюється автоматично системою шляхового керування (рис. 8.11, б). Як носії шляхових команд використовують переставні кінцеві вимикачі ВК1, ВК2 або спеціальні упори-датчики. Розставляючи їх певним чином, вводять

циклову програму роботи верстата, що послідовно видає сигнал керуючим апаратам і далі двигунам М1 і М2 приводу настроювання (позиціювання) поздовжнього або поперечного супорта.

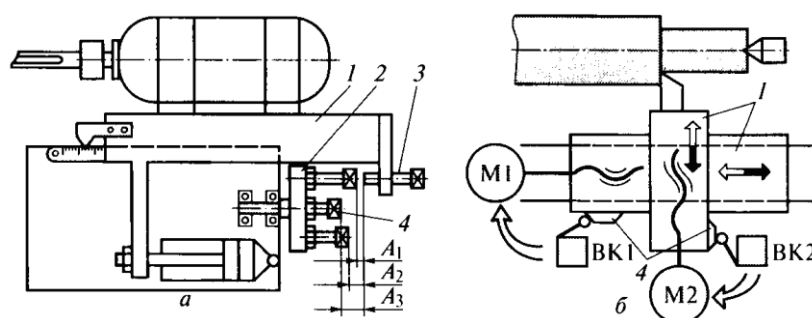


Рисунок 8.11. Схема системи керування: а - барабан переналагоджуваних упорів; б - шляхові датчики; 1 - супорт; 2 - барабан; 3 - упор; 4 - гвинт-обмежник; BK1, BK2 - кінцеві вимикачі; M1, M2 - двигуни

Для верстатів-автоматів керуючу програму готують заздалегідь відповідно до технологічного процесу обробки конкретної деталі. Для цього застосовують електронну обчислювальну машину або спеціальний обчислювальний пристрій. Текст програми заздалегідь записують на програмоносії у вигляді дискети або спеціального аркуша зі штриховими кодами. Далі програмоносії встановлюють на пульт керування верстатом (рис. 8.12). Готову програму вводять у систему числового програмного керування за допомогою клавіатури або зчитують з аркуша 1 сканером 7. Для вибору потрібної програми і відображення схеми технологічного процесу обробки є кольоровий екран (монітор) 2. Пульт керування встановлюється на поворотному кронштейні з регулюванням положення по висоті.

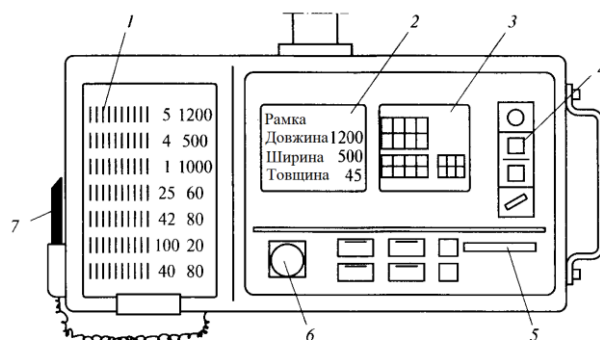


Рисунок 8.12. Пульт верстата з програмним керуванням: 1 – аркуш програми; 2 – екран (монітор); 3 – клавіатура; 4 – перемикачі; 5 – щілина для дискети; 6 – кнопка «Стоп»; 7 – сканер

Програмне мікропроцесорне керування верстатом-автоматом виконується за допомогою спеціалізованого автономного (вбудованого) обчислювального пристрою на базі мікропроцесорного контролера й

інтегральних схем загального призначення.

В сучасному виробництві використовують інтегровану систему керування за допомогою ЕОМ, що має зв'язок (інтерфейс) з об'єктами керування (верстатами) і виробляє автоматичні команди-вказівки виконавчим органам верстата.

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 в ємностях вони діляться на магазинні, бункерні і штабельні, по ступені вбудовування в робочу машину - на вбудовані, автономні і навісні.

Магазинні завантажувальні пристрої призначені для живлення верстатів брусковими заготівками.

Живильник стрічковий (рис. 8.13, а) призначений для завантаження коротких заготовок у верстат в поздовжньому або поперечному напрямку. Для цього над завантажувальним стрічковим транспортером встановлений магазин, утворений передньою і задньою стінками, що утворюють кишеню. В магазин укладаються стопкою заготівки висотою 0,5-0,6 м. Нижня з них опирається на стрічку транспортера.

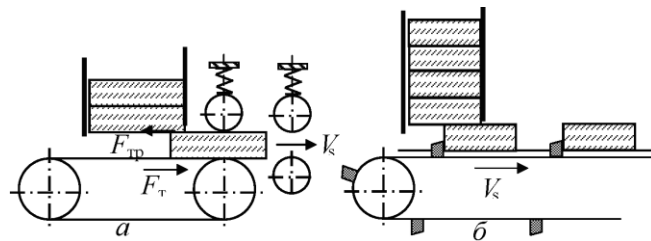


Рисунок 8.13. Магазинні живильники: а - стрічковий; б - ланцюговий з упорами

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

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

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. 8.13, б) призначений для поперечної подачі заготовок у верстатах круглопилкових, двосторонніх шипорізних і ін. Нижня заготовка опирається на плоску напрямну, нижче якої проходить ланцюг з упорами. Упори захоплюють нижню заготовку і витягають її з магазину.

Крок між упорами, мм:

$$t \geq V t_0,$$

де V - швидкість ланцюгового конвеєра, м/с; t_0 - час падіння чергової заготовки на напрямні,

$$t_0 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

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

Завантажувально-розвантажувальний пристрій для щитових деталей (рис. 8.14) застосовується в автоматичних лініях і може бути використаний як для завантаження ліній, так і для укладання деталей, що знімають з ліній.

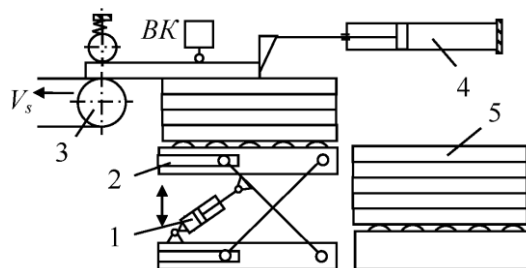


Рисунок 8.14. Завантажувально-розвантажувальний пристрій для щитових деталей

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

У вихідному 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 шттовхач 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 в пакет пристрій працює у зворотній послідовності. При цьому кінцевий вимикач ВК налаштовується так, що стіл підйомника опускається щораз на товщину деталі.

Захисні пристрої

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

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

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

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

Огородження різального інструменту

Робоча зона різального інструменту повинна бути максимально закрита огороженням. При цьому огороження повинно відкриватися при подачі заготовки на різальний інструмент (рис. 8.15, *a*). Таке огороження складається зі зварного металевого корпуса 1, шарнірно закріплених на ньому двох шторок 2 і приймача стружки 4, що підключається до аспіраційної системи цеху. На одній зі шторок закріплений палець 3, а на іншій - виконаний паз, в який палець вставлений.

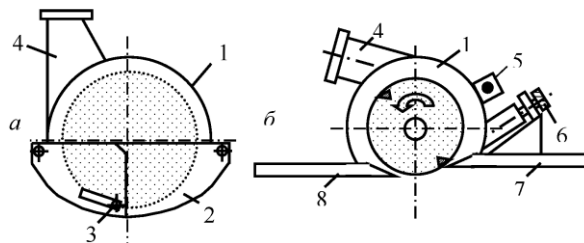


Рисунок 8.15. Огородження різальних інструмент: *a* - пилки; *б* - фрези

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

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

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

Захисні огороження, які доводиться періодично регулювати (рис.

8.15, б), повинні мати таку конструкцію, щоб їх можна було відкривати і регулювати без застосування спеціального слюсарно-монтажного інструмента (гайкового ключа, викрутки і 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), фіксуємої гвинтами до корпусу і 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. В такому положенні огороження фіксується на столі верстата гвинтами. Площина передньої напрямної лінійки зміщається щодо задньої лінійки на глибину фрезерування. Це досягається за допомогою гвинтового механізму 6.

Після установки фрези і 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.

Розклинювальний ніж. Розклинювальний ніж встановлюється в обов'язковому порядку на однопилковому круглопилковому верстаті з нижнім розташуванням пильного вала. Розклинювальний ніж запобігає затискання пилки і 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. 8.16).

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

На багатопилкових верстатах за пилками в одній площині з ними встановлюються розклинювальні і напрямні ножі. Розклинювальні ножі встановлюються за крайніми пилками поставу, а напрямні - за пилками, розташованих між крайніми. Товщина направляючих ножів дорівнює ширині пропила або менше її на 0,5 мм.

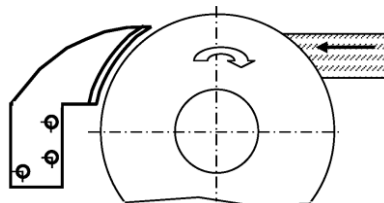


Рисунок 8.16. Розклинювальні ніж

Завіси .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. 8.17).

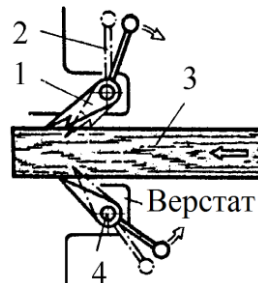


Рисунок 8.17. Завіси

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 стосовно 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 кігтеву завісу можна відвести в неробоче положення рукояткою 2. Працювати на верстаті з несправною кігтевою завісою забороняється.

Контрольні запитання. 1. Для чого здійснюють мащення вузлів деревообробних верстатів? Наведіть конструкції пристроїв мащення. 2. Які способи гальмування використовують на верстатах? Поясніть принцип роботи схеми динамічного гальмування. 3. Пожніть принцип роботи реле швидкості в механізмах з гальмуванням противмиканням. 4. Як влаштовані огороження різальних інструмент і які правила їх використання? 5. Розкажіть про принцип дії кігтевого захисту. 6. Як відключають екстаустерну систему від верстата? 7. Перелічіть кнопки і перемикачі керування багатоопераційним верстатом і вкажіть їх призначення. 8. Які пристрої використовують для керування автоматичною роботою верстата? 9. Які бувають мастильні пристрої в деревообробних верстатах? 10. Як влаштована і працює система автоматичного змазування напрямних конвеєра?

Лекція 9

ПРИВОДИ ДЕРЕВООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ

1. Електричний привод. 2. Гідропривод. 3. Пневмопривод. 4. Пневмогідропривод.

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

В 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. Електричний привод

Електричний привод складається з електродвигуна, апаратури керування та передавального механізму, що сполучає електродвигун з робочими органами машини. Компактність і універсальність електричного приводу забезпечує його широке застосування в деревообробних машинах. У деревообробних верстатах переважно застосовується багатодвигунний привод з максимальним наближенням електродвигунів до робочих органів. За характером регулювання швидкості електричний привод може бути нерегульованим – з постійною швидкістю руху, який передається, і регульованим – із ступеневим і безступеневим регулюванням швидкості.

Нерегульований електропривод. Для механізмів головного руху більшості деревообробних машин необхідно зберігати постійну швидкість різання при значних змінах навантаження. Цю вимогу забезпечують асинхронні короткозамкнені трифазні електродвигуни.

Для деревообробки розроблено спеціальні електродвигуни серії 4АХД. Вони відрізняються від стандартних двигунів єдиної серії тим, що для зручного монтування в деревообробні верстати мають менший діаметр і більшу довжину ротора, а також подовжений кінець вала двигуна з різьбою на кінці для встановлення та закріплення інструменту.

З метою отримання підвищеної частоти обертання (6000 хв.^{-1} і більше) для живлення двигунів застосовуються перетворювачі частоти з механічними генераторами струму підвищеної частоти або ж електронні.

Тихохідні механізми (наприклад, подавач) приводяться від стандартного асинхронного електродвигуна серії 4А, приєднаного у більшості випадків через редуктор і ланцюгову передачу до виконавчого органу. Компактніший привод отримують у разі застосування мотор-редукторів, що складаються з асинхронного електродвигуна та одно- або двоступінчастого планетарно-зубчастого редуктора.

Регульований електричний привод. Приводи цього типу в деревообробних машинах застосовуються переважно в механізмах подачі. За характером регулювання вони поділяються на приводи зі ступінчастою та безступінчастою зміною швидкості. Ступінчаста зміна швидкості може бути здійснена шляхом використання багатошвидкісного асинхронного

електродвигуна, ступінчастих шківів або коробок швидкостей із пересувними блоками зубчастих коліс.

Використання **багатошвидкісних електродвигунів** спрощує механізм регулювання швидкості, але кількість ступеней регулювання частоти обертання вала двигуна обмежена. Це наочно видно з аналізу виразу для визначення частоти n (хв^{-1}) обертання вала електродвигуна:

$$n = \frac{60 f}{p}$$

де f – частота струму електричної мережі, Гц; p – кількість пар полюсів двигуна.

Для частоти $f = 50$ Гц і при зміні p від 1 до 6 (граничі числа пар полюсів стандартного виконання) можна отримати такий ряд частот обертання: 3000; 1500; 1000; 750; 600; 500. До недоліків багатошвидкісних електродвигунів відносять їх значні габарити, велику масу та високу вартість.

Привод з **безступінчастим регулюванням швидкості** дістав найбільше поширення. У деревообробних машинах застосовують такі типи приводів: механічні варіатори з гнучким зв'язком, приводи з електромагнітною муфтою ковзання, електродвигуни постійного струму, асинхронні електродвигуни з електронним перетворювачем.

Механічні варіатори забезпечують плавну зміну частоти обертання робочих органів у діапазоні до 5...6 на ходу під навантаженням. У приводах деревообробних верстатів поширені клинопасові варіатори та ланцюгові варіатори, що об'єднані з редуктором. На рис. 9.1 показано такий привод, який використовується в круглопилковому верстаті.

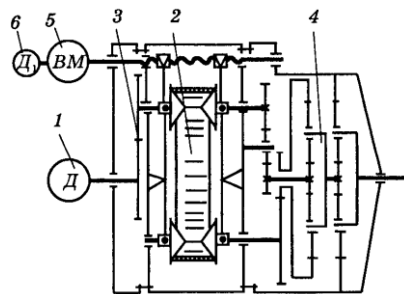


Рисунок 9.1. Привод з варіатором і планетарним редуктором: 1 – асинхронний електродвигун; 2 – ланцюговий варіатор; 3 – зубчаста пара; 4 – планетарний редуктор; 5 – виконавчий механізм; 6 – спеціальний електродвигун

Він складається з асинхронного електродвигуна 1, з'єданого через зубчасту пару 3 з ланцюговим варіатором 2. Регулювання варіатора шляхом розсування конусних рифлених зубчастих дисків здійснюється спеціальним

електродвигуном 6 через виконавчий механізм 5. Вали варіатора несуть шестерні двоступінчастого планетарного редуктора 4, перший ступінь якого отримує постійну і змінну швидкість обертання і працює в диференційному режимі. У результаті дістають розширення діапазону регулювання клинопасового варіатора.

Привод з електромагнітною муфтою ковзання забезпечує діапазон регулювання, що дорівнює десяти, але має значну масу, низький коефіцієнт корисної дії та надійність.

Приводи деревообробного обладнання також застосовують **електродвигуни постійного струму**. Регулювання частоти обертання в цих двигунах відбувається при постійному крутному моменті, плавно і в широкому діапазоні за рахунок зміни напруги, що підводиться до якоря. До числа регульованих приводів постійного струму, які застосовуються в деревообробці, належать:

1. система генератор-двигун, в якій регулювання швидкості досягається зміною напруги на затискачах генератора постійного струму, що живить електродвигун (застосовується в пилорамах);
2. система з електромашинним підсилювачем (ЕМУ);
3. приводи на базі магнітних підсилювачів (наприклад, МПУ, в яких діапазон регулювання досягає 100);
4. вентильний (тиристорний) електропривод постійного струму, що складається з двигуна постійного струму з незалежним збудженням, тиристорного перетворювача на кількох тиристорах, блока керування, задавача швидкості обертання та тахогенератора для створення зворотного зв'язку за швидкістю.

Використання **асинхронного електродвигуна з електронним перетворювачем** дозволяє регулювати частоту обертання асинхронного двигуна змінного струму в широкому діапазоні від нуля до швидкості, яка у два рази більша від номінальної. Принцип роботи перетворювача полягає у зміні амплітуди та частоти струму, яким живиться електродвигун. Принципову схему перетворювача наведено на рис. 9.2.

Перетворювач є невеликим електронним блоком, який встановлюється на пульті керування верстатом. Він приєднується до мережі змінного струму, а з ним з'єднується електродвигун, частоту обертання якого треба регулювати. Регулювання частоти обертання електродвигуна здійснюється потенціометром, розміщеним на перетворювачі. Під час роботи можна контролювати якість живлення змінним струмом, частоту обертання електродвигуна, потужність, що споживається.

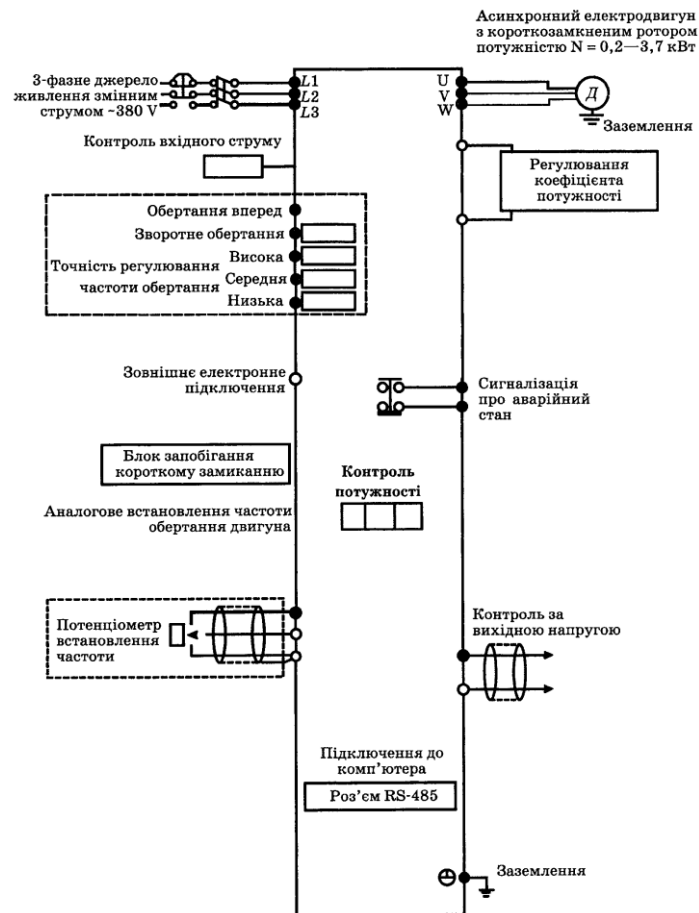


Рисунок 9.2. Схема електронного перетворювача

Є цілий ряд регулювань, головні серед яких: ступені точності частоти обертання (висока, середня, низька), коефіцієнт потужності, який підбирається залежно від реального навантаження на двигун. Це впливає на плавність обертання й відповідно на плавність (без поштовхів) переміщення виконавчого органу. До перетворювача можна приєднати комп'ютер (через з'єднувач RS-485), який забезпечить точніше налаштування роботи приводу і контроль характеристик його роботи. Під час роботи спеціальним блоком запобігається негативний вплив короткого замикання, а також умикається світловий і звуковий сигнали у разі виникнення аварійних ситуацій.

Розрахунок потужності електричного приводу. Для більшості типів механізмів **головного руху** деревообробних машин характерна постійна тривалість навантаження. У цьому випадку розраховується статична потужність приводу механізму головного руху $N_{ДВ.ГР}$, кВт:

$$N_{ДВ.ГР} = \frac{P_z v}{\eta_n 1000}$$

де P_z – дотична сила різання, Н; v – колова швидкість робочого органу, м/с; η_n – ККД передавального механізму.

У розрахунках **механізму подачі** можуть бути враховані два види

навантаження – постійне або змінне і, відповідно, використані дві методики розрахунку. До верстатів з постійним навантаженням належать прохідні верстати – круглопилкові обрізні, рейсмусові, чотирибічні поздовжньо-фрезувальні тощо.

Потужність на подачу, кВт, для таких верстатів визначають для робочого ходу, а потужність холостого ходу дорівнює нулю, оскільки його немає:

$$N_{под} = \frac{\alpha \sum S v_s}{60 \times 1000}$$

де $\alpha = 1,3-1,5$ – коефіцієнт запасу; S – сумарна сила опору подачі, Н; v_s – швидкість подачі, м/хв.

Потужність двигуна на подачу, кВт:

$$N_{д.п} = \frac{N_{под}}{\eta_{\Sigma}}$$

де η_{Σ} – сумарний ККД приводу.

Для послідовного з'єднання передач сумарний коефіцієнт корисної дії визначається за формулою:

$$\eta_{\Sigma} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \dots \eta_n,$$

де $\eta_1 \dots \eta_n$ – ККД окремих складових механізму подачі.

До верстатів зі змінним навантаженням належать позиційні верстати – супортні торцювальні, свердлильні, довбальні тощо. Якщо розглядати діаграму витрат потужності такого верстата за певний час, то вона має вигляд, показаний на рис. 9.3.

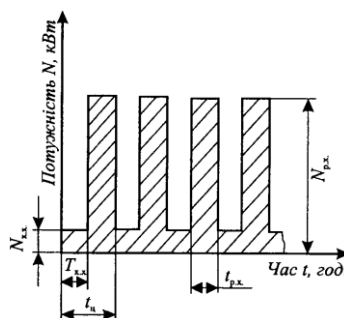


Рисунок 9.3. Діаграма витрат потужності верстата зі змінним навантаженням: $N_{хх}$ – потужність холостого ходу; $N_{рх}$ – потужність робочого ходу; $t_{хх}$ – час холостого ходу; $t_{рх}$ – час робочого ходу; $t_{ц}$ – час циклу

Потужність двигуна подачі на холостому ході та потужність його на робочому ході різна:

$$N_{д.п} = \frac{N_{под}}{\eta_{\Sigma}} \quad N_{хх} = N_{рх} (1 - \eta_{\Sigma})$$

Еквівалентна потужність електродвигуна, кВт:

$$N_{Д.П} = N_{екв} = \sqrt{\frac{N_{р.х}^2 t_{р.х} + N_{хх}^2 t_{хх}}{t_{рх} + t_{хх}}}$$

Під час роботи верстата за робочого ходу електродвигун працюватиме з деяким незначним перевантаженням і буде виділятися більша кількість теплоти. Під час холостого ходу двигун буде недовантажений і буде охолоджуватись. За цикл встановиться теплова рівновага.

2. Гідропривод

В деревообробній промисловості гідрофіковані машини та верстати знаходять широке застосування завдяки наявності значних переваг гідроприводу перед іншими приводами.

Основні переваги гідроприводу: можливість безступінчастого регулювання швидкості переміщення робочих органів машин у широкому діапазоні; легке, плавне і безударне реверсування подачі; можливість регулювання параметрів системи під час роботи; можливість використання жорстких упорів для зупинки органу, що переміщується; автоматичне запобігання перевантаженню; зручність автоматизації всього циклу роботи. До недоліків гідравлічних систем належать: вогнебезпечність, неможливість жорсткої синхронізації рухів кількох органів, необхідність забезпечення великої точності виготовлення гідравлічних апаратів, відносно висока їх вартість.

Гідравлічний привод застосовується в пилорамах, стрічкопилкових верстатах для розпилювання колод, у круглопилкових верстатах для поперечного і поздовжнього розпилювання, в обрізних верстатах, у різноманітних деревообробних верстатах-автоматах, для приводу допоміжного обладнання (підйомники тощо) і в пресах.

Типова гідросхема об'ємного гідроприводу має помпу, гідроциліндр, механізми керування, допоміжні пристрої та гідролінії (рис. 9.4).

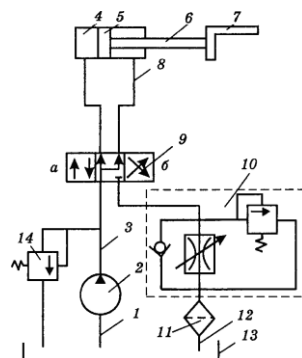


Рисунок 9.4. Типова гідросхема деревообробного верстата: 1, 3 – всмоктувальна і нагнітальна гідролінії; 2 – помпа; 4 – поршнева порожнина; 5 – поршень; 6 – шток; 7 – виконавчий орган; 8 – трубопровід; 9 – гідророзподільник; 10 – дросель з регулятором; 11 – фільтр; 12 – зливна гідролінія; 13 – гідробак; 14 – запобіжний гідроклапан

Гідросхема працює так: помпа 2, яка приводиться в рух електродвигуном, подає рідину із гідробака 13 по всмоктувальній 1 і нагнітальній 3 гідролініях через гідророзподілювач 9. Якщо гідророзподілювач встановлений у положення “а”, то рідина буде подана в ліву поршневу порожнину гідроциліндра 4. Рідина, що міститься в штоковій порожнині, буде витіснена поршнем у трубопровід 8, у гідророзподілювач 9, дросель з регулятором 10, фільтр 11, зливну гідролінію 12 і в гідробак 13. Поршень 5 разом із штоком 6 та виконавчим органом 7 буде рухатись управо. Запобіжний гідроклапан 14 підтримує постійний тиск у системі. Для руху поршня 5 вліво гідророзподілювач 9 вручну або автоматично перемикають у положення “б”. Тоді потік рідини по трубопроводу 8 піде в штокову порожнину гідроциліндра, а з лівої порожнини рідина піде на злив.

Гідропомпи. Помпи, які застосовуються для створення напірного потоку рідини, розподіляються на динамічні й об’ємні.

Принцип роботи **динамічної помпи** полягає в тому, що вона переміщає рідину в камері, що поперемінно з’єднується із входом і виходом помпи. Вони поділяються на такі види: лопатеві (відцентрові, осьові, електромагнітні); помпи тертя (шнекові, дискові, струменеві тощо).

Об’ємні помпи, які побудовані так, що в них періодично змінюється об’єм камери, поділяються на зворотно-поступальні (поршневі, плунжерні та діафрагмові); крильчасті; роторні (роторно-обертальні, роторно-поступальні).

Пристрої підготовки оливи. Для підготовки оливи застосовуються гідробаки, фільтри, магнітні вловлювачі, охолоджувачі оливи, акумулятори та гідростанції.

Для нормального охолодження оливи об’єм **гідробака** приймають рівним приблизно трьом подачам гідропомпи.

Фільтри, які застосовуються для очищення оливи від забруднення, бувають тонкого і грубого очищення. Фільтри грубого очищення можуть бути у вигляді сітчастих насадок на всмоктувальній трубі. Фільтри тонкого очищення – пластинчасті.

Магнітні вловлювачі виділяють з оливи металеві частинки.

Охолоджувачами оливи служать змійовики з водяним охолодженням.

Акумулятори застосовують для стабілізації витрат оливи в умовах нерівномірного навантаження на помпу. В період великих витрат олива в систему подається одночасно з помпи й акумулятора.

Гідростанції складаються з одної або з кількох помп та гідробака, конструктивно виконаних як одне ціле, а також фільтрів та контрольно-вимірювальної апаратури.

Розподільна апаратура. За допомогою цієї апаратури забезпечується спрямування потоку оливи в той чи інший бік, і таким чином відбувається

реверс механізмів. Розподільниками можуть бути крани, гідророзподільвачі, зворотні клапани та роздільвачі потоку.

Контрольно-регулювальна апаратура призначена для контролю й регулювання тиску та швидкості потоку оливи. До неї відносяться: редукційні гідроклапани, напірні гідроклапани, гідродроселі, запобіжні гідроклапани, реле тиску та манометри.

Гідроциліндри. Найширше застосовуються поршневі, плунжерні та мембранні гідроциліндри.

Поршневі гідроциліндри бувають одноштокові одnobічної (рис. 9.5, *a*) і двобічної дії (рис. 9.5, *б*), а також двоштокові з рухомим (рис. 9.5, *в*) і нерухомим (рис. 9.5, *г*) штоками. Двоштокові гідроциліндри дозволяють отримати постійну швидкість штока під час переміщення його в різних напрямках за рахунок рівності площ лівої та правої порожнини циліндра.

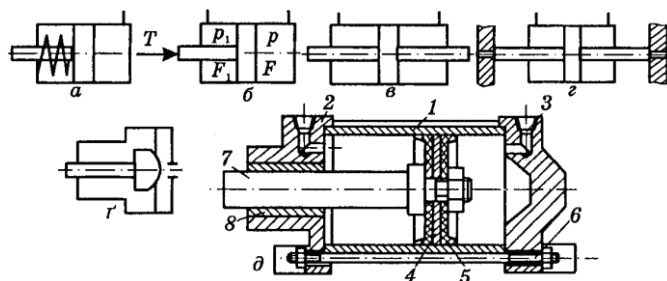


Рисунок 9.5. Поршневі гідроциліндри: *a* – одноштокові; *б* – двобічної дії; *в* – двоштоковий з рухомим штоком; *г* – двоштоковий з нерухомим штоком; *г* – мембранний; *д* – конструкція гідроциліндра: 1 – циліндр; 2, 3 – бокові фланці; 4 – поршні; 5 – гумові манжети; 6 – шпильки; 7 – шток; 8 – сальники

При незначних величинах ходу використовують мембранні гідроциліндри (рис. 9.5, *г*).

Розглянемо конструкцію гідроциліндра (рис. 9.5, *д*). Циліндр 1 виготовляється з сталевих труб, внутрішня поверхня яких розточена, шліфувана, полірована, а в деяких випадках і зміцнена. Бокові фланці 2 і 3 чавунні. Поршні 4 застосовують чавунні з пружинними ущільнюючими кільцями або з шкіряними чи з гумовими манжетами 5. Фланці стягнуті шпильками 6. Ущільнення штока 7 виконують у вигляді сальників 8 з пробко-азбестовою, шкіряною чи металевою (свинцевою) набивкою.

Розрахунок гідроциліндра. Розрахунок гідроциліндра зводиться до визначення його геометричних параметрів: діаметра циліндра D , діаметра штока d і ходу штока h . На міцність гідроциліндри розраховуються для тиску оливи в гідросистемі понад 10 МПа. Розрахунок параметрів починається з вибору тиску p в гідросистемі залежно від тягового зусилля T (табл. 1).

Таблиця 1. Залежність тиску в гідросистемі від тягового зусилля

Тягове зусилля T , кН	10–20	20–30	30–50	50–100
Тиск у гідросистемі p , МПа	1,5–2,0	3–3,5	4,0–5,0	5,0–6,0

У гідромеханізмах деревообробних верстатів тиск приймають 1,5–6,0 МПа. Значно більший тиск у пресах – 30–40 МПа.

Розрахунок гідроциліндра ґрунтується на умові рівноваги поршня в робочому циліндрі (див. рис. 9.5, б):

$$p F = p_1 F_1 + T,$$

де p_1 – протитиск у штоковій порожнині; F – площа поршня, $F = \pi D^2/4$; $F_1 = \pi(D^2 - d^2)/4$ – площа поршня з боку штокової порожнини

Позначивши $\alpha = d / D$ і розв'язавши рівняння рівноваги відносно D , визначаємо діаметр гідроциліндра, см:

$$D = \sqrt{\frac{4T}{\pi[p - p_1(1 - \alpha^2)]}} = 1,13 \sqrt{\frac{T}{p - p_1(1 - \alpha^2)}}$$

Протитиск p_1 приймають у межах 0,3–0,5 МПа. Параметр α залежить від тиску p (табл. 2).

Таблиця 2. Залежність параметра α від тиску p

p , МПа	$p < 1,5$	$1,5 < p < 5,0$	$5,0 < p < 6,0$
$\alpha = \frac{d}{D}$	0,3–0,35	0,5	0,7

Тягове зусилля поршня можна записати у такому вигляді:

$$T = \Sigma S + \Sigma F + P_i + \Sigma F_y,$$

де ΣS – сума технологічних зусиль (наприклад, сил різання), що діють у площині руху робочого органу; ΣF – сума сил тертя в напрямних від маси робочого органу з пристроями, маси деталі та складових технологічних сил, які нормальні до напрямку подачі; P_i – сила інерції маси, що приводиться в рух під час пуску системи; ΣF_y – сума сил тертя в ущільненнях поршня та штока.

Сила інерції, що виникає під час розгону робочого органу, Н:

$$P_i = m_p \frac{v_{S\max}}{30t}$$

де m_p – маса частин, що рухаються, кг; $v_{S\max}$ – найбільша швидкість подачі робочого органу, м/хв.; t – тривалість розгону, с, $t = 0,2$ – $0,5$.

Сума сил тертя в ущільненнях, Н:

$$\Sigma F_y = F_{\Pi} + F_{Ш},$$

де F_{Π} – сила тертя поршня по стінках циліндра, Н; $F_{Ш}$ – сила тертя штока по

ущільненню, Н.

Для манжетного ущільнення сила тертя поршня по стінках циліндра, Н:

$$F_n = \pi D b k,$$

де D – діаметр поршня, мм; b – ширина ущільнення, мм; k – питомий тиск тертя, $k = 0,22$ МПа.

Сила тертя штока по ущільненню, Н:

$$F_{ш} = \pi d b_{ш} k,$$

де d – діаметр штока, мм; $b_{ш}$ – ширина ущільнення штока, мм.

Для того, щоб поршень розвинув у циліндрі швидкість v_s , необхідно подати відповідний об'єм рідини:

$$Q = F v_s$$

де F – робоча площа поршня, м².

Підбір параметрів помпи здійснюється за такою методикою.

Продуктивність помпи у л/хв. вибирають, виходячи із співвідношення:

$$Q_{п} = \frac{Q}{\eta_1}$$

де η_1 – об'ємний ККД гідросистеми.

Після визначення $Q_{п}$ вибирають стандартну помпу (за значенням тиску та продуктивністю).

Ефективна потужність двигуна N_e , кВт:

$$N_e = \frac{10 Q_{п} p_{п}}{612}$$

де $p_{п}$ – тиск рідини в помпі, МПа.

3. Пневмопривод

Пневмопривод широко застосовується в деревообробному обладнанні завдяки простоті конструкції, швидкодії, пожежо- та вибухобезпечності. Але оскільки пневмоприводи не забезпечують стабільної швидкості переміщення, вони використовуються, в основному, для виконання допоміжних операцій: затискання заготовок; базування; настроювальних переміщень до жорстких упорів у автоматах.

Пневматичний механізм, як правило, складається з таких пристроїв: джерела стиснутого повітря, повітропроводів, виконавчих механізмів, розподільних та керуючих пристроїв.

Джерело стиснутого повітря на деревообробних підприємствах – це заводська компресорна установка, що забезпечує, завдяки трубопроводам, усі цехи підприємства стиснутим повітрям з тиском 0,4–0,6 МПа. Застосовують компресори поршневого типу з водяним охолодженням продуктивністю до 10 м³/хв. На малих підприємствах широко застосовують

мобільні індивідуальні компресорні установки.

Блок підготовки повітря складається з фільтра-вологівідділювача, редукційного пневмоклапана та оливорозбризкувача, які дозволяють очистити повітря від механічних частинок і волокон, встановити заданий тиск у системі та розпилити в повітрі частинки мастила для змащування пневмоциліндрів, щоб запобігти їх зношуванню та заклинюванню.

Повітропроводи підводять повітря до окремих елементів пневмосистеми. Їх виготовляють зі сталевих, латунних труб або прозорих пластмасових гнучких шлангів.

Виконавчі механізми – пневмоциліндри, мембранні пневмоциліндри, камерні пневмоциліндри та пневмодвигуни перетворюють енергію стиснутого повітря у поступальний або обертовий рух вихідного штока.

Розподільні пристрої призначені для зміни напрямку потоку стиснутого повітря. Застосовуються пневморозподільники з ручним, шляховим, пневматичним і електричним керуванням.

Керуючі пристрої здійснюють керування розподільними пристроями для забезпечення необхідної послідовності спрацювання виконавчих органів. Це кінцеві вимикачі, кулачки, електромагніти тощо.

Конструкції пневмоциліндрів. Пневмоциліндри аналогічні за конструкцією гідроциліндрам, але у зв'язку з тим, що використовують менший тиск, мають простіші ущільнюючі пристрої. На рис. 9.6 показано пневмоциліндр з кріпленням кришок шпильками.

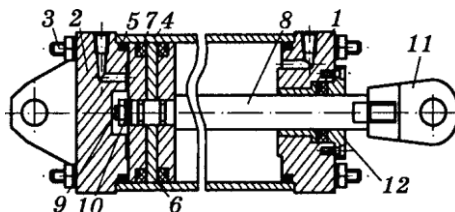


Рисунок 9.6. Пневмоциліндр: 1 – передня кришка; 2 – задня кришка; 3 – шпильки; 4 – гільза; 5 – ущільнювачі; 6 – поршень; 7 – манжети; 8 – шток; 9 – гайка; 10 – пружинна шайба; 11 – наконечник; 12 – кришка

Пневмоциліндр складається з передньої 1 і задньої 2 кришок, які з'єднані чотирма шпильками 3. Між кришками міститься тонкостінна сталева гільза 4, яка ущільнена круглими гумовими ущільнювачами 5. Усередині циліндра міститься збірний поршень 6 з манжетами 7. Поршень з'єднаний із штоком 8 і зафіксований гайкою 9 і пружинною шайбою 10. На зовнішній частині штока міститься наконечник 11, який призначений для приєднання пневмоциліндра до органу, що переміщається. До передньої кришки кріпиться кришка 12, що закриває манжету штока.

Для передачі руху з невеликим ходом (10–30 мм) у пневматичних системах замість поршневих пневмоциліндрів застосовують **мембранні пневмоциліндри** (рис. 9.7). Вони складаються з рознімного корпусу, який

має дві частини 1 і 5. Усередині корпусу розміщена еластична (зазвичай, гумова) діафрагма 4 з пружинами 3, розміщеними на штоці 2.

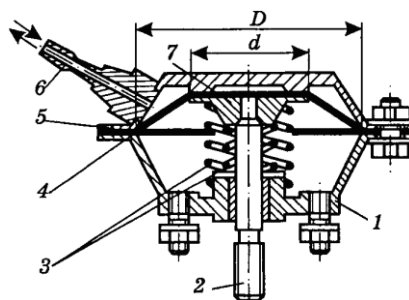


Рисунок 9.7. Мембранний пневмоциліндр: 1, 5 – частини корпусу; 2 – шток; 3 – пружини; 4 – діафрагма; 6 – патрубок; 7 – шайба

Пружини затискаються між частиною 1 корпусу і шайбою 7 штока. У безштоковій частині 5 корпусу є патрубок 6 для підведення і відведення стиснутого повітря. При подачі в порожнину стиснутого повітря діафрагма випрямляється і переміщує шток. Зворотний хід штока при знятті тиску відбувається під дією пружин 3.

Камерні пневмоциліндри мають вигляд еластичної подовженої камери 1 (рис. 9.8), котру часто виготовляють із прогумованого шланга, до якого підводиться стиснуте повітря через патрубок 2. При подачі стисненого повітря розміри камери збільшуються, в результаті чого переміщується брусок 3 на величину δ і затискає заготовку 4. Камерні пневмоциліндри, як і мембранні, одnobічної дії. Після зняття тиску рухомий брусок 3 повертається у вихідне положення під дією пружин 5.

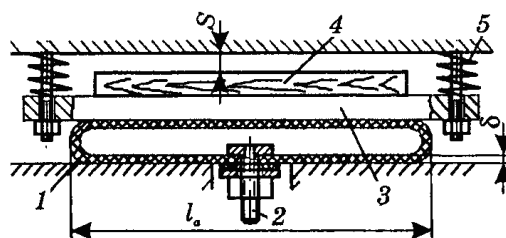


Рисунок 9.8. Камерний пневмоциліндр: 1 – камера; 2 – патрубок; 3 – брусок; 4 – заготовка; 5 – пружини

Пневмодвигуни застосовуються як приводи легких шпинделів, у тому числі швидкохідних (наприклад, свердлильних шпинделів для свердел малого діаметра). На рис. 9.9 показано схему найпоширенішого пластинчастого пневмодвигуна.

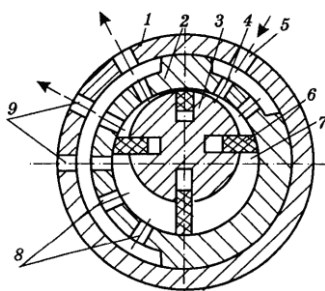


Рисунок 9.9. Пневмодвигун: 1 – корпус; 2 – статор; 3 – ротор; 4, 8 – отвори у статорі; 5, 9 – отвори у корпусі; 6 – пластини; 7 – камера

Ротор 3 із пластинами 6 розміщений ексцентрично в статорі 2. Стиснуте повітря, яке підводиться через отвір 5 у корпусі 1 пневмодвигуна та отвір 4 у статорі, надходить у робочу камеру 7, тисне на висунуту пластину та приводить ротор в обертовий рух. Відпрацьоване повітря виходить через отвори 8 у статорі й отвори 9 у корпусі двигуна.

Типова пневмосхема. Пневмосхема (рис. 9.10) включає вхідний вентиль 1, фільтр-волововідділювач 2, редукційний пневмоклапан 3, манометр 4, мастилорозбризкувач 5, глушник 6, пневморозподільник чотирилінійний 7, пневмоциліндр 8, пневмодросьель 9, зворотний пневмоклапан 10.

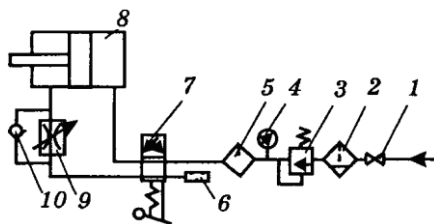


Рисунок 9.10. Типова пневмосхема: 1 – вентиль; 2 – фільтр-волововідділювач; 3 – пневмоклапан; 4 – манометр; 5 – мастилорозбризкувач; 6 – глушник; 7 – пневморозподільник; 8 – пневмоциліндр; 9 – пневмодросьель; 10 – зворотний пневмоклапан

Розрахунок пневматичних двигунів. Принцип дії поршневих гідравлічних і пневматичних виконавчих механізмів однаковий. Тому методика визначення їхніх конструктивних параметрів не має суттєвої різниці.

Діаметр пневмоциліндра двобічної дії, см, зі штовхальним зусиллям T :

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{T}{p - p_a(1 - \alpha^2)}}$$

де T – тягове зусилля поршня, Н, розраховується аналогічно зусиллю гідроциліндра; p – тиск стиснутого повітря, $p = 0,4\text{--}0,6$ МПа; p_a – атмосферний тиск, МПа, за наявності дроселя на виході пневмоциліндра

приймаємо $p_a = 0,15\text{--}0,2$ МПа; α – відношення діаметра штока до діаметра циліндра, $\alpha = d / D = 0,25\text{--}0,32$.

Максимальна величина ходу штока пневмоциліндра h не повинна перевищувати 8–10 діаметрів поршня.

Розраховану величину діаметра пневмоциліндра заокруглюють до найближчого стандартного значення: 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320 мм.

Тягове зусилля штока мембранного пневмоциліндра, H , визначається як:

$$T = K_a \frac{\pi D^2}{4} p - P_{np}$$

де K_a – коефіцієнт активності діафрагми, $K_a = (1 + m + m^2)/3$, $m = D/d$ – коефіцієнт, який характеризує еластичність діафрагми; D – робочий діаметр діафрагми, м; d – діаметр опорної шайби, м; P_{np} – зусилля пружини для повернення діафрагми у вихідне положення, Н.

Для циліндричної пружини:

$$P_{np} = \frac{\Delta E d_{np}^4}{8 D_{np}^3 z}$$

де Δ – осьова деформація пружини, см; E – модуль пружності матеріалу пружини, Па; d_{np} – діаметр пружинного дроту, см; D_{np} – середній діаметр навивання, см; z – кількість витків.

Підставивши значення P_{np} для T , а значення T , після перетворень отримаємо діаметр мембрани, D , см:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{T + P_{np}}{K_a p}}$$

Зусилля в H , що розвиває камерний пневмоциліндр (див. рис. 9.8), виготовлений із прогумованого рукава або зі шланга:

$$T = p \pi \frac{D + 2\delta - S}{2} l_a$$

де p – тиск у пневмокамері, МПа; D – внутрішній діаметр рукава, см; δ – товщина стінки рукава, $\delta = 0,3$ см (див. рис. 9.8); l_a – активна довжина пневмокамери, см; S – відстань між опорою і натискним брусом, см.

4. Пневмогідропривод

Стискування повітря в пневмоприводі не дає можливості підтримувати задану швидкість під час дії на робочий орган змінного навантаження. У тих випадках, коли необхідна стабілізація швидкості переміщення робочого органа машини, застосовують комбіновані пневмогідролічні механізми, в яких енергоносієм є стиснуте повітря, а

гідравлічний пристрій застосовується для стабілізації та регулювання швидкості руху.

На рис. 9.11 показано схему пневмогідроприводу, яка включає розміщені на одній осі пневматичний 1 і гідравлічний 2 циліндри, штоки яких жорстко зв'язані. Права та ліва порожнини гідроциліндра зв'язані трубопроводами через дросель 3 і встановлений паралельно йому зворотний клапан 4. Для компенсації витрат оливи із гідросистеми передбачено підживлювальний бачок 5, з'єднаний із штоковою порожниною через зворотний клапан 6.

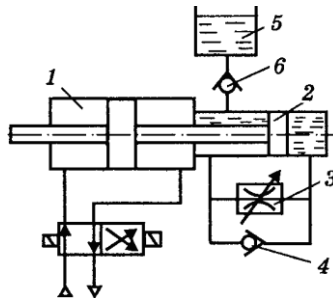


Рисунок 9.11. Схема пневмогідроприводу: 1 – пневматичний циліндр; 2 – гідравлічний циліндр; 3 – дросель; 4 – зворотний клапан; 5 – підживлювальний бачок; 6 – зворотний клапан

Під час подачі стиснутого повітря в праву порожнину пневмоциліндра 1 олива із лівої порожнини гідроциліндра 2 буде перетікати в праву через регульований дросель 3. Швидкість руху регулюється зміною прохідного перерізу дроселя. Під час зворотного ходу поршня рідина витискається через зворотний клапан 4 в обхід дроселя, що забезпечує швидке повернення робочого органу у вихідне положення.

Контрольні запитання

1. Яка будова та переваги електричного приводу деревообробних машин? 2. Який порядок розрахунку потужності електричного приводу? 3. Які переваги гідроприводу та де він застосовується? 4. Які основні елементи входять до складу гідросистеми? 5. Який порядок розрахунку гідроциліндра? 6. Де застосовується пневмопривод і які основні елементи пневмосхеми? 7. Який порядок розрахунку пневматичних двигунів? 8. Дайте характеристику пневмогідроприводу.

Перелік використаних джерел

1. Кірик М.Д. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів. Підручник для вищих навчальних закладів. - Львів, КН, 2006. - 412 с.
2. 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. 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.
4. Сучасне лісосушильне та лісопильне устаткування / О.О. Пінчевська, З.С. Сірко, В.С. Коваль, Н.В. Марченко. - Харків: ПФ «Центрінформ», 2005. - 176 с.
5. Технологія виробів з деревини: Навч. посібник / І.М. Заяць. - К.: ІСДО, 1993. - 296 с.
6. Савенець М. Технологія захисно-декоративних покриттів деревини і деревинних матеріалів. Навчальний посібник. Львів: РВВ УкрДЛТУ, 2006. - 146 с.
7. ДСТУ 2233-93. Інструменти різальні. Терміни та визначення. - К.: Держстандарт України, 1993. - 43 с.

Навчальне видання

МЕХАНІЧНЕ ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВООБРОБНІ
ВЕРСТАТИ
Частина 1

Курс лекцій

ГРАДИСЬКИЙ Юрій Олександрович

СОСЄДКО Марія Олександрівна

Формат 60x84 /16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 11.

Наклад ___ пр.

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