



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 2

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.Сосєдко

**МЕХАНІЧНЕ ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВООБРОБНІ
ВЕРСТАТИ**

Частина 2

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 2: 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. – 142 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 ліспромислового 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

Лекція 10	
ПИЛОРАМИ	5
Лекція 11	
СТРІЧКОПИЛКОВІ ВЕРСТАТИ	16
Лекція 12	
КРУГЛОПИЛКОВІ ВЕРСТАТИ	26
Лекція 13	
ПОЗДОВЖНЬО-ФРЕЗЕРНІ ВЕРСТАТИ	36
Лекція 14	
ФРЕЗЕРНІ ВЕРСТАТИ	45
Лекція 15	
ШИПОРІЗНІ ВЕРСТАТИ	54
Лекція 16	
СВЕРДЛИЛЬНІ, СВЕРДЛИЛЬНО-ПАЗУВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ	63
Лекція 17	
ДОВБАЛЬНІ ТА КОМБІНОВАНІ ВЕРСТАТИ	74
Лекція 18	
ТОКАРНІ ВЕРСТАТИ	83
Лекція 19	
ШЛІФУВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ	91
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	99

Лекція 10

ПИЛОРАМИ

1. Класифікація пилорам. 2. Конструкція вертикальних двоповерхових пилорам. 3. Одноповерхові пилорами. 4. Допоміжні механізми пилорам. 5. Спеціальні пилорами. 6. Продуктивність пилорам.

До верстатів загального призначення для ділення деревини належать пилорами, стрічкопилкові та круглопилкові верстати, в яких ділення деревини відбувається з утворенням тирси.

На цих верстатах одержують пиломатеріали шляхом поздовжнього ділення колод на частини та подальшим поздовжнім і поперечним розкромом цих частин на деталі або чорнові заготівки. До пиломатеріалів відносять: обрізні та необрізні дошки, бруски та бруси, горбилі (обапол) та шпали (рис. 10.1).

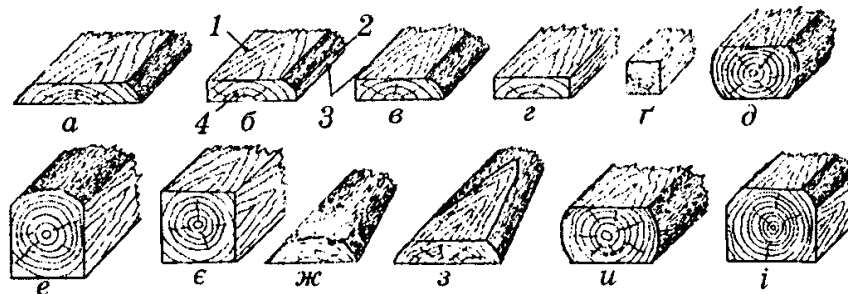


Рисунок 10.1. Види пиломатеріалів: *а* – необрізна дошка; *б* – обрізна дошка з тупим обзолем; *в* – обрізна дошка з гострим обзолем; *г* – обрізна дошка; *г* – брусок; *д, е, є* – дво-, три-, чотирикантнові бруси; *ж* – горбильний обапол; *з* – дощатий обапол; *и, і* – необрізна і обрізна шпали; *1* – пласть; *2* – крайка; *3* – ребро; *4* – обапіл

1. Класифікація пилорам

Пилорама – це верстат для поздовжнього розпилювання колод або брусів на пиломатеріали, в якому пиляння здійснюється набором рамних пилок (поставом пилок), що закріплені в пилковій рамці, яка рухається зворотно-поступально, а заготівка подається поступально в площині руху пилок.

Основні конструктивні параметри пилорам: просвіт B , хід пилкової рамки H , частота обертання колінчастого вала n , найбільша кількість пилок у поставі i , подача заготівки за один оберт колінчастого вала (посилка) S_0 .

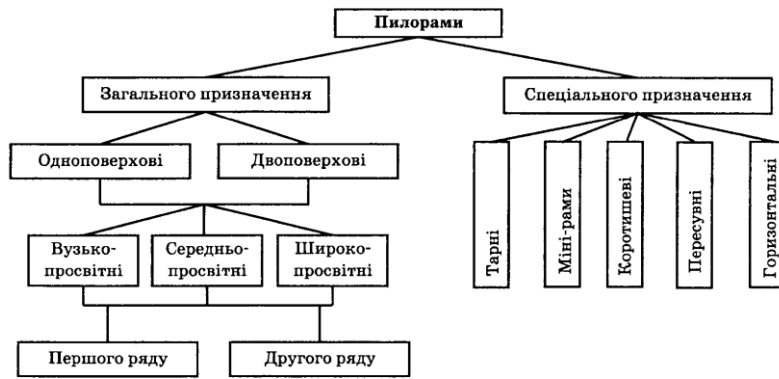


Рисунок 10.2. Класифікація пилорам

Пилорами можна класифікувати (рис. 10.2) за такими ознаками:

- **спеціалізацією (призначенням)** — загального та спеціального призначення;
- розташуванням у цеху, габаритами та конструкцією механізму різання — **одно- та двоповерхові**;
- **просвітом пилкової рамки В** — вузькопросвітні ($B \leq 500$ мм); середньопросвітні ($B \leq 800$ мм); широкопросвітні ($B > 800$ мм);
- **залежно від місця в технологічному потоці** — першого ряду для розпилювання колод та другого ряду для розпилювання брусів на дошки.

2. Конструкція вертикальних двоповерхових пилорам

Вертикальні двоповерхові пилорами відрізняються високою продуктивністю (до 300 м³ колод за зміну), мають один шатун, високу швидкохідність і використовуються в лісопильних лініях на потужних лісопильних заводах.

Принципова схема вертикальної пилорами наведена на рис. 10.3.

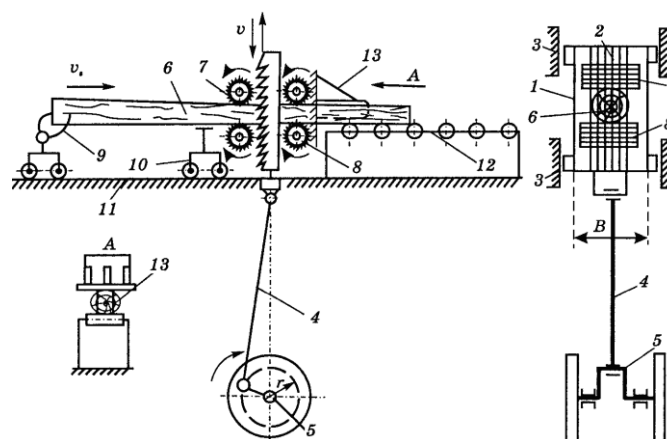


Рисунок 10.3. Принципова схема двоповерхової вертикальної пилорами: 1 — пилкова рамка; 2 — пилки; 3 — напрямні; 4 — шатун; 5 — кривошипний вал; 6 — колода; 7, 8 — подавальні вальці; 9, 10 — передрамні візки; 11 — рейковий шлях; 12 — роликовий стіл; 13 — напрямний апарат

Механізм різання пилорами складається з пилкової рамки 1 із закріпленим у ній поставом пилки 2, що здійснює зворотно-поступальний рух за допомогою кривошипно-шатунного механізму 4, 5 по напрямних 3.

Механізм подачі колоди 6 включає два спеціальні передрамні візки 9, 10, що рухаються по рейковому шляху 11 перед рамою, і верхні 7 та нижні 8 приводні рифлені вальці, які розташовані в рамі.

Отримані після розпилювання дошки направляються зарамним напрямним механізмом 13 та потрапляють на роликовий стіл 12.

На рис. 10.4 показаний загальний вигляд двоповерхової одношатунної пилорами першого ряду. Основою конструкції рами є станина, яка складається із остова 9, стійок 1 і зв'язок. Дві стійки станини з'єднують її з фундаментною плитою 26. У середині станини установлені чотири чавунні плити з напрямними для пилкової рамки (чотири прямокутні та чотири призматичні напрямні). Верхні плити змонтовані на полозках, які залежно від величини подачі пересуваються під дією механізму зміни кута нахилу пилки (пилкової рамки) 8.

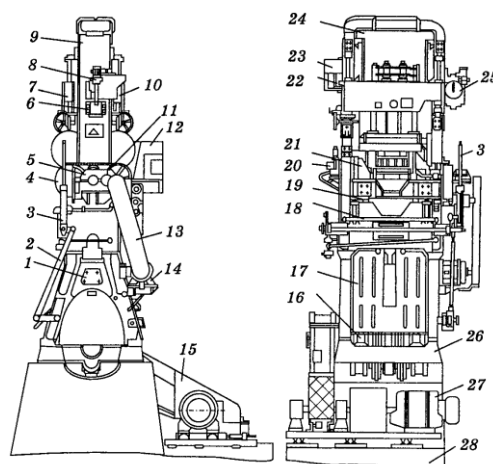


Рисунок 10.4. Загальний вигляд двоповерхової пилорами: 1 – стійка; 2 – гальмо; 3 – важіль гальма; 4 – огороження вальців; 5 – редуктор механізму подачі; 6 – механізм приводу верхніх вальців; 7, 10 – верхні передні та задні ворота; 8 – механізм зміни нахилу пилкової рамки; 9 – остов станини; 11 – нижній задній валець; 12 – напрямний апарат; 13 – огороження приводу подачі; 14 – привод механізму подачі; 15 – огороження приводу механізму різання; 16 – кривошипно-повзунний механізм; 17 – лоток для тирси; 18 – система охолодження; 19 – пилкова рамка; 20 – мастильна система; 21 – нижні передні ворота; 22 – механізм зміни швидкості подачі; 23 – огороження механізму зміни подачі; 24 – огороження пилкової рамки; 25 – показник швидкості подачі; 26 – фундаментна плита; 27 – головний привод; 28 – фундамент

В середині станини розташований кривошипно-повзунний механізм

різання 16 – пилкова рамка 19, напрямні для її переміщення і шатун для з'єднання з колінчастим валом. На станині також розташований механізм подачі з приводом 14. Механізм подачі складається з чотирьох подавальних вальців. Верхній і передній нижній вальці знаходяться в передніх воротах 7, які мають механізм підйому, що дозволяє відкрити передню частину рами для встановлення рамних пилок або виконання ремонтно-регулювальних робіт. Верхній задній валець знаходиться в задніх воротах 10.

На станині розташовано оливну помпу (лубрикатор) 20 для безперервного змащення напрямних пилкової рамки. Гальмування колінчастого вала виконується за допомогою стрічкового гальма 2 з важельним приводом від важіля 3.

Конструкція механізму різання двоповерхової пилорами включає кривошипно-шатунний механізм, основними вузлами якого є пилкова рамка, напрямні пилкової рамки, шатун і кривошип.

Розглянемо конструкцію основних вузлів механізму різання.

Пилкова рамка (рис. 10.5) складається із двох поперечин – верхньої 1 і нижньої 2 та двох трубчастих стійок 3, що з'єднують поперечини. До конструкції цих елементів висунуто основну вимогу, яка полягає в досягненні малої маси за високої міцності. Поперечини виготовляють із сталевих литва, вони мають потовщення посередині, це наближає її до балки рівного опору, а в перетині за найменшої площі забезпечує найбільший момент опору. Наскрізний поздовжній паз 4 у поперечинах дозволяє прохід через них підвісок для кріплення пилок. Вертикальні стійки виготовляють із сталевих, а в легких пилорамах – із дюралевих труб. На кінцях обох поперечин передбачені кишені, в яких закріплюють повзуни 5, що ковзають по напрямних 6 у станині. Між нижньою та верхньою поперечинами закріплюють постав пилок. Пилки 7 для натягування на кінцях мають приклепані планки, які входять у щілини захоплювачів 8 та підвісок 9. Кінці підвісок проходять через паз поперечин і там фіксуються: нижній – нерухомо, а верхній може переміщатись по осі під дією натяжного пристрою 10. Натяжний пристрій може бути клиновим, ексцентриковим, гвинтовим тощо. Простим, зручним і надійним вважають ексцентриковий пристрій. Сила натягу пилки для достатньої жорсткості становить 50 кН і більше на 1 мм² поперечного перетину пилки, що призводить до створення значних навантажень на поперечини.

Крім вертикального натягу, пилки закріплюють у поперечному напрямі верхніми та нижніми струбцинами 11. Струбцини стягують постав пилок з каліброваними прокладками 12, які визначають відстань між сусідніми пилками, а, відповідно, й товщину пиломатеріалів. Палець 13 з'єднує верхню головку шатуна з пилковою рамкою у нижній частині нижньої поперечини.

Повзуни 5 пилкової рамки виготовляють із текстоліту, що має

антифрикційні властивості (низький коефіцієнт тертя). Передня, за напрямом подачі плоска опорна поверхня повзуна, під час роботи притискається до плоскої напрямної, задня поверхня – призматичної форми з кутом при вершині 100° ковзає по призматичних напрямних. Повзуни посаджені на пальці осі поперечин, зношуються від тертя в металевих напрямних нерівномірно, це вимагає їх індивідуального регулювання.

Напрямні пилкової рамки визначають її положення та траєкторію руху. Вони сприймають горизонтальні складові сил, що прикладаються до пилкової рамки з боку шатуна та від сили різання на пилках. Напрямні відлиті із чавуну, їх чотири пари – по парі на кожний повзун пилкової рамки. У пару входять плоска напрямна та призматична. Напрямні кріплять попарно до плит, які монтують на боковинах станини. Напрямні для нижніх повзунів розташовані зі зміщенням відносно осової площини колінчастого вала на 10 мм за ходом подачі та закріплені своїми плитами на боковинах станини нерухомо.

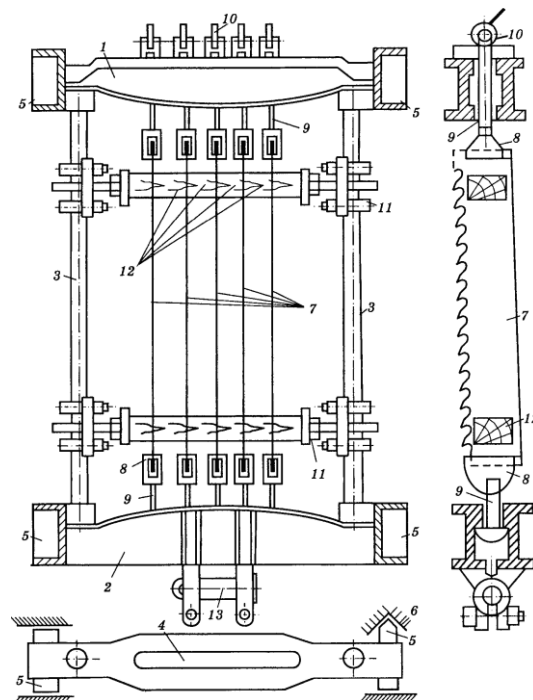


Рисунок 10.5. Пилкова рамка: 1 – поперечина; 2 – поперечина нижня; 3 – стійки; 4 – паз; 5 – повзун; 6 – напрямні; 7 – пилки; 8 – захопи; 9 – підвіски; 10 – натяжний пристрій; 11 – струбцини; 13 – палець

Верхні напрямні можуть горизонтально зміщуватись вперед або назад по закріплених на станині полозках (паралелях), зберігаючи вертикальність робочих поверхонь. Це зміщення верхніх напрямних створює нахил пилкової рамки та здійснюється механізмом зміни нахилу.

Кривошипний механізм пилорами (рис. 10.6) перетворює обертовий рух колінчастого вала в зворотно-поступальний рух пилкової рамки.

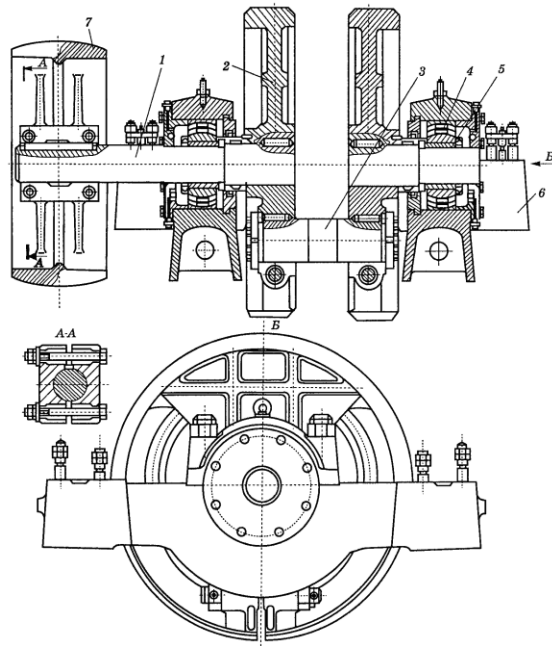


Рисунок 10.6. Кривошипний механізм двоповерхової пилорами: 1 – піввал; 2 – маховик; 3 – кривошипний палець; 4 – корінний підшипник; 5 – втулка; 6 – фундаментна плита; 7 – шків плоскопасової передачі

Механізм складається з колінчастого вала, який включає два піввали 1, два маховики 2 з противагами, кривошипний палець 3 і шатун. Весь механізм монтується на фундаментній плиті 6 двома сферичними роликовими підшипниками 4. На піввалах 1 напресовані сталеві литі маховики 2, виготовлені як одне ціле з противагами. У тілі маховиків у клемових з'єднаннях, що стягуються болтами, закріплено кінці кривошипного пальця 3. Він з'єднує піввали 1 в один колінчастий вал.

Положення пальця в осьовому напрямі фіксується гайками. Щоб запобігти прокручуванню напресованих маховиків 2 відносно піввалів і пальця 3, у місцях роз'єму встановлено штифти. Коренні підшипники 4 установлені на цапфи піввалів на закріплених конічних розрізних втулках 5, які затягують круглими гайками. На кінці вала на шпонках болтами закріплюють литий чавунний шків 7 пасової передачі. Перед установленням шківів балансують.

Шатун (рис. 10.7) – це стрижень 1 з головками на кінцях, які з'єднують пилкову рамку з кривошипним валом. Стрижень шатуна – двотаврового січення. Нижня головка шатуна з'єднується з кривошипним пальцем, сферичним роликопідшипником, верхня головка шатуна – з пальцем нижньої поперечної пилкової рамки, голчастим підшипником.

Шатун – цільнокований і оброблений по всій поверхні. Стрижень 1 для більшої жорсткості в площині коливання має двотаврову форму в перетині. У нижню головку шатуна за тугої насадки встановлений

мотилевий підшипник 7 (сферичний дворядний з бочкоподібними роликами), внутрішнє кільце якого виконано з конічною насадною поверхнею. Цією поверхнею підшипник надівають на конічну шийку пальця кривошипа. При складанні шатуна на пальці кривошипа між торцевими поверхнями маховиків установлюють дистанційні втулки 4. Підшипник з обох боків захищений фланцями 3 і ущільнювальними кільцями 6 із мастилотійкої гуми. Для наливання мастила в підшипник, контролю його рівня та зливу під час промивання в кришках 3 передбачено отвори 5.

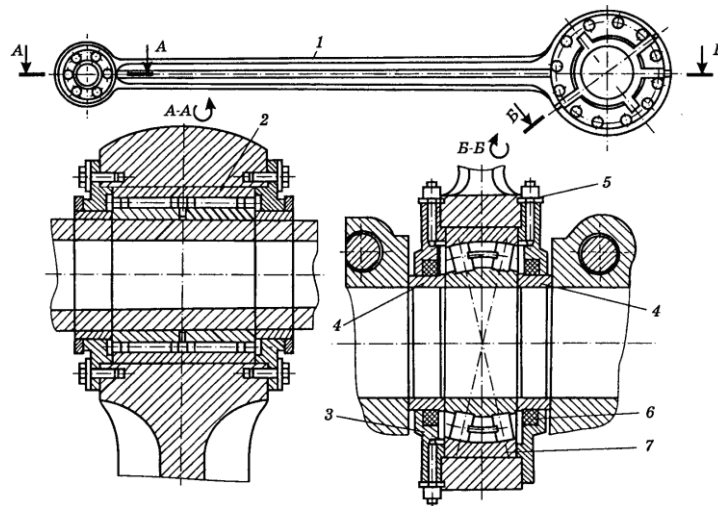


Рисунок 10.7. Шатун двоповерхової пилорами: 1 – стрижень шатуна з головками; 2 – голчастий підшипник; 3 – кришка підшипника; 4 – дистанційні втулки; 5 – отвори в кришці; 6 – кільце (ущільнювач); 7 – мотилевий підшипник

Під час роботи пилорами підшипник 7 працює під дією великих знакозмінних ударних навантажень, особливо від сил інерції. У результаті між роликами і кільцями підшипника утворюється зазор, який викликає стук у підшипнику. Завдяки тому, що підшипник установлений на конічну шийку пальця кривошипа, його можна підтягнути, тобто усунути радіальний зазор шляхом осьового зміщення пальця кривошипа (затягується гайка) відносно внутрішнього кільця підшипника. При підтягуванні підшипник 7 запобігається від зміщення в осьовому напрямі втулками 4. Для підшипника нижньої головки шатуна та підшипників опор колінчастого вала радіальний зазор між роликами й зовнішнім кільцем підшипника повинен бути в межах 0,09–0,12 мм. Після підтягування підшипника палець кривошипа фіксують, затягуючи болти клемових затискачів у маховиках колінчастого вала. Цей механізм вимагає постійної уваги з боку рамника.

У верхній головці шатуна установлений дворядний голчастий підшипник 2 з проміжковим кільцем і двома упорними шайбами. З двох боків підшипник закритий кришками з лабіринтним ущільненням.

Конструкція механізму подачі двоповерхової пилорами.

Двоповерхові пилорами у більшості випадків мають безперервну подачу. Щоб під час холостого ходу зубці рамної пилки не контактували з дном пропилу, рамним пилкам надається певний нахил, який залежить від величини посилки. Механізми різання, подачі та механізм нахилу пилки зв'язані між собою, їх треба розглядати разом. Для цього звернемо увагу на кінематичну схему лісопильної рами, яку наведено на рис. 10.8.

Механізм подачі включає привод нижніх вальців 9 від електродвигуна 5, клинопасову передачу 6, редуктор 7 і шестірні 8, привод верхніх вальців 29 від редуктора 7 через ланцюгову передачу 28.

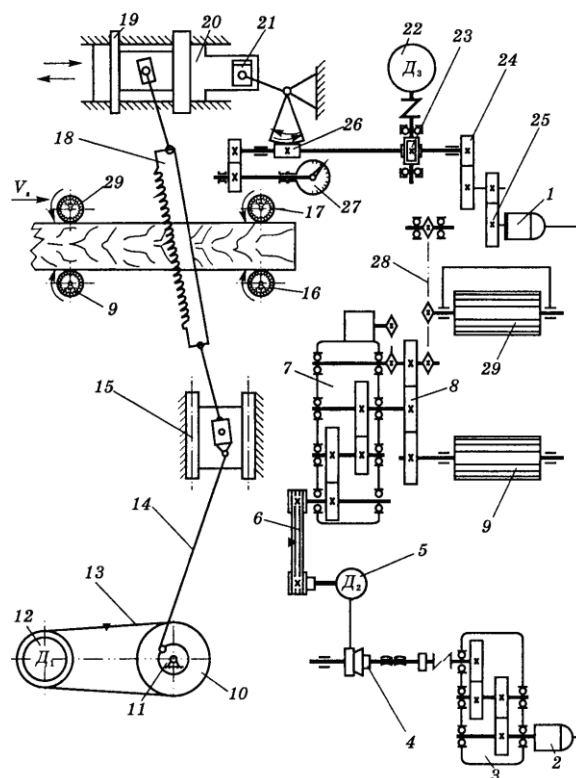


Рисунок 10.8. Кінематична схема двоповерхової лісопильної рами з безперервною подачею і регульованим нахилом пилки: 1 – ведучий сельсин; 2 – ведений сельсин; 3, 7 – редуктор; 4 – реостат; 5 – електродвигун механізму подачі; 6, 13 – клинопасова передача; 8, 24, 25 – шестерні; 9 – нижні вальці; 10 – шків, 11 – колінчастий вал; 12 – електродвигун механізму різання; 14 – шатун; 15 – нижні напрямні; 16, 17 – вальці; 18 – пилкова рамка; 19 – напрямні; 20 – плита; 21 – кулісний механізм; 22 – електродвигун; 23, 26 – черв'ячна передача; 27 – показчик; 28 – ланцюгова передача; 29 – верхні вальці

Зміна нахилу пилкової рамки досягається зміщенням верхніх напрямних 19, які закріплені на плитах 20 і разом із ними за допомогою кулісного механізму 21, черв'ячних передач 26 і 23 з'єднані з електродвигуном 22. Зміну нахилу синхронізовано із зміною швидкості

подачі (величину якої показує показчик 27). Для цього другий кінець вихідного вала черв'ячної передачі 23 через шестерні 24 і 25 з'єднаний з керувальним сельсином 1, який електрично (дротами) з'єднаний із сельсином 2 (сельсинелектричний привод, який забезпечує синхронне обертання роторів ведучого 1 і веденого 2 сельсинів). Таким чином, важіль кулісного механізму 21, шестірня 24 і керуючий сельсин 2 повертаються абсолютно узгоджено. Сельсин 2 через редуктор 3 керує реостатом 4, який у свою чергу регулює частоту обертання двигуна подачі 5. Отже, при включенні приводу 22 одночасно змінюється частота обертання вальців 9, 16, 29, 17 і нахил пилової рамки 18.

Механізм різання складається з пилової рамки 18, яка рухається від електродвигуна 12 через клинопову передачу 13, шків 10, колінчастий вал 11, шатун 14.

У процесі подачі колод у пилораму необхідно виконати такі операції, як захоплення колоди, її базування, орієнтування, центрування в горизонтальній площині відносно поздовжньої осі пилорами, подачу у вальці та підтримку під час розпилювання. Нерідко виникає потреба повернути колоду перед подачею у вальці навколо її поздовжньої осі з урахуванням кривизни, тріщин та інших вад з метою одержання більшого й якіснішого виходу пилопродукції. Всі ці операції виконують з допомогою **передрамних візків**, які встановлюють на рейковий шлях перед пилорамами.

На рис. 10.9 показано гідрофікований основний передрамний візок з дистанційним керуванням.

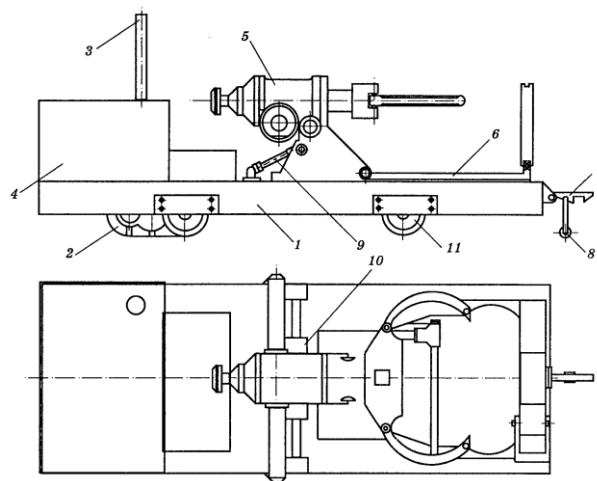


Рисунок 10.9. Основний передрамний візок: 1 – рама; 2 – привод; 3 – стійка для кабеля; 4 – гідростанція; 5 – головка з кліщами; 6 – рама пересувна; 7 – гак автоматичного зчеплення; 8 – ролик; 9 – гідроциліндр підйому кліщів; 10 – гідроциліндр поперечного руху головки з кліщами; 11 – колеса

Візок оснащений гідростанцією 4, яка з'єднана з гідроциліндрами

кліщевої головки 5, що за їх допомогою затискає колоду або брус та повертає їх на необхідний кут. Відносно поставу пилок, колода або брус виставляється гідроциліндром поперечного руху головки 10. Для вибору місця затискання колоди кліщі можуть підійматись або опускатись під дією гідроциліндра 9.

Візок рухається по рейковому шляху від електромеханічного приводу з редуктором 2. Затискний і підтримувальний візки з'єднуються між собою гаком 7 автоматичного з'єднання. Ролик 8 під час наїзду на спеціальний упор розчіпляє візки. Рама 1 затискного візка установлюється на двох ведучих осях з колесами 11, які приводяться в рух від приводу 2, що складається з електродвигуна та редуктора.

3. Одноповерхові пилорами

З метою зменшення висоти рами і розташування її на одному поверсі було створено конструкції одноповерхових пилорам, принципову схему однієї з них наведено на рис. 10.10. Основна відмінність цих пилорам від двоповерхових – наявність у механізмі різання двох шатунів. Ще одна відмінність принципової схеми – наявність у деяких моделях пилорам, приймання пиломатеріалів за рамою візками 6 і 7.

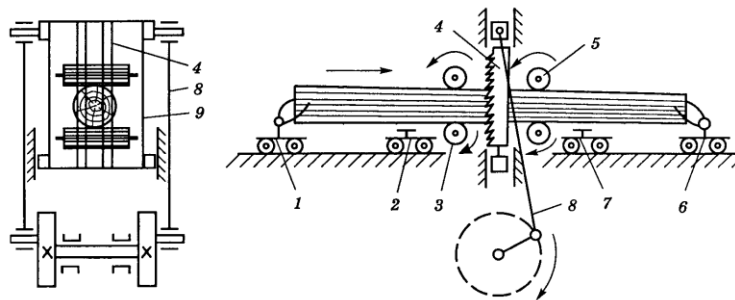


Рисунок 10.10. Принципова схема одноповерхової пилорами: 1 – основний подавальний візок; 2 – підтримуючий візок; 3 – передні вальці; 4 – пилкова рама; 5 – задні вальці; 6, 7 – з'єднані візки; 8 – шатун; 9 – стійки пилкової рами

Механізм подачі у більшості одноповерхових рам поштовховий за кожен робочий хід пили. Він має ряд суттєвих переваг: постійність товщини стружки, незалежність нахилу пилок від величини посилки, невеликий постійний нахил пилок і відсутність тертя задньої поверхні зубців пилок по дну пропилу при холостому ході.

Поштовховий привод вальців здійснюється від контркривошипа механізму різання через важілі та храповий механізм.

4. Допоміжні механізми пилорам

Напрямний апарат (див. поз. 3 на рис. 10.3) призначений для

базування випилюваного бруса або пакета дощок і розділення бруса від дощок та обаполів. Установлюють напрямний апарат на виході із рами та закріплюють до боковий станини. Напрямні ножі закріплені на супорті. Під час налагодження їх можна переміщати паралельно між собою на товщину бруса або пакета дощок. З боку подачі розпиляного матеріалу напрямні ножі загострені, що забезпечує їх кращий захід в утворений пропи́л.

Гальмівний пристрій (див. поз. 2, 3 рис. 10.4) пилорами призначений для зупини пилкової рамки. Він забезпечений механічним блокуванням, що не дозволяє відкривати огороження за незагальмованого кривошипно-повзунного механізму. Властиво гальмо представляє собою дві сталеві стрічки, що охоплюють маховики колінчастого вала та систему важелів і тяг. Повертаючи важіль-рукоятку в той чи інший бік ми затягуємо або послаблюємо гальмівні стрічки.

Система керування забезпечує дистанційне керування всіма механізмами пилорами за допомогою кнопок установлених на пультах.

Залежно від місця в технологічному потоці пилорами з однаковим просвітом діляться на **рами першого та другого ряду**. Пилорами першого ряду розпилюють колоду на двокантний брус, необрізні дошки та обапіл. Пилорами другого ряду призначені для розпилювання двокантного бруса (випиляного на рамі першого ряду) на обрізні та необрізні дошки й обапіл. За конструкцією пилорами першого та другого ряду мають деяку відмінність. Наприклад, різну величину ходу пилкової рамки, просвіт між нижніми та верхніми подавальними вальцями, конструкцію подавальних вальців тощо.

5. Спеціальні пилорами

До спеціальних пилорам відносять тарні пилорами, міні-пилорами, рами для розпилювання коротких колод, а також пересувні та горизонтальні пилорами.

Тарні пилорами (рис. 10.11) – це легкі спеціальні верстати для розпилювання коротких колод або брусів довжиною від 0,8 до 4 м, завтовшки до 200 мм на тарну дощечку. Використовують такі пилорами в лісопильних цехах підприємств, що виготовляють дерев'яну тару та меблі. Характерною особливістю тарних пилорам є невелика висота пропи́лу, малий хід пилкової рамки, велика частота обертання колінвала. Ці особливості забезпечують високу продуктивність, а використання тонких і коротких рамних пил (з їх достатньою боковою жорсткістю) створюють умови для випилювання дощечок від 6 мм завтовшки при незначних відходах деревини в тирсу.

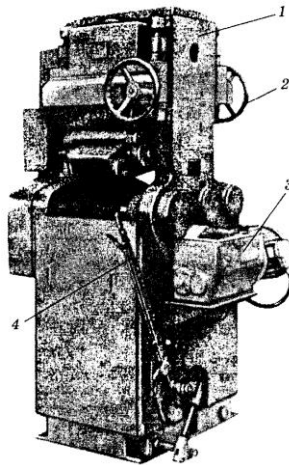


Рисунок 10.11. Загальний вигляд тарної пилорами: 1 – станина; 2 – маховик піднімання (опускання) верхніх подавальних вальців; 3 – привод механізму подачі; 4 – рукоятка приводу гальма головного механізму

Працює тарна пилорама аналогічно вертикальній одноповерховій пилорамі. У механізмі подачі вісім приводних подавальних вальців дещо зменшених розмірів. Пилорама експлуатується в комплекті з передрамними та позарамними рольгангами замість візків.

Міні-пилорами для розпилювання бруса (рис. 10.12). Це компактні та високопродуктивні верстати, які призначені для розпилювання бруса на дошки товщиною до 2 мм з високою точністю та якістю розпилювання і товщиною пропилу від 1,5 мм. Товщина бруса невелика і коливається в межах 150–200 мм при ширині до 300 мм.

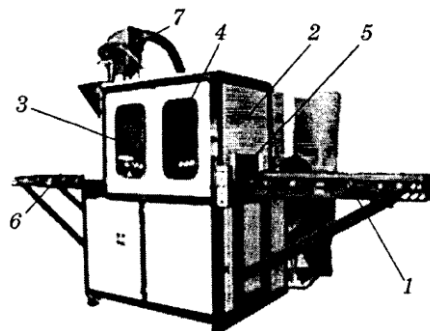


Рисунок 10.12. Загальний вигляд міні-пилорами: 1 – подавальний рольганг; 2 – пилковий блок; 3, 4 – дверцята; 5 – отвір; 6 – приймальний рольганг; 7 – система аспірації

Принцип роботи цих рам аналогічний принципу роботи одноповерхових лісопильних рам.

Рама включає подавальний рольганг 1, повністю закритий пилковий блок 2 з дверками 3, 4 для доступу при обслуговуванні верстата, й отвором 5 для проходу заготовок. Після розпилювання дошки потрапляють на

приймальний рольганг 6. Верстат має систему аспірації 7.

Механізм різання (рис. 10.13, а) включає вал на підшипникових опорах 1. На валу встановлений кривошип 4, до нього за допомогою підшипникового вузла 2 приєднаний шатун 3, який своєю верхньою головкою з'єднаний через підшипникову опору з верхньою частиною пилкової рамки. Такі кривошипно-повзунні механізми встановлюються з двох боків пилкової рамки.

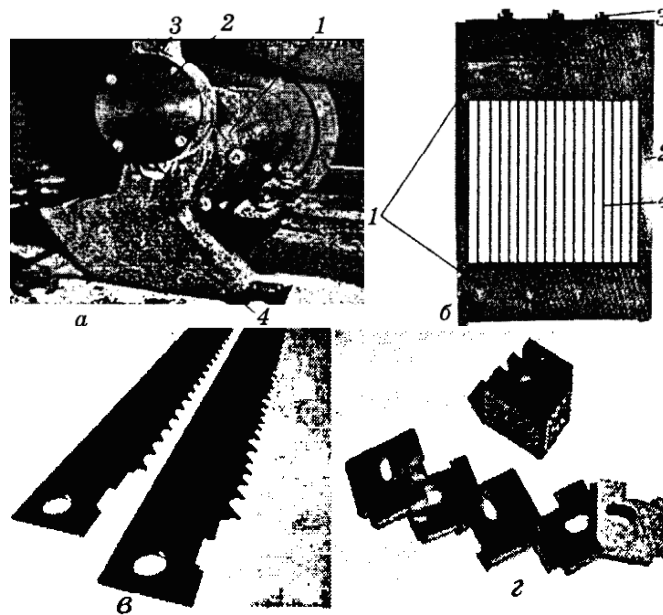


Рисунок 10.13. Елементи механізму різання міні-рами: а – кривошипно-повзунний механізм: 1 – вал на підшипникових опорах; 2 – підшипниковий вузол; 3 – шатун; 4 – кривошип; б – пилкова рамка: 1 – поперечини; 2 – вертикальні стійки; 3 – гвинтовий механізм натягування пилок; 4 – постав пилок; в – пилки; г – міжпилкові прокладки

Пилкова рамка (рис. 10.13, б) має поперечини 1, вертикальні стійки 2, гвинтовий механізм натягування пилок 3. У пилковій рамці встановлено постав пилок 4. Пилки (рис. 10.13, в) мають отвори для кріплення на осях пилкової рамки, а також вирізи для захоплення натяжним механізмом. Між пилками на осях у верхній і нижній поперечинах встановлюються міжпилкові прокладки (рис. 10.13, г), товщина яких відповідає товщині дощок, які повинні бути відпиляні. Пилки кріпляться в пилковій рамці з невеликим нахилом і натягуються гвинтовими натяжними механізмами 3.

Кількість пилок у поставі може досягати 40 шт., товщина пилок 1,1–1,2 мм. Привод механізму різання забезпечує частоту переміщення пилкової рамки до 500 подвійних ходів за хвилину і потужність залежно від моделі в межах 11–22 кВт. У зв'язку із значними швидкостями переміщення механізм різання максимально полегшується, використовуються

високоміцні матеріали, а після виготовлення проводиться динамічне зрівноважування.

Механізм подачі (рис. 10.14) вальцювий з приводними нижніми 4 і верхніми 2 вальцями. Заготівки 1 притискаються верхніми вальцями і подаються на постав пилок 3. Для надійності подачі використовується шість пар вальців. Швидкість подачі таких верстатів порівняно невелика, регулюється безступінчасто в межах 0,5–1,5 м/хв.

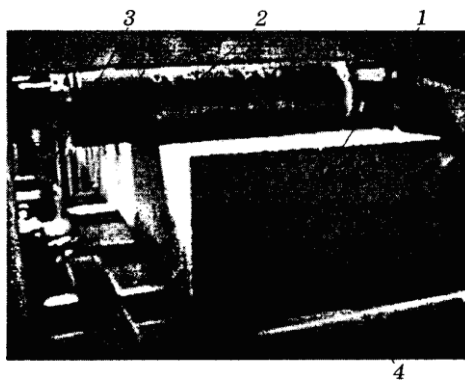


Рисунок 10.14. Механізм подачі міні-пилорами: 1 – заготівка; 2 – верхні вальці; 3 – постав пилок; 4 – нижні вальці

Рами для розпилювання коротких колод і брусів призначені для розпилювання коротких колод на бруси і дошки. Використовують їх у лісопильних цехах, де за специфікою виробництва необхідно розпилювати короткомірні колоди довжиною від 1 м.

Основна відмінність конструкції такої пилорами – восьмивальцювий механізм подачі, що необхідний для надійного базування та фіксації коротких заготівок під час подачі й розпилювання.

Пересувні пилорами призначені для поздовжнього розпилювання колод на двокантні бруси, необрізні дошки та горбилі або двокантні бруси та обрізні дошки і чотирикантні бруси. Використовують їх у тимчасових лісопильних цехах, будівельних майданчиках, дворах.

Пересувна пилорама складається з ходової частини, механізму різання з приводом, механізму подачі з приводом, станини.

Ходова частина складається з двох незалежних колісних ходових пар, передньої та задньої, на яких закріплено раму пилорами. На рамі монтується сама пилорама.

Горизонтальні пилорами призначено для індивідуального розпилювання, переважно колод великих діаметрів (до 1300 мм), деревини цінних порід на двокантні бруси (ванчеси), що є заготівками під час виробництва струганого шпону. Іноді такі рами використовують для окантовки дуже товстих колод, щоб вони змогли пройти у вертикальні рами.

Особливістю горизонтальної пилорами є переміщення (робочий рух)

пилкової рамки в горизонтальній площині. Пилкова рамка – лукоподібної конструкції з однією пилкою. Колода (заготівка) кріпиться на візку та рухається разом із ним у напрямі подачі. Супорт пилкової рамки під час налагодження пилорами може переміщатися вертикально на необхідну товщину відпилюваної дошки або бруса.

На рис. 10.15 наведено схему горизонтальної пилорами. Пилкова рамка 8 з пилкою 14, що натягнута за допомогою струни 10, рухається в горизонтально розташованих напрямних, змонтованих на супорті 9. Зворотно-поступальний рух у пилковій рамці створює кривошипно-шатунний механізм, що складається із головного валу 25 з маховиком 1, на якому через кривошипний палець 2, з'єднаний шатун 3. Інший кінець шатуна шарнірно з'єднаний з пилковою рамкою. Від електродвигуна 21 через клинопасову передачу 23 одержує обертовий рух головний вал.

Положення пилки по висоті змінюють шляхом вертикального переміщення супорта з пилковою рамкою двома вертикальними ходовими гвинтами 7, що одержують синхронне обертання від вала 4 і двох конічних передач 5.

Крутний момент на вал 4 передається від електродвигуна 13 через зубчасту 12 і ланцюгову 6 передачі.

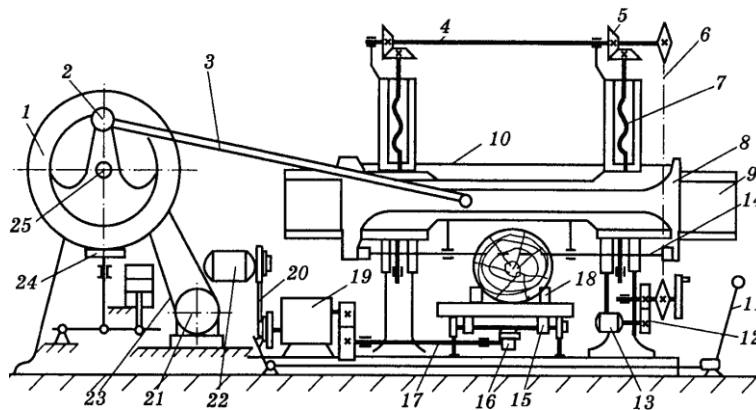


Рисунок 10.15. Схема горизонтальної пилорами: 1 – маховик; 2 – кривошипний палець; 3 – шатун; 4, 17 – вали; 5 – конічна зубчаста передача; 6 – ланцюгова передача; 7 – гвинт переміщення супорта; 8 – пилкова рамка; 9 – супорт; 10 – струна; 11 – важіль переключення швидкості подачі; 12 – зубчаста передача; 13 – електродвигун приводу вертикального переміщення супорта; 14 – пилка; 15 – візок; 16 – шестірня з рейкою; 18 – спеціальний гачок; 19 – редуктор; 20 – пасова передача; 21 – електродвигун приводу головного вала; 22 – електродвигун приводу подачі; 23 – клинопасова передача; 24 – гальмо; 25 – головний вал

Колоду, яку розпилюють, закріплюють на візку 15 спеціальними гачками 18. Вона подається на пилку переміщенням візка 15 по рейковому

шляху. Привод подачі (хід візка) здійснює електродвигун 22 через пасову передачу 20 зі ступеневими шківками і редуктор 19. Далі обертовий рух передається валові 17. На кінці валу встановлено шестірню 16, що входить у зчеплення із зубчастою рейкою. Рейку закріплено на візку 15. Швидкість подачі перемикають важелем 11.

6. Продуктивність пилорам

Продуктивність пилорами залежить від її технологічних можливостей, конструкційних особливостей, сортності сировини тощо.

Продуктивність пилорами розраховують у погонних метрах, у штуках розпиляних колод або в кубічних метрах за певний проміжок часу.

Продуктивність пилорами, м.п./зм.:

$$Q = \frac{S_{2x} n T K_{\Pi} K_M}{1000}$$

де S_{2x} – посилка, мм; n – частота обертання колінчастого вала, хв.⁻¹; T – тривалість зміни, хв.; K_{Π} , K_M – коефіцієнти продуктивності та використання машини, відповідно: $K_{\Pi} = 0,93\text{--}0,97$; $K_M = 0,8\text{--}0,9$.

Поштучна продуктивність пилорами, шт./зм.:

$$Q_{шт} = \frac{S_{2x} n T K_{\Pi} K_M}{1000L}$$

де L – довжина колоди, м.

Продуктивність пилорами у м³/зм.:

$$Q_0 = \frac{S_{2x} n T K_{\Pi} K_M}{1000L} q$$

де q – середній об'єм колоди, м³.

Контрольні запитання. 1. За якими ознаками класифікують пилорами? 2. На яких підприємствах доцільно використовувати вертикальні та горизонтальні пилорами? 3. Назвіть та поясніть призначення білярних механізмів. 4. Поясніть поняття: “пилорама першого ряду” і “пилорама другого ряду”. 5. З яких складальних одиниць, деталей утворено механізм різання пилорами? 6. Яким технічним і конструкторським вимогам повинні відповідати: пилкова рамка, шатун, колінчастий вал? 7. Які причини призводять до появи шуму, вібрацій, зниження якості продукції під час роботи пилорам?

Лекція 11

СТРІЧКОПИЛКОВІ ВЕРСТАТИ

1. Призначення, класифікація і пристрій стрічкопилкових верстатів. 2. Конструкції вертикальних колодопиляльних верстатів. 3. Конструкції ділильних стрічкопилкових верстатів. 4. Столярні стрічкопилкові верстати. 5. Конструкції горизонтальних стрічкопилкових верстатів. 6. Розрахунок продуктивності верстатів.

1. Призначення, класифікація і пристрій стрічкопилкових верстатів

Стрічкопилкові столярні верстати призначені для прямолінійного і криволінійного пиляння дощок, щитів і листових матеріалів на заготовки. Різальний інструмент верстатів виконаний у вигляді сталеві нескінченної стрічки, на одному краї якої є зуби. Стрічка надіта на два вузьких шківів, причому нижній шків приводиться в обертання від електродвигуна.

Залежно від розміру заготовок, що розпилюють, верстати бувають з діаметром шківів 400 і 800 мм з ручною подачею або з автоподачею.

Стрічкопилковими називають верстати для поздовжнього, прямолінійного чи криволінійного розпилювання деревини, в яких пиляння здійснюється нескінченною стрічковою пилкою, що надіта на шківів, один з яких є приводним, а другий – натяжним.

Стрічкопилкові верстати мають значні переваги перед іншими верстатами для ділення деревини – пилорамами та круглопилковими верстатами. Серед основних переваг: можливість індивідуального розпилювання, вузький пропил (1,5–2 мм) і пов'язаний з цим високий вихід продукції (до 90%), висока якість розпилювання завдяки великій швидкості різання стрічковою пилкою (30–50 м/с), енергоекономічність, можливість розпилювання великих колод (1,2–1,5 м) та швидкого встановлення верстатів без фундаменту.

Стрічкопилкові верстати можна класифікувати (рис. 11.1) за такими ознаками:

— площиною, в якій переміщується робоча вітка пилки, – **вертикальні та горизонтальні;**

— за **технологічним призначенням** вертикальні стрічкопилкові верстати поділяються на верстати для розпилювання колод (колодопиляльні), розпилювання брусів та дощок по товщині (ділильні або реброві) та для прямолінійного і криволінійного випилювання заготовок у меблевому виробництві (столярні);

— за встановленою потужністю **вертикальні верстати діляться на важкі (більше 50 кВт), середні (від 10 до 50 кВт) та легкі (менше 10 кВт);**

— горизонтальні стрічкопилкові верстати за **конструкцією**

поділяються на: спрощеної конструкції для використання в індивідуальному виробництві; промислові, які оснащені набором різноманітних пристроїв для механізації й автоматизації роботи, та мобільні;

– за кількістю пилкових блоків горизонтальні промислові верстати поділяються на верстати з одним пилковим блоком, коли верстат має одну пилку і за один прохід випилює одну дошку (одноблокові) та з багатьма блоками (від двох до 24), коли за один прохід випилюється декілька дощок послідовно встановленими стрічковими пилками у пилкових блоках (багатоблокові).

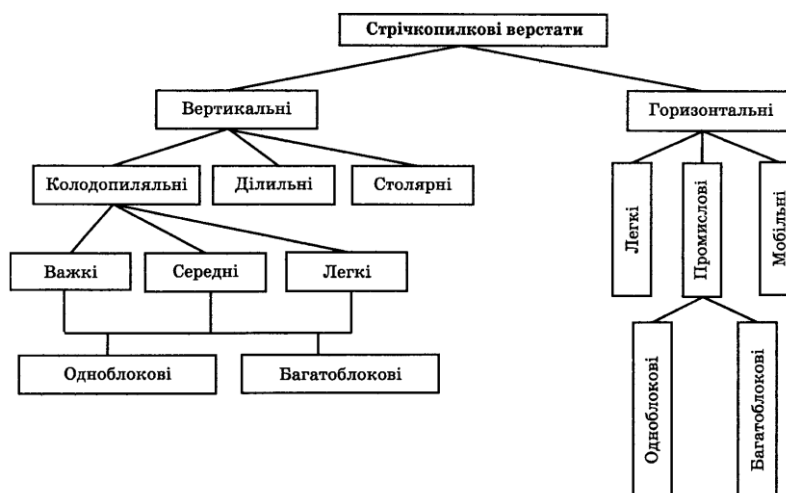


Рисунок 11.1. Класифікація стрічкопилкових верстатів

Схеми стрічкопилкових верстатів наведено на рис. 11.2.

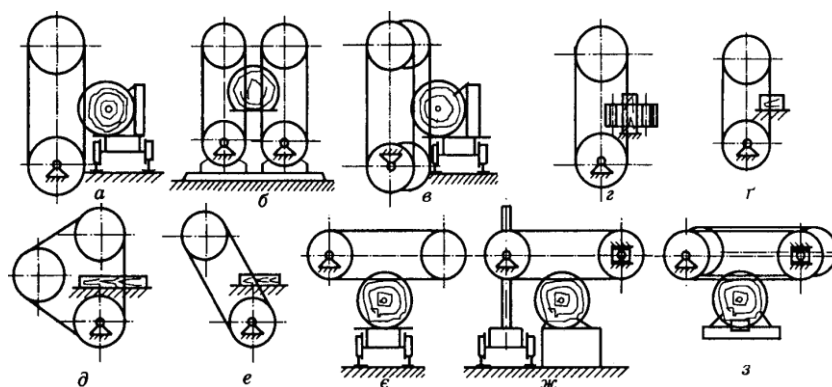


Рисунок 11.2. Схеми стрічкопилкових верстатів: *а* – колодопиляльний вертикальний; *б* – колодопиляльний двоблоковий; *в* – колодопиляльний з послідовним розташуванням пилки; *г* – ділильний вертикальний; *г* – столярний універсальний; *д* – з трьома шківами; *е* – з похилою пилкою; *є* – колодопиляльний горизонтальний з візком; *ж* – колодопиляльний горизонтальний з рухомим пилковим супортом; *з* – з двома пилковими блоками

Схема на рис. 11.2, *а* показує розпилювання колод пилковим вузлом із вертикальним розташуванням шківів і подачею колоди візком.

Намагання підвищити продуктивність стрічкового розпилювання призводить до появи схеми на рис. 11.2, *б*, де використані два паралельно розташовані пилкові блоки, і до схеми на рис. 11.2, *в*, де пилкові блоки розташовані послідовно із зміщенням на товщину дошки.

На рис. 11.2, *г* показано схему ділильного верстата з подачею брусів або дощок вертикальними роликами.

Столярний стрічкопилковий верстат (рис. 11.2, *г*) має вертикальне розташування шківів та базування заготівок на нерухомому столі.

На рис. 11.2, *д* показано схему з трьома шківими, застосування якої збільшує сумарний кут охопту шківів стрічкою, що зменшує проковзування стрічки на шківах і дозволяє працювати з меншим натягом стрічки, але збільшує кількість перегинів стрічки.

Схема на рис. 11.2, *е* показує можливість створення стрічкопилкового верстата для одержання пропилу під кутом за рахунок зміщення осей шківів.

На рис. 11.2, *є* показано схему горизонтального стрічкопилкового верстата для розпилювання колод з подачею колоди візком.

Нарис. 11.27, *ж* пилковий блок подається вздовж колоди. Друга схема є поширенішою, тому що дозволяє зменшити довжину горизонтального стрічкопилкового верстата.

Для збільшення продуктивності горизонтальних стрічкопилкових верстатів використовують схему (рис. 11.2, *з*) з розташованими послідовно декількома пилковими блоками.

Стрічкопилковий столярний верстат (рис. 11.3) містить в собі станину 1 С-подібної форми, верхній неприводний шків 2, стрічкову пилку 3, огороження пилки з напрямним пристроєм 4, нахиляємий стіл 5, нижній приводний шків 7, що приводиться в обертання через пасову передачу від електродвигуна 9. Для випилювання деталей необхідної ширини служить базувальна лінійка 6. Для швидкої зупинки нижнього шківів призначено гальмовий пристрій, що діє від педалі 8.

Шків мають плоский обід з м'яким гумовим або шкіряним бандажем, що збільшує зчеплення між пилкою і шківом при їх русі. Поблизу верхнього шківів є пристрій для вловлювання пильної стрічки при її аварійному розриві.

Конструкція верхнього шківів стрічкопилкового верстата показана на рис. 11.4. Шків 11 змонтований на консолі осі 12, закріпленої в повзуну 2. Повзун встановлений на кронштейні 3 так, щоб він міг перемішатися по висоті з допомогою гвинта 5 від маховичка 9. Обертанням маховичка здійснюється початковий натяг пилки 10. Постійний натяг пилки при тепловому або механічному подовженні в процесі роботи зберігається за допомогою пружини 6, встановленої між повзуном і кронштейном на

циліндричній частині гвинта 5. Для запобігання стоку пилки зі шківів кронштейн можна повертати навколо осі 4 регулювальним гвинтом 7 і в такий спосіб нахилити при необхідності верхній шків в обидва боки від вертикалі.

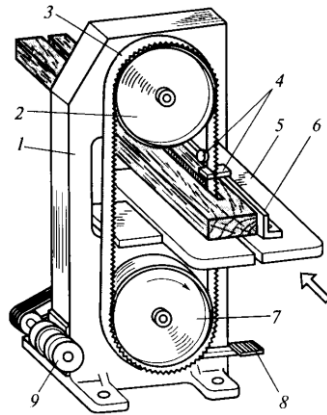


Рисунок 11.3. Стрічкопилковий столярний верстат: 1 – станина; 2 – верхній неприводний шків; 3 – пилка; 4 – напрямний пристрій; 5 – стіл; 6 – базувальна лінійка; 7 - приводний шків; 8 - педаль гальма; 9 - електродвигун

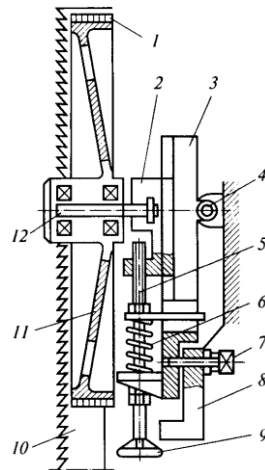


Рисунок 11.4. Верхній пильний шків стрічкопилкового верстата: 1 – бандаж; 2 – повзун; 3 – кронштейн; 4, 12 – осі; 5 – гвинт; 6 – пружина; 7 – регулювальний гвинт; 8 – станина; 9 – маховичок; 10 – пилка; 11 – шків

Напрямний пристрій служить для запобігання відхилення пилки вбік і зісковзування її зі шківів. Пристрій складається з двох однакових блоків, встановлюваних над робочим столом і під ним в зоні робочої гілки пилки. Як напрямні елементи використовують ролики або повзуни з антифрикційного матеріалу.

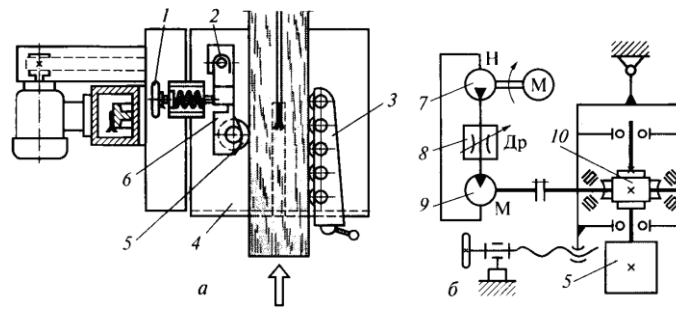


Рисунок 11.5. Механізм подачі стрікопилкового верстата: *а* – загальний вигляд; *б* – гідрокінематична схема привода подавального ролика; 1 - маховичок; 2 - вісь; 3 – базувальна лінійка; 4 - стіл; 5 – подавальний ролик; 6 - кронштейн; 7 - насос з приводом від електродвигуна; 8 - дросель; 9 - гідродвигун; 10 - редуктор

Матеріал, що розпилюється, на столярних верстатах подають вручну. При масовому випилювання прямолінійних деталей подачу механізують, застосовуючи знімний механізм подачі (рис. 11.5, *а*). Він складається з поворотного кронштейна 6, на кінці якого змонтований рифлений подавальний ролик 5. Маховичок 1 призначений для повороту кронштейна щодо осі 2, закріпленої на столі 4. При повороті кронштейна ролик притискає оброблюваний матеріал до базувальної лінійки 3 коробчастої форми, всередині якої кріпляться осі вільно обертових роликів. Привод подавального ролика 5 здійснюється від *гідродвигуна* 9 (рис. 11.5, *б*) через черв'ячний редуктор 10. Масло в гідродвигун подається від насоса 7 через дросель 8, за допомогою якого безступенчато змінюють швидкість подачі від 1,5 до 35 м/хв.

2. Конструкції вертикальних колодопиляльних верстатів

Вертикальний стрікопилковий верстат для поздовжнього розпилювання колод складається із механізму різання (пилкового блока) і механізму подачі у вигляді візка, який рухається по рейковому шляху, завантажувального конвеєра і розвантажувального роликового транспортера.

Кінематичну схему механізму різання наведено на рис. 11.6, *а*. Стрічкову пилку 1 натягнуто на приводному 2 і натяжному 17 шківках, вона приводиться в рух від електродвигуна 8 через клинопасову передачу 7. Вал 3 нижнього приводного шківки закріплено в підшипникових опорах. Вал 18 верхнього шківки також змонтований у підшипникових опорах 27, що знаходяться на супортах 28, які можна вертикально переміщувати гвинтами 21 і 13 під час встановлення і зняття стрікової пилки. Це переміщення здійснюється спеціальним механізмом, який складається із електродвигуна 10, пасової передачі 9, вала 25 з двома черв'яками 11 і 22, двох черв'ячних гайок-шестерень 4 і 20.

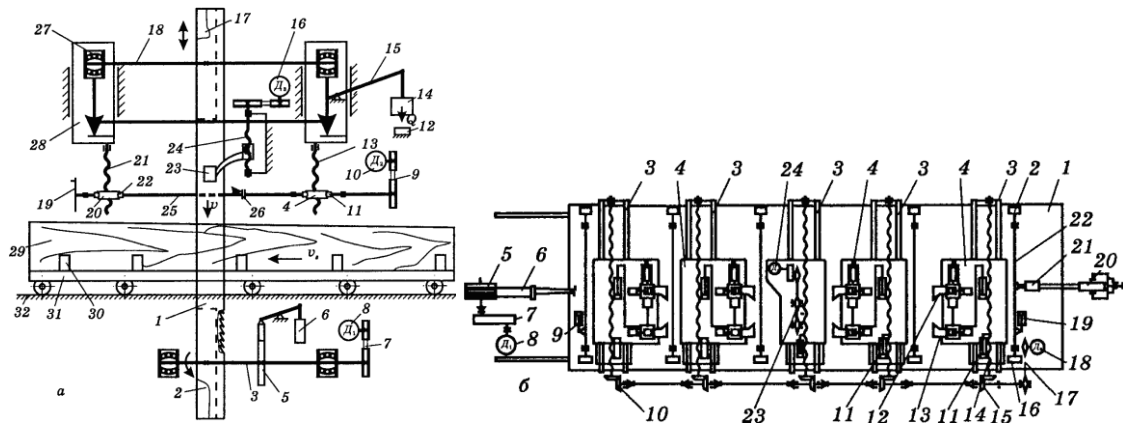


Рисунок 11.6. Кінематичні схеми вертикального стрікопильного верстата: *а* – механізму різання: 1 – стрічкова пилка; 2 – приводний шків; 3, 18, 25 – вал; 4, 20 – черв'ячна гайка-шестірня; 5 – стрічкове гальмо; 6 – гідроциліндр; 7 – клинопасова передача; 8, 10, 16 – електродвигуни; 11, 22 – черв'як; 12 – обмежувач; 13, 21, 24 – гвинти; 14 – вага; 15 – важелі; 17 – натяжний шків; 19 – маховичок; 23 – верхня рухома напрямна; 26 – зубчаста муфта; 27 – підшипникова опора; 28 – супорт; 29 – колода; 30 – затискачі; 31 – візок; 32 – рейковий шлях; *б* – механізму подачі: 1 – платформа; 2, 16 – колесо; 3 – напрямна; 4 – стійка; 5, 6, 7, 8, 20, 21 – ланцюговий привод; 9, 19 – гідроциліндри; 10, 15 – конічні передачі; 11 – додатковий гідроциліндр; 12, 13 – затискач; 14 – гвинт; 17 – ланцюгова передача; 18 – електродвигун; 22 – вісь; 23 – механізм повороту колоди; 24 – привод

Механізм нахилу верхнього шків, який призначений для забезпечення правильного набігання стрічки на шків, складається із маховика 19 і зубчастої муфти 26, що встановлені на валу 25. Коли зубчасту муфту виведено із зачеплення обертанням маховика, повертають ліву гайку-шестірню 20, що призводить до зміни положення опор вала 18.

Пристрій для автоматичного натягування стрічки є системою важелів 15, на одному кінці якої знаходиться верхній шків, а на другому – вантаж 14. Він забезпечує постійне натягування стрічки, компенсуючи її подовження від нагрівання і миттєвих перевантажень.

Для збільшення поперечної жорсткості пилки передбачено верхню рухома напрямну 23, яка зменшує довжину робочої ділянки пилки. Переміщення напрямної здійснюється електродвигуном 16, який обертає гвинт 24.

Нижній шків гальмується стрічковим гальмом 5, яке працює від гідроциліндра 6.

Профіль робочої поверхні шківів – випуклий, окреслений дугою великого радіуса. Нижній приводний шків масивніший і виконує роль маховика. Верхній шків – ведений полегшений.

Колода 29 затискається затискачами 30 на візку 31, який подає колоду на стрічкову пилку по рейковому шляху 32.

Кінематичну схему механізму подачі візком показано на рис. 11.6, б. Візок складається з жорсткої платформи 1 з чотирма парами коліс 2, 16, ланцюговим приводом 5, 6, 7, 8, 20, 21. Осі 22 коліс за допомогою важільних пристроїв та циліндрів 9, 19 можуть одночасно зміщуватись для регулювання. Поперек платформи закріплені напрямні 3, по яких переміщуються супорти із стійками 4 і затискачами 12 і 13 для колод і брусів. Привод, який включає електродвигун 18, ланцюгову передачу 17, конічні передачі 10, 15 та гвинти 14, забезпечує одночасне переміщення супортів на задану товщину дошки з урахуванням ширини пропилу. Крім того, є додаткові гідроциліндри 11 для індивідуального зміщення супортів із стійками під час повертання колоди по твірній. У середині візка встановлено механізм повороту колоди 23 у вигляді ланцюгового пристрою з упорами.

3. Конструкції ділильних стрічкопилкових верстатів

Ділильні (реброві) стрічкопилкові верстати призначені для ребрового ділення (розкрою) горбилів, товстих дощок, брусів на деталі менших перетинів.

Ділильний стрічкопилковий верстат (рис. 11.7) складається із механізму різання, пристрою для натягу пилки 14, вальцьового механізму подачі, гідропанелі 1, які монтуються на чавунній литій станині 22.

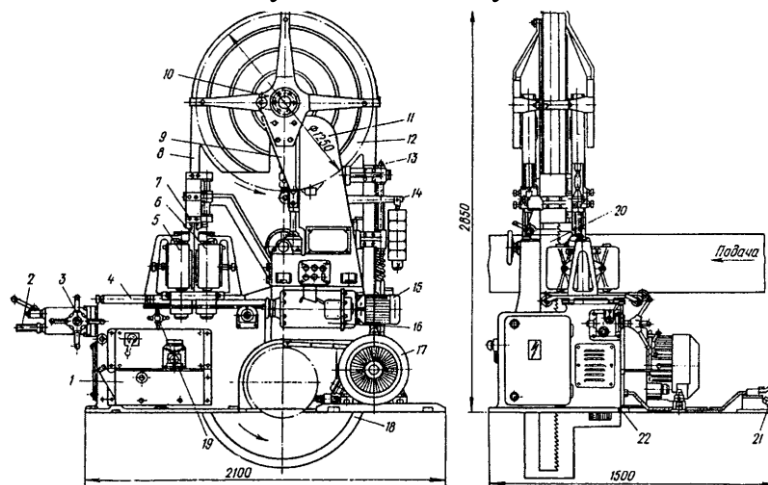


Рисунок 11.7. Стрічкопилковий ділильний верстат: 1 – гідропанель; 2 – гвинт налагодження базового супорта; 3 – маховик переміщення базового супорта; 4 – вальці зворотної подачі; 5 – подавальні вальці; 6 – базові вальці; 7 – напрямний пристрій; 8 – огороження пилки; 9 – супорт верхнього шківа; 10 – підшипникова опора вала верхнього шківа; 11 – колона; 12, 18 – шківи механізму різання; 13 – пристрій для очищення ободу шківа; 14 – вантажний пристрій натягу пилки; 15 – привод механізму подачі; 16 – варіатор механізму подачі; 17 – привод механізму різання; 19 – маховик регулювання швидкості подач; 20 – стрічкова пилка; 21 – педаль переміщення супорта притискних вальців; 22 – станина

Механізм різання складається із стрічкової пилки 20, яка охоплює два шківів однакового діаметра. Нижній шків 18 приводний – ведучий, а верхній 12 – ведений, натяжний. Нижній шків може мати більшу масу та виконувати роль маховика, запобігати ослабленню пилкової стрічки в зоні різання на випадок дії гальмівних сил під час роботи верстата (перерізування сучків).

Ободи (робочі поверхні шківів) повинні бути дещо випуклими з радіусом сфери 15 м. Це забезпечить стійке положення й утримання пилкової стрічки на них під час пиляння. Нижній шків приводиться в рух від електродвигуна 17, через клинопасову передачу, яка передає крутний момент на вал нижнього шківів. Верхній шків 12 обертається на осі, змонтованій у двох роликотідишпникових опорах 10. Ці опори рухомі, переміщуються вертикально під час встановлення, знімання та натягування пилкової стрічки. Для підтримання постійного натягу пилкової стрічки та необхідного напруження у ній під час роботи, на верстаті передбачено механізм натягу вантажного типу 14. Вантаж через систему важелів і з необхідним передавальним відношенням переміщує вгору опори осі верхнього шківів, створюючи необхідний натяг пилки.

Для запобігання збігу (спадання) пилкової стрічки зі шківів, регулюють нахил осі верхнього шківів у вертикальній площині. Більшу жорсткість пилковій стрічці в робочій зоні створює напрямний пристрій 7.

Положення напрямного пристрою по висоті визначається висотою пропилу (товщиною заготовки).

Механізм подачі верстата складається із базових вальців 6, встановлених на базовому супорті та притискних подавальних вальців 5, змонтованих на притискному супорті. Базові і притискні подавальні вальці приводяться в рух від електродвигуна 15.

Швидкість подачі регулюється маховиком 19 через планетарний варіатор 16, яким можна змінювати швидкість подачі від 5 до 40 м/хв. Відводити притискний супорт у вихідне положення і притискати заготовку до базових вальців 6 можна вручну маховиком 3 або гідроприводом, натискаючи на педаль 21.

4. Столярні стрічкопилкові верстати

Столярні стрічкопилкові верстати застосовуються для випилювання прямолінійних і криволінійних заготовок.

Як ріжучий інструмент на верстаті використовується стрічкова пилка шириною $B = 10 - 60$ мм, товщиною $S = 0,6 - 0,9$ мм, з кутом загострення зубів $\beta = 50^\circ$ і переднім кутом $\gamma = 5^\circ$.

Схему столярного стрічкопилкового верстата наведено на рис. 11.8.

Верстат складається з механізму різання з приводом, станини, пристосувань для базування заготовок та гарантування безпечної роботи на ньому.

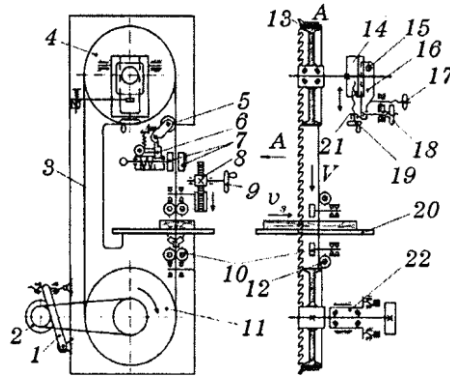


Рисунок 11.8. Схема столярного стрічкопилкового верстата: 1 – підмоторна плита; 2 – електродвигун; 3 – пилка стрічкова; 4 – шків натяжний; 5 – ролик контактний; 6 – храповик; 7 – гальмівні колодки; 8 – зубчасто-рейкова передача; 9 – маховик; 10 – бокові напрямні ролики; 11 – шків нижній приводний; 12 – упорний ролик; 13 – бандаж; 14 – повзун; 15 – вісь; 16 – кронштейн; 17, 18, 19 – маховички; 20 – робочий стіл; 21 – натяжна пружина; 22 – чаша

Механізм різання включає стрічкову пилку 3, що монтується на двох вертикально розташованих пилкових шківах 4 і 11.

Шківи мають плоский обід з м'яким (гумовим або шкіряним) бандажем 13. Бандаж служить для того, щоб збільшити зчеплення пилки зі шківом і щоб розведені зуби на пилці, що прилягають до шківа, не втрачали розводу.

Нижній приводний шків 11 закріплено на валу, що обертається в чаші 22 і має невелике осьове регулювання. Привод шківа здійснює електродвигун 2, закріплений на підмоторній коливній плиті 1, через клинопасову передачу.

Верхній пилковий шків 4 змонтований на консолі, яку закріплено у повзуні 14. Повзун у свою чергу закріплений на коливному (навколо осі 15) кронштейні 16. Кронштейн змонтовано на верхній частині станини, він має можливість бокового переміщення. Натяг пилки регулюється гвинтом за допомогою маховика 19 і підтримується пружиною 21.

Щоб запобігти спаданню (збігу) стрічки зі шківів, верхній шків має можливість нахилитися в обидва боки від вертикалі, що досягається гвинтами з маховичками 17 і 18.

Для надійної встановленої роботи пилки допустиме напруження в стрічці для столярних пилок повинно становити $\sigma_H = 30\text{--}50$ МПа.

Різання здійснюється робочою віткою пилки, яка рухається вниз і проходить через робочий стіл 20.

Випилювання деталей криволінійної форми ведеться по розмітці або за допомогою спеціальних пристосувань. Якщо розпилювання прямолінійне, то базування заготовок здійснюють по столу й напрямній лінійці, а подачу

можна механізувати навісними пристосуваннями – автоподавачами. Для розпилювання заготівок, в яких крайку розташовано під гострим кутом, стіл верстата можна нахилити до 45° . Над заготівкою й під столом розміщаються верхні та нижні напрямні для пилки. Вони призначені для унеможливлення значного відхилення пилки від дії бокових сил. Верхню напрямну встановлено на певну висоту за допомогою зубчасто-рейкового механізму 8 і маховика 9. Під час роботи він повинен знаходитись над самою заготівкою. Напрямним елементом у наведеній схемі застосовують два бокових 10 і один упорний 12 ролики. У деяких моделях стрічкопилкових верстатів використовують нерухомі напрямні сухарики, виготовлені із антифрикційних матеріалів. За пилкою встановлюють упорний ролик 12, який захищає її від аварійного збігу зі шківів. За правильного налагодження стрічка під час роботи не повинна дотикатись упорного ролика та бокових обмежувачів.

Верстат обладнаний уловлювачем стрічки на випадок її розривання. В контакт з полотном пилки знаходиться ролик 5. Якщо стрічка розірветься, тоді він переміститься, а під дією пружини зуб храповика 6 зірветься із запобіжника й гальмівні колодки 7 схоплять полотно пилки. Цей пристрій запобігає травмуванню верстатника або осіб, які можуть бути поруч.

5. Конструкції горизонтальних стрічкопилкових верстатів

На рис. 11.9 показано загальний вигляд горизонтального стрічкопилкового верстата промислового типу, в якому подача здійснюється механізмом різання, що встановлено на рухомому порталі супорті 1. Колода кріпиться нерухомо на рамі 4.

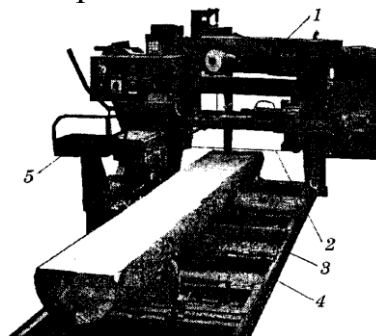


Рисунок 11.9. Загальний вигляд горизонтального стрічкопилкового верстата: 1 – пилковий супорт; 2 – стрічкова пилка; 3 – колода; 4 – рама; 5 – робоче місце оператора

Принципову схему верстата показано на рис. 11.10.

Механізм різання складається з приводного 6 та натяжного 7 шківів, на які насаджено стрічкову пилку 8. Натягування пилкової стрічки здійснюється гідравлічним телескопічним пристроєм 9 за рахунок переміщення шківів 7. Силу натягу встановлюють за показами манометра 10.

Жорсткість пилки під час пиляння підвищує напрямний пристрій 11. Для зменшення коливань холостої вітки пилки встановлено плоску напрямну 16. Щітки 12 зчищають пил, який налипає на пилку. Пилковий супорт 5 консольно закріплено на несучій гільзі 13. За допомогою гвинтового механізму, гільза 13 зі супортом 5 переміщується у вертикальному напрямку вздовж вертикальної стійки 14 і може повертатись відносно вертикальної осі на певний кут.

Механізм подачі – візок 4, який рухається горизонтально по напрямних. Електродвигун приводу забезпечує безступеневе регулювання швидкості подачі.

Для покращення умов роботи стрічкової пилки встановлено пристрій 15 для зняття кори в зоні різання.

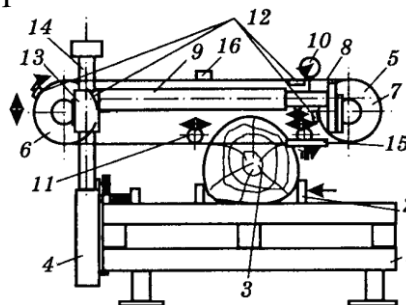


Рисунок 11.10. Принципова схема горизонтального стрічкопилкового верстата: 1 – станина; 2 – затискач колоди; 3 – колода; 4 – каретка; 5 – стрічкопилковий супорт; 6, 7 – приводний і натяжний шківи; 8 – пилка стрічкова; 9 – пристрій для натягу пилки; 10 – манометр; 11 – напрямні пилки; 12 – щітка; 13 – гільза; 14 – стійка; 15 – окорювачі; 16 – плоска напрямна

на рис. 11.11, а наведено кінематичну схему **механізму різання** горизонтального стрічкопилкового верстата.

Привод механізму різання здійснюється від асинхронного електродвигуна 1 через клинопасову передачу зі шківами 2 і 3. На ведучий 4 і натяжний 5 пилкові шківи натягнуто стрічкову пилку 6.

Положення приводного і натяжного шківів та їх нахил регулюється за допомогою уніфікованих механізмів, які складаються із чотирьох гвинтів 7, які впираються в гайку 8 на осі шківа, причому передній підшипник 9 – сферичного типу.

Натягування стрічки здійснюється телескопічним пристроєм, який складається із несучої зовнішньої консольної гільзи 10, всередині якої знаходиться внутрішня рухома гільза 11, до якої прикріплено корпус веденого пилкового шківа 5.

Для можливості взаємного переміщення в зовнішній нерухомій гільзі 10 встановлено ролики 12, які направляють внутрішню гільзу 11.

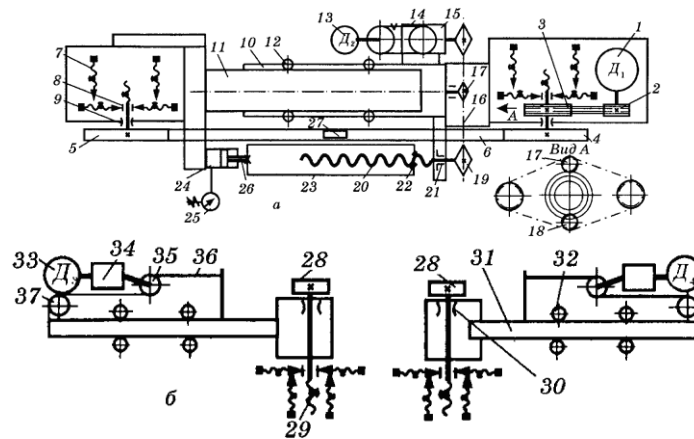


Рисунок 11.11. Кінематична схема механізму різання горизонтального стрічкопилкового верстата: *а* – механізм приводу стрічки; *б* – напрямний механізм пилкової стрічки; 1 – електродвигун механізму різання; 2, 3 – шківни пасової передачі; 4, 5 – пилкові шківни; 6 – пилка; 7 – гвинт; 8 – гайка; 9, 30 – підшипники сферичні; 10, 11 – зовнішня і внутрішня гільзи; 12 – ролик; 13 – електродвигун; 14 – пасова передача; 15 – редуктор; 16 – ланцюг; 17, 18, 19 – зірочки; 20 – гвинт; 21 – підшипникова опора; 22 – гайка; 23 – труба; 24 – гідроциліндр; 25 – манометр; 26 – шток; 27 – напрямна; 28 – напрямні роликові пристрої; 29 – гайка; 31 – штанга; 32 – ролики; 33 – електродвигун; 34 – редуктор; 35 – приводна зірочка; 36 – ланцюг; 37 – зірочка напрямна

Натягування пилки здійснюється електромеханічним механізмом, який включає електродвигун 13, клинопасову передачу 14, редуктор 15, ланцюгову передачу 16 з натяжною зірочкою 17, що знаходиться на ексцентриковій осі для переміщення при натягуванні ланцюга. Ведена зірочка 19 ланцюгової передачі знаходиться на гвинті 20, який встановлено на підшипниковій опорі 21. Гайку гвинта 22 жорстко з'єднано з трубою 23, а трубу 23 із штоком гідроциліндра 24, який жорстко з'єднаний з корпусом натяжного пилкового шківни 5 і внутрішньою рухомою гільзою 11.

Гідроциліндр має заповнену оливою порожнину і служить для вимірювання сили натягування стрічкової пилки. Для цього до гідроциліндра приєднаний манометр 25. Тиск, який показує манометр, відповідає силі натягу пилки. Верхня межа тиску контролюється для цього перерізу пилки електричним датчиком тиску, який розміщується біля манометра 25.

У верхній неробочій вітці стрічкової пилки встановлено регульовану за висотою плоску напрямну 27, яка запобігає коливанням стрічки.

Для підвищення жорсткості стрічки під час розпилювання встановлено дві **направні роликові** пристрої 28. Ролики у напрямних пристроях можуть мати регулювання в вертикальній і горизонтальній площинах. Для цього використовується механізм, аналогічний механізму

регулювання положення пилкових шківів.

Ролики встановлено на осі, яка знаходиться на гайці 29 і сферичному підшипнику 30. Гайка переміщується в корпусі за рахунок взаємодії з чотирма діаметрально встановленими регулюючими гвинтами, а також фіксує положення ролика.

Корпус ролика встановлено на рухомій штанзі 31, яка переміщується на роликах 32. Переміщення штанги виконується ланцюговим механізмом. Механізм складається з приводного електродвигуна 33, який через редуктор 34 обертає приводну зірочку 35. Ланцюг жорстко закріплено між передньою і задньою частинами штанги. Приводна зірочка 35 контактує з натягнутим ланцюгом і переміщує його разом із штангою. Переміщення напрямних роликів відбувається за командами з пульта керування залежно від умов пиляння.

Механізм регулювання вертикального положення пилкового супорта (рис. 11.12, *a*), складається з вертикальної стійки 1, по якій несуча гільза 2 переміщається разом із консольно закріпленим на ній пилковим супортом. Привод переміщення несучої гільзи 2 складається з електродвигуна 3, пасової передачі 4, ланцюгової передачі 5, гвинтової передачі 6. Гвинт 6 з'єднаний з несучою гільзою 2 через шарнірні тяги 10. Цим забезпечується поворот пилкового супорта навколо вертикальної осі. Швидку зупинку пилкового супорта під час настроювання його на товщину дошки забезпечує гальмо 11.

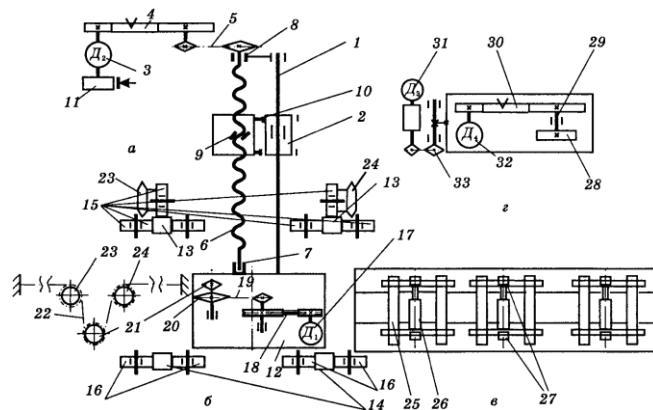


Рисунок 11.12. Кінематичні схеми механізмів горизонтального стрічкопилкового верстата: *a* – регулювання положення супорта; *б* – подачі; *в* – закріплення колоди; *г* – корування: 1 – стійка; 2 – гільза; 3, 17, 31, 32 – електродвигуни; 4, 18, 30 – пасова передача; 5, 19, 22, 33 – ланцюгові передачі; 6, 9 – гвинтова передача; 7, 8 – опора; 10 – тяга; 11 – гальмо; 12 – візок; 13, 14 – напрямні; 15, 16 – опори підшипникові; 20, 21, 23, 24 – зірочки ланцюгової передачі; 25 – затискач; 26 – гідроциліндр; 27 – пересувні упори; 28 – фреза; 29 – вал

Механізм горизонтального переміщення пилкового супорта (подачі) (рис. 11.12, б) складається із візка 12, який рухається по верхніх 13 і нижніх 14 напрямних, що закріплено на станині верстата. Каретка опирається на чотири підшипникові опори, верхні 15 і нижні 16. На каретці розташовано її привод, що включає електродвигун 17, пасову передачу 18, ланцюгову передачу 19. Ланцюг 22, кінці якого жорстко закріплено на протилежних кінцях станини, охоплює зірочки 23 і 24, які знаходяться на одному валу з горизонтальними роликами підшипникових опор 15, і контактує з приводною зірочкою 21.

Механізм закріплення заготовки на рамі верстата (рис. 11.12, в) включає гідравлічні пристрої 25 з гідроциліндрами 26, які рухають затискні упори 27. Затискні упори можна пересувати вздовж рами верстата для встановлення їх у необхідному для затискання місці.

Механізм передпилкового корування (рис. 11.12, г) складається з фрези 28, закріпленої на шпинделі 29, пасової передачі 30 і електродвигуна 32. Механізм розташовано на поворотній платформі, яка повертається від приводу, що складається із мотора-редуктора 31 і ланцюгової передачі 33.

6. Розрахунок продуктивності верстатів

Продуктивність стрічкопилкових верстатів визначають з урахуванням схеми їх роботи та виду подачі.

За **ручної** подачі верстат працює за позиційною схемою. Тоді фактичну продуктивність, шт./зм., розраховують за формулою:

$$Q = \frac{T_{зм} K_D}{t_{ц}}$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, хв.; K_D – коефіцієнт використання робочого дня; t – тривалість циклу, хв.:

$$t_{ц} = t_{з.р} + t_p + t_D$$

де $t_{з.р}$ – час на завантаження, розвантаження, хв.; t_p – час на різання, хв.; t_D – час на допоміжні операції (холостий хід, налагодження, перерви тощо).

За подібною, а точніше за **циклопрохідною** схемою, працюють стрічкопилкові верстати, на яких подача заготовок здійснюється візками. Продуктивність, шт./зм., розраховують так, де:

$$t_{ц} = (L + l) \left(\frac{1}{v_{Sp}} + \frac{1}{v_{Sx}} \right) z + a t_{ц} z + t_{з.р} + t_p z$$

де L – довжина заготовки, м; l – на додаткового ходу візка, м; v_{Sp} v_{Sx} – швидкість робочого і холостого ходів візка, м/хв.; z – кількість різів (відпилів) на одній заготівці; a – коефіцієнт суміщення часу робочого ходу з часом зворотного ходу візка; $t_{ц}$ – час на поперечне переміщення заготовки,

хв.; $t_{з,р}$ – час завантаження і розвантаження пилопродукції, хв.; t_p – час реверсування, необхідний на один подвійний хід, хв.

Якщо верстат працює за **прохідною** схемою, продуктивність у штуках деталей за зміну розраховують за формулою:

$$Q_{\phi} = \frac{T_{зм} v_s K_{\Pi} K_{Д}}{Lm}$$

де v_s – швидкість подачі, м/хв.; K_{Π} – коефіцієнт продуктивності; m – кількість різів, необхідних для виготовлення однієї деталі.

Контрольні запитання

1. Розкажіть про конструкцію і роботу основних складальних одиниць стрікопилкового верстата. 2. Як працює знімний механізм подачі матеріалу при пилянні? 3. Розкажіть про вимоги, пропоновані до стрічкових пилок. 4. Назвіть і проаналізуйте переваги пиляння деревини на стрікопилкових верстатах. 5. За якими ознаками класифікують стрікопилкові верстати? 6. Яка будова механізму різання вертикального стрікопилкового верстата? 7. Яке призначення ділильних і колодопиляльних верстатів? 8. Які механізми натягу стрічкових пилок знаєте й для чого їх установлюють? 9. Охарактеризуйте механізми подачі на ділильних і колодопиляльних верстатах. 10. Які переваги горизонтальних стрікопилкових верстатів? 11. Який порядок налагодження стрікопилкових верстатів та підготовка їх до роботи? 12. В чому полягає налагодження стрікопилкового верстата? 13. Розкажіть про види робіт, виконуваних на стрікопилкових верстатах.

Лекція 12

КРУГЛОПИЛЬНІ ВЕРСТАТИ

1. Призначення і види круглопилкових верстатів. 2. Верстати для поперечного розкрою. 3. Верстати для поздовжнього розкрою. 4. Верстати для попереднього розкрою листових матеріалів. 5. Верстати для змішаного розкрою. 6. Верстати для чистового розкрою плитних матеріалів. 7. Продуктивність круглопилкових верстатів.

1. Призначення і види круглопилкових верстатів

Круглопилкові верстати відносяться до найпоширенішої групи деревообробних верстатів. Верстати застосовуються для поздовжнього, поперечного і змішаного розкрою дощок на заготівки, для обрізки заготівок по периметру і розкрою плит, фанери, пластиків.

Види круглопилкових верстатів. Для виробництва виробів з деревини вихідний матеріал у вигляді дощок, аркушів фанери і деревних плит потрібно попередньо розкроїти на заготівки. Цю технологічну операцію виконують на круглопилкових верстатах. Головними параметрами круглопилкових верстатів є найбільша ширина і найменша або найбільша

довжина матеріалу, що розпилюється. Ці розміри визначають габаритні розміри верстата і відстань між опорними елементами.

По розташуванню пилки щодо матеріалу, що розпилюється, розрізняють верстати для поперечного, поздовжнього і змішаного розкрою.

На круглопилкових **верстатах для поперечного розкрою** роблять торцювання дощок і брусків заготовок (рис. 12.1, *а*). Верстати бувають одно- або багатопилкові (кінцевирівнювачі). На багатопилкових верстатах можна випилювати одночасно кілька кратних заготовок (рис. 12.1, *б*). В одних конструкціях верстатів заготовку подають на пилку, в інших - обертову пилку насувають на заготовку.

Для поперечного розкрою напрямок обертання пилки вибирають так, щоб сила пиляння притискала заготовку до опорних елементів верстата (рис. 12.2, *а*).

На верстатах для поперечного пиляння здійснюється розкрій матеріалу по довжині на чорнові заготовки і точну торцювку деталей. Є верстати з подачею пилки на оброблюваний матеріал і з подачею матеріалу на пилку. У верстатах з подачею пилки траєкторія пильного диска може бути по дузі й прямолінійною. Пильний диск стосовно матеріалу розташовується зверху або знизу.

Всі верстати для поперечного розкрою називаються торцювальними. До торцювальних верстатів з подачею пилки по дуговій траєкторії відносяться балансирні й маятникові. Найбільше поширення мають торцювальні верстати з прямолінійним надвигом пилки на матеріал, до яких відносяться шарнірні і супортні. Супортні торцювальні верстати забезпечують більше точне розпилювання, ніж шарнірні.

На круглопилкових **верстатах для поздовжнього розкрою** здійснюють поздовжній розкрій пиломатеріалів і заготовок (рис. 12.1, *в, г*). Випилювання з однієї широкої заготовки за один прохід одночасно декількох брусків або рейок виконується на багатопилкових верстатах. Пильні вали цих верстатів можуть мати дві, три, п'ять пилки і більше.

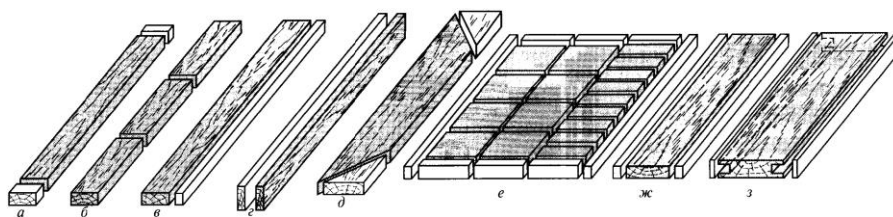


Рисунок 12.1. Види обробки на круглопилкових верстатах: *а* – торцювання заготовки; *б* – розкрій кратної заготовки по довжині; *в* – поздовжнє розпилювання по ширині; *г* – реброве розпилювання; *д* – розпилювання під кутом; *е* – розкрій плитних матеріалів; *ж* – обпилювання крайок щитів; *з* – обпилювання крайок і вибірка пазів

При поздовжньому розкроювання використовують переважно зустрічне пиляння. При такому пилянні (рис. 12.2, б) сила різання F_n діє від пилки вгору і сприймається притискними елементами 4.

Часто потрібно розпилювати матеріал не тільки в поперечному і поздовжньому напрямках, але і під косим кутом, як показано на рис. 12.1, д. Таке пиляння виконують на універсальних круглопилкових верстатах **для змішаного розкрою**.

Круглопилкові верстати для поздовжнього і змішаного розкрою бувають з ручною і механічною подачею матеріалу на пилку. Органами подачі можуть бути вальці, конвеєри і каретки.

Залежно від вимог до якості обробки деталей виконують попередній і чистовий (остаточний) розкрій на спеціально призначені для цього верстатах.

Попередній розкрій листових матеріалів і плит на щитові деталі (рис. 12.1, е) виконують на *форматно-розкрійних* верстатах, а обрізку крайок (рис. 12.1, ж) – на *форматно-обрізних* верстатах. Якщо потрібно одержати деталі з профільними крайками (рис. 12.1, з), то форматно-обрізні верстати оснащують додатково профільними фрезами.

Для форматно-обрізних верстатів головний параметр - найбільший розмір плит, що розкроюються. Найбільша товщина матеріалу, що розпилюється, визначає інший параметр верстата - потужність привода механізму різання. Для підвищення продуктивності деякі верстати для попереднього (чорнового) розкрою плит розпилюють одночасно набір плит в пачці загальною товщиною до 80 мм.

Випилювання деталей підвищеної якості, облицьованих натуральним шпоном, паперово-шарувальним пластиком або ламінатом, виконують на верстатах **для чистового розкрою**. При цьому використовують одночасно дві встановлені в одній площині пилки (рис. 12.2, в). Перша підрізна пилка 5 малого діаметра при попутній подачі прорізає паз на глибину 2–3 мм. На вході зубів у матеріал сила різання F_{n1} притискає лицьовальний шар до масиву, і відколи на крайці деталі виключаються. Друга основна пилка при зустрічній подачі прорізає частину товщини деталі, що залишилася. Причому поверхня, оброблена цією пилкою, повинна збігатися з площиною пропила підрізної пилки. Точне розташування дисків пилок в одній площині забезпечують регулюванням підрізної пилки вздовж осі обертання вала.

Швидкість різання на круглопилкових верстатах встановлюють постійною (50–70 м/с), а швидкість подачі регулюють залежно від товщини матеріалу l і вимог до якості пиляної поверхні (при поперечному або змішаному розпилюванні 1,2–25 м/хв і поздовжньому розпилюванню 15–45 м/хв і більше).

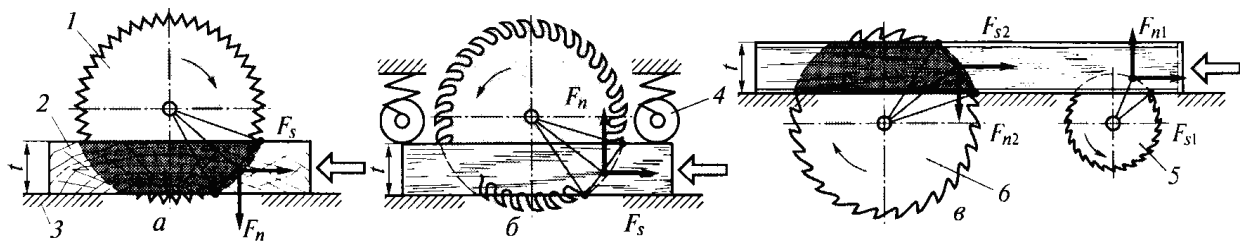


Рисунок 12.2. Схема пиляння з верхнім (а, б) і нижнім (в) розташуванням пилки: 1 – пилка; 2 – заготівка; 3 – базувальний елемент верстата; 4 - притискний елемент; 5 - підрізна пилка; 6 - основна пилка; F_n - вертикальна складова сила різання; F_s - горизонтальна складова сила різання

По числу одночасно працюючих пилок верстата можуть бути одно-, дво-, і багатопилкові.

Верстати, на яких можна розкрюювати матеріал в усіх напрямках - вздовж, поперек і під кутом, називаються універсальними.

По призначенню верстата для поздовжнього пиляння підрозділяються на наступні основні групи:

- обрізні однопилкові з вальцово-дисковою подачею для обрізки однієї крайки в необрізних дощок або поздовжнього розкрою дощок і заготівок;
- прирізні одно- або багатопилкові з гусеничною подачею для точної прирізки дощок і заготівок по ширині;
- багатопилкові верстати з вальцовою подачею для розкрою дощок і заготівок на планки і рейки;
- реброві верстати з вальцовою подачею для розкрою товстих дощок і заготівок на тонкі одинарні.

2. Верстати для поперечного розкрою

Конструкція верстатів. Залежно від виду поперечного розкрою розрізняють круглопилкові верстати для попереднього торцювання дощок по довжині на заготівки і остаточне чистове торцювання деталей для одержання точного розміру.

Круглопилкові **верстати для попереднього торцювання** дощок бувають з верхнім розташуванням і прямолінійним переміщенням пилки або з шарнірно-важільною підвіскою.

Торцювальний верстат з верхнім розташуванням і прямолінійним переміщенням пилки (рис. 12.3) призначений для поперечного пиляння дощок, брусів і щитів, а також для вибірки пазів. У верхній частині колонки 7 верстата на підшипникових опорах-роликах встановлений пильний супорт 5. Колонка переставляється по висоті маховичком 11 і кріпиться рукояткою 12. Супорт подається від гідроциліндра 6 натисканням на педаль 10. До супорта прикріплений електродвигун 3, на вал якого встановлена кругла пилка 2. Заготівки базуються на столі 13 з роликами, напрямною лінійкою 4 і торцевими відкидними або втоплюваними упорами.

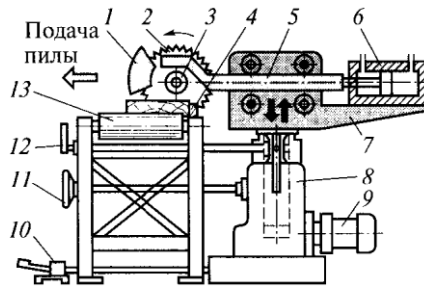


Рисунок 12.3. Торцювальний верстат з прямолінійним переміщенням пилки: 1 – огороження; 2 – пилка; 3 – електродвигун; 4 – напрямна лінійка; 5 – супорт; 6 – гідроциліндр; 7 – колонка; 8 – станина; 9 – електродвигун гідроприводу подачі; 10 – педаль; 11 – маховичок підйому колонки; 12 – рукоятка затискача колонки; 13 – стіл з роликами

Круглопилкові **верстати для чистового торцювання** заготовок бувають двосторонні (кінцевирівнювальні) для одночасної обробки двох торців заготовок і з додатковими фрезерними головками для вибірки профілю на крайках щитових деталей.

Кінцевирівнювальний верстат з додатковими фрезерними супортами для вибірки профілю на крайках щитових деталей показаний на рис. 12.4. До ланок двох конвеєрних ланцюгів 7 прикріплені упори 9. Ланцюги сковзають по напрямній 8 і приводяться в рух валом 1 через ланцюгову передачу 2, черв'ячний редуктор 3, що обертається від електродвигуна 4 з регульованою частотою обертання. Базування матеріалу здійснюється попередньо по ходу подачі крайкою заготовки, що притискається до упорів приводними притискними ремнями 5. Привод ремнів через зубчасту передачу і телескопічну карданну передачу здійснюється від вала 1. Швидкість ремнів роблять трохи більше швидкості ланцюгів для створення надійного притиску крайки заготовки до упорів.

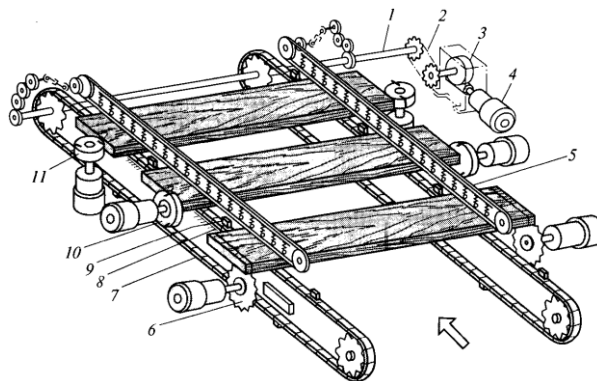


Рисунок 12.4. Кінцевирівнювальний верстат з додатковими фрезерними супортами: 1 – вал; 2 – ланцюгова передача; 3 – черв'ячний редуктор; 4 – електродвигун; 5 – притискний ремінь; 6 – пилка; 7 – конвеєрний ланцюг; 8 – напрямна; 9 – упор; 10, 11 – фрези

При торцювання брусків деталей привод притисків відключають, і їх рух здійснюється за рахунок зчеплення з заготівкою. В цьому випадку упори ланцюгів, що рухаються, штовхають заготівку на різальних інструмент.

Круглі пилки 6, горизонтальні 10 і вертикальні 11 фрези закріплені на валах електродвигунів, що обертаються з частотою 3000 об/хв, які встановлені на супортах. Кожний двокоординатний супорт забезпечує переміщення різальних інструмент по вертикалі й горизонталі залежно від товщини і довжини торцуємої деталі. Праві супорти разом з правим конвеєрним ланцюгом змонтовані на колонку, яку можна переставляти на довжину заготівки (від 200 до 2000 мм) по напрямній станини верстата.

3. Верстати для поздовжнього розкрою

Конструкція верстатів. В деревообробному виробництві для поздовжнього розкрою пиломатеріалів на заготівки застосовують круглопилкові верстати з роликкодисловою і конвеєрною подачею.

Круглопилкові верстати з роликкодисловою подачею (рис. 12.5) призначені для пиляння крайок в необрізних дощок або рейок і поздовжнього розкрою пиломатеріалів на чорнові заготівки. Верстат містить в собі станину 7, шпindel з пилкою 8, стіл 9 і механізм подачі, що складається з нижнього вальця 6, встановленого поперед пилки, і нижнього заднього вальця 10. Вальці розміщені під столом і незначно виступають над його робочою поверхнею. Зверху на станині змонтовані два хитні важелі 2, на кінці яких встановлені передній зубчастий ролик 3 і задній рифлений ролик 1 з розклинювальним диском збільшеного діаметра. Розклинювальний диск входить в утворений пропил, розводить в сторони відпилювані частини заготівки і запобігає защемленню пилки.

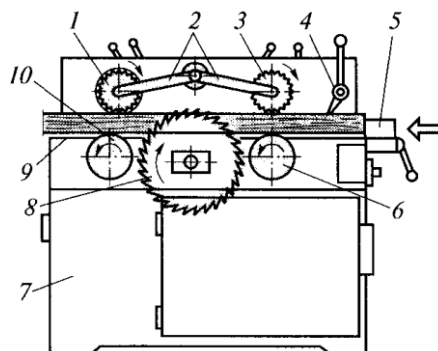


Рисунок 12.5. Круглопилковий верстат з роликкодисловою подачею: 1 – рифлений ролик з розклинювальним диском; 2 – важелі; 3 – передній зубчастий ролик; 4 – кігтевий захист; 5 – напрямна лінійка; 6, 10 – нижні вальці; 7 – станина; 8 – пилка; 9 – стіл

Поперед верстата встановлений кігтевий захист 4, що запобігає викид заготівки вбік, протилежний подачі. Для виготовлення деталей необхідної ширини служить переставна напрямна лінійка 5. У верстаті передбачена можливість установки двох або трьох пилок на відстані до 150 мм від корінної пилки (з кроком 5 мм). При наявності другої і третьої пилок на

верхньому механізмі подачі монтують додатково набір зубчастих дисків і задні розклинювальні ножі.

Верстати з конвеєрною подачею бувають однопилкові прирізні і багатопилкові з п'ятьма або десятьма пилками. Деякі верстати додатково оснащують вбудованим конвеєром для повернення і повторного пиляння частини заготовки, що залишилася.

На рис. 12.6 показаний *однопилковий прирізний верстат з конвеєрною подачею*. Притискний супорт 12 виконаний у вигляді коробки, в якій розміщені притискні ролики 10, що забезпечують притиск заготовки попереду і позаду пилки. Механізм подачі виконаний у вигляді гусеничного конвеєра 7 з чавунних ланок, шарнірно прикріплених до роликотулочного ланцюга. Конвеєр встановлений на дві зірочки (туєри), причому задня зірочка приводиться в обертання через варіатор від електродвигуна. Швидкість конвеєра регулюється варіатором безступінчасто від 8 до 60 м/хв.

При русі конвеєр сковзає по текстолітових напрямних, розташованих в поглибленні стола 9, і піднімається на 5...6 мм над його робочою поверхнею. На поверхні ланок перебувають рифлі для надійного зчеплення їх з розпилюваним матеріалом.

В середній частині робочої поверхні конвеєра профрезерована поздовжня канавка, в яку з зазором входять зуби пилки.

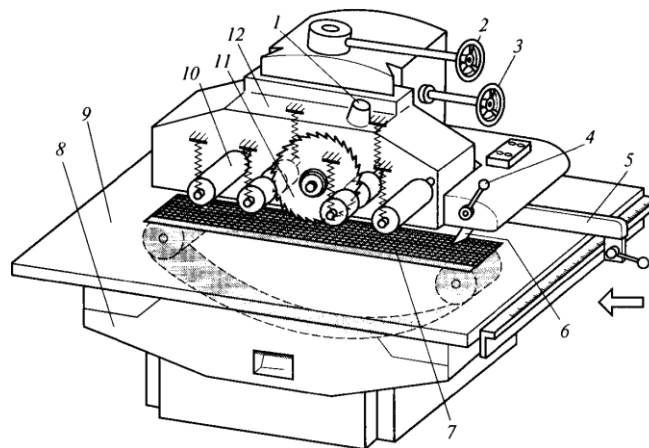


Рисунок 12.6. Однопилковий прирізний верстат з конвеєрною подачею: 1 – патрубок; 2 – маховичок настроювання притискного супорта; 3 – маховичок настроювання пильного супорта; 4 – рукоятка підйому кігтевого захисту; 5 – напрямна лінійка; 6 – кігтевий захист (хитний упор); 7 – конвеєр; 8 – станина; 9 – стіл; 10 – притискний ролик; 11 – пилка; 12 – супорт притискних роликів

Це забезпечує пиляння заготовки на всю її товщину. Для запобігання викиду розпилюваної заготовки з верстата на його передній частині закріплені хитні упори 6, які називають кігтевим захистом. Якщо необхідно

звільнити заготівку, упори піднімають рукояткою 4. Для видалення ошурок служить патрубок 1, що приєднують до системи видалення відходів обробки матеріалів.

По конструкції *багатопилкові верстати* відрізняються від однопилкових наявністю блоку пилки, встановлених на одному валу. Відстань між пилками визначає розмір дощечок, що випилюються, і досягається установкою проміжних шайб необхідної товщини. Для пиляння дошки на всю товщину і можливості вільної зміни пилки застосовують «пірнальний» конвеєр. Конвеєр сковзає по двох напрямних, які мають невеликий вигин в зоні пильного вала і забезпечують відповідне поглиблення (пірнання) ланок конвеєра під пилками. Пильний вал багатопилкових верстатів приводиться в обертання від потужного електродвигуна через клинопасову передачу, а швидкість подачі можна регулювати безступінчастим приводом.

4. Верстати для попереднього розкрою листових матеріалів

Види верстатів. Деревообробна промисловість випускає деревинностружкові плити, деревинноволокнисті плити, фанеру й інші широкоформатні листові матеріали. Плити розкроюють на однопилкових верстатах роздільно або на високопродуктивних багатопилкових верстатах в пакеті по чотирьох плити і більше спільно.

Для обрізки меблевих щитів з чотирьох сторін і розкрою листових матеріалів використовують верстати ЦТЗ (трьохпилковий) і ЦТ4Ф (чотирьохпилковий).

Плити розміром 1850×3750 мм розрізують на верстаті ЦТМФ з програмним управлінням, форматну обробку щитових деталей виконують на верстатах ЦФ2М, а личковані плити розкроюють на верстатах ЦРЛ20 або ЦРЛ40.

Конструкція багатопилкових форматно-обрізних верстатів. На рис. 12.7 зображений трьохпилковий форматно-обрізний верстат, що складається зі зварної станини 11 з двома рейковими напрямними 12, закріпленими на стійках рами. На напрямних встановлена каретка 10 з розпилюваним матеріалом 9. Збоку верстата є пульт керування 13, гідростанція 14 і гідропривід 15. На траверсі 1 змонтовані два поздовжніх супорти 2 з пилками для поздовжнього пиляння і поперечний супорт 7 з пилкою 5 для поперечного пиляння.

Супорти дозволяють опускати або піднімати пилки маховичками 3 і 6 залежно від діаметра пилки і товщини розпилюваної пачки плит. Поздовжні супорти на траверсі на задану ширину деталей, що випилюють, встановлюють вручну за допомогою рукоятки через ланцюгову передачу. Подача супорта поперечного різання вздовж траверси здійснюється від гідромотора через систему блоків ланцюгом 8.

Каретка 10 являє собою зварну раму, зверху якої є настил з дерев'яних рейок для запобігання пошкодження пилок. Подача стола здійснюється від гідромотора через черв'ячний редуктор і систему блоків за допомогою троса, один кінець якого прикріплений до стола, а інший до станини (на рисунку не показаний).

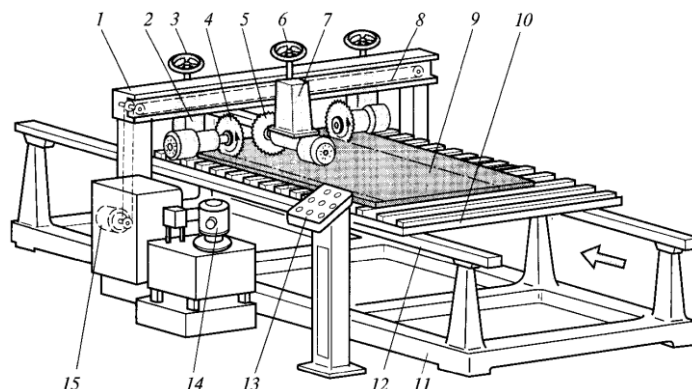


Рисунок 12.7. Трипилковий форматно-обрізний верстат: 1 – траверса; 2, 7 – супорти; 3, 6 – маховички; 4 – пилка поздовжнього різання; 5 – пилка поперечного різання; 8 – ланцюг; 9 – розпилюваний матеріал; 10 – каретка; 11 – станина; 12 – напрямна; 13 – пульт керування; 14 – гідростанція; 15 – гідропривід поперечного супорта

Для зупинки стола в заданому положенні є переставні черевики, встановлювані по лінійці залежно від довжини деталей, що випилюються. Для підвищення точності зупинки стола в необхідному положенні швидкість руху його знижується при підході черевика з кулачком до висувного упору. Це забезпечується автоматичним перемиканням режиму роботи гідроприводу, керованого шляховим кінцевим вимикачем.

Робочу швидкість стола і поперечного супорта регулюють дроселями, швидкість холостого ходу стола повинна бути не більше 25 м/хв. Поперечний супорт повинен переміщатися тільки після повної зупинки і фіксації стола на упорі. Це забезпечується спільним регулюванням дроселя, реле часу і положенням шляхового кінцевого вимикача.

Для роботи на форматно-обрізному верстаті двоє робітників укладають на стіл верстата розпалюваний щит вирівнюють і базують його по упорах або шаблону. Верстатник включає електродвигуни пильних супортів, потім привод гідростанції.

При русі вперед притискні валики автоматично опускаються і притискають щит до стола. При підході передньої крайки щита під лінію різання поперечного супорта швидкість стола вповільнюється, і він впирається у висувний упор. Після зупинки стола включається подача поперечного супорта і щит розпилюється. Потім висувний упор втоплюється, і стіл знову рухається вперед для виконання поздовжніх різів. При підході задньої

крайки щита під лінію різу відбуваються аналогічні операції.

По досягненні столом кінцевого положення притискні валики піднімаються і заготовка відкріпляється. Робітники складають готові деталі в штабель і забирають обрізки. Після збирання включають зворотний хід стола, і цикл обробки повторюється.

Форматно-розкрійний багатопилковий верстат з програмним керуванням (рис. 12.8) застосовують для чорнового розкрою пакетів неличкованих деревинностружкових, деревинноволокнистих або столярних плит розміром 3750×1850 мм на заготовки щитових деталей меблів. Верстат виконаний у вигляді двох послідовних ділянок для поздовжнього і поперечного розкрою.

Ділянка поздовжнього розкрою призначена для відпилювання смуг від пакета повноформатних плит. Він складається з гідравлічного піднімального стола 9, каретки 7 для завантаження і подачі пакета, пристрою 10 базування пакета, пильного супорта 13 для поздовжнього різання з пилкою 14, вісь обертання якої розташовується нижче робочої поверхні стола.

Ділянка поперечного розкрою містить в собі картку 17, направляючі 16 з важільним механізмом підйому їх від пневмоциліндра 15 і набір пильних супортів 2 для розкрою смуг на заготовки. Супорти встановлені на напрямні траверси 1 з можливістю настроювання вздовж траверси на заданий розмір заготовок, що випилюються. Кожний супорт оснащений шарнірно закріпленим на хитному важелі пильним шпинделем з пилкою 18. Важелі пилкою піднімається або опускається пневмоциліндром 19. Вихідне положення пилки - підняте.

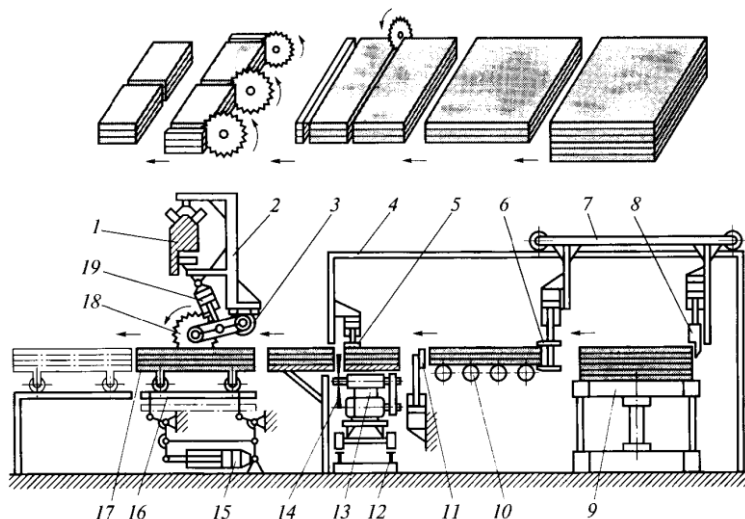


Рисунок 12.8. Схема форматно-розкрійного багатопилкового верстата: 1 – траверса; 2, 13 – супорти; 3 – електродвигун; 4, 12 – напрямні; 5 – притиск; 6 – затискачі-упори; 7 – завантажувальна каретка; 8 – штовхач; 9 – піднімальний стіл; 10 – пристрій базування пакета; 11 – упор; 14, 18 – пилки; 15, 19 – пневмоциліндри; 16 – піднімальні напрямні; 17 – каретка

Верстат працює в такий спосіб. Штабель плит, призначених для розкрою, встановлюють на піднімальний стіл. Після підйому штабеля до рівня завантаження пакета плит у верстат включають завантажувальний і подавальний пристрій верстата. Пакет плит загальною висотою до 65 мм просувається упорами на позицію базування і вирівнювання. Далі пакет захоплюється упорами-затискачами, просувається на позицію поздовжнього розкрою і закріплюється притиском. Спочатку обпилюється передня крайка плит. Для цього дається команда на включення привода пилки 14 і підйом пилки на висоту пиляння. Включається механізм подачі супорта, і крайки плит відпилюються. Наприкінці робочого ходу супорт з пилкою опускається, і відбувається зворотний хід пилки у вихідне положення. Потім пакет відкріплюється, просувається на ширину відпилюваної смуги і цикл поздовжнього супорта повторюється. Далі відпиляна смуга попадає на рухомий стіл каретки, за допомогою якої подається під траверсу з встановленими на ній пильними супортами.

5. Верстати для змішаного розкрою

Круглопилкові верстати для змішаного розкрою (універсальні) застосовують в деревообробних цехах для поздовжнього і поперечного пиляння, а також для пиляння під кутом дощок і брусків і для пиляння щитових деталей меблів. Верстати випускають з верхнім розташуванням пильного супорта на поворотному кронштейні або під столом всередині станини верстата. Деякі верстати постачають додатковими фрезерними супортами, що дозволяє фрезерувати зовнішній контур стулок, віконних рам і інших будівельних виробів.

На рис. 12.9 показаний універсальний круглопилковий верстат для змішаного розкрою з ручною подачею, пристрій і налагодження якого і роботу на якому ми і будемо розглядати.

Пристрій верстата. На станині 13 коробчастої форми закріплений стіл 2 розміром 830×1200 мм, на передній частині якого встановлена напрямна лінійка 8, що забезпечує напрямок подачі матеріалу при поздовжньому пилянні. На столі є упорний знімний косинець 7, якому можна переміщати в Т-подібному пазу стола паралельно площини пилки при пилянні матеріалу під кутом від 45 до 135°. Пилка 4 кріпиться на валу електродвигуна 5, що встановлений всередині станини на хитній підмоторній плиті. Піднімають і опускають пилку маховичком 12 через важільно-гвинтовий механізм. До стола верстата кріпиться огородження 6 з кігтевим захистом 7. Позаду в площині диска пилки укріплений на підмоторній плиті розклинювальний ніж 3.

Для поперечного пиляння пиломатеріалів і обрізки меблевих щитів призначена каретка 14 зі столом 17. Каретка встановлена на роликах з можливістю переміщення (хід каретки 1000 мм) по напрямній 18 паралельно

площині пилки. Вона має притиск 11 для закріплення матеріалу, що розпилюється.

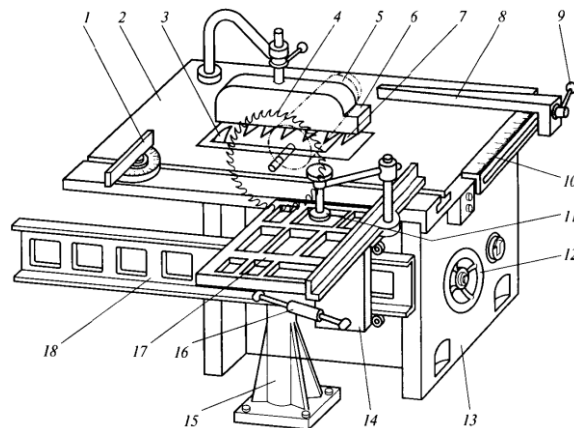


Рисунок 12.9. Універсальний круглопилковий верстат для змішаного розкрою: 1 – косинець; 2 – стіл; 3 – розклинювальний ніж; 4 – пилка; 5 – електродвигун; 6 – огороження; 7 – кігтевий захист; 8 – напрямна лінійка; 9 – рукоятка фіксатора; 10 – лінійка; 11 – притиск; 12 – маховичок підйому пилки; 13 – станина; 14 – каретка; 15 – стійка; 16 – стяжка; 17 – стіл каретки; 18 – напрямна

6. Верстати для чистового розкрою плитних матеріалів

Якісний розкрій плитних матеріалів, облицьованих натуральним шпоном, паперошаровим пластиком, синтетичними плівками (ламінатом, меламіном), виконують на круглопилкових верстатах з додатковою підрізною пилкою. Залежно від розмірів матеріалу, що розпилюється, верстати оснащують каретками з базувальним столом і довжиною ходу від 2000 до 5000 мм. Для випилювання деталей зі скошеними крайками випускають верстати з нахиленим пильним агрегатом.

Основна вимога до верстатів - виключення сколів на краях деталі, забезпечення прямолінійності різку і точність формованого розміру. Тому основні частини верстата повинні мати підвищену точність і жорсткість. В великогабаритних верстатах згинна жорсткість забезпечується заливанням зварної конструкції станини спеціальним бетоном, що істотно підвищує точність обробки і знижує рівень шуму при пилянні.

Пристрій верстата для чистового розкрою плитних матеріалів (рис. 12.10). Складається зі станини 16, пильного агрегату, основної каретки 4 і додаткової каретки 17. На каретках встановлена поперечна лінійка 1 з упорами 3 і кутова лінійка 12.

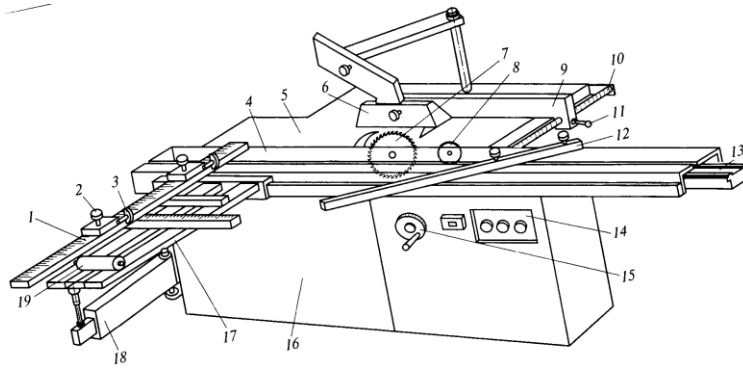


Рисунок 12.10. Верстат для чистового розкрою плитних матеріалів: 1 - поперечна лінійка; 2 - фіксатор упору; 3 - упор; 4 - основна каретка; 5 - стіл; 6 - огороження з кігтевим захистом; 7 - основна пилка; 8 - підрізна пилка; 9 - паралельна лінійка; 10 - напрямна; 11 - рукоятка фіксатора; 12 - кутова лінійка; 13 - основа каретки; 14 - пульт керування; 15 - маховичок нахилу пилки; 16 - станина; 17 - додаткова каретка; 18 - телескопічний кронштейн; 19 - опорний ролик

Праворуч від пилки є нерухомий стіл 5, на якому встановлена базувальна лінійка 9, паралельна подачі матеріалу. Лінійку можна переміщати вручну на задану ширину випилюваної деталі. Ексцентриковий затискач з рукояткою 11 забезпечує фіксацію лінійки в необхідному положенні. В інших верстатах базувальну лінійку оснащують механізмом автоматичного переналагодження в задане положення по команді оператора з пульта керування.

Пильний агрегат виконаний у вигляді єдиного блоку основної пилки 7 з напрямним ножем і додатковою підрізною пилкою 8. Зверху над пилками встановлене огороження 6 з кігтевим захистом і патрубком для приєднання до системи видалення відходів.

Принципова кінематична схема роботи пильного агрегату показана на рис. 12.11.

При роботі основної пилки 1 пильний вал 4 обертається з частотою 3000, 4000, 5000, 6000 об/хв через пасову передачу від електродвигуна 5. Частоту обертання змінюють перестановкою приводного ремня на багатоступінчастих шківів рукояткою вручну. В інших конструкціях верстатів застосовують спеціальний привод безступінчастого регулювання частоти в діапазоні 2500-6000 об/хв, що дозволяє правильно вибрати швидкість різання залежно від виду матеріалу і якості пиляння.

При *настроюванні основної пилки* виступ h_1 над столом верстата здійснюється поворотом платформи 2 разом з приводом пилки щодо горизонтальної осі 6. Поворот платформи забезпечує механізм позиціонування 19, що містить кроковий електродвигун 22, передачу зубчастим ременем 21 і прецизійну кулькову гвинтову передачу 23. Вихідні

кінці механізму позиціонування прикріплені через шарніри відповідно до корпусу 20 пильного агрегату і поворотній платформі 2. Величина виступу пилки вимірюється датчиком 3 і відображається на пульті керування верстатом.

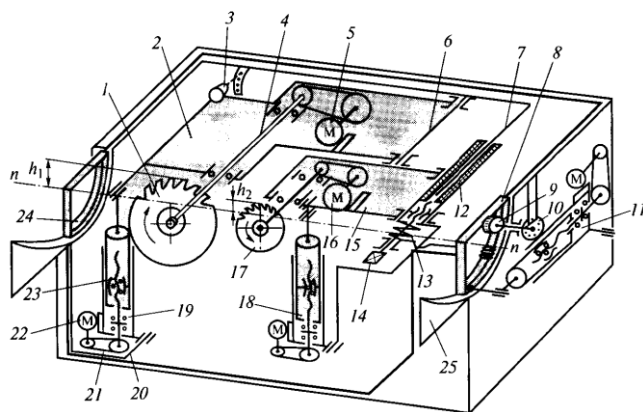


Рисунок 12.11. Кінематична схема пильного агрегату: 1 – основна пилка; 2 – платформа; 3 – датчик виступу пилки; 4 – вал; 5, 16 – електродвигуни; 6, 7 – осі; 8, 24 – сектори; 9 – шестерня; 10 – датчик нахилу пилок; 11, 18, 19 – механізми позиціонування; 12 – гільза; 13 – пружина; 14 – гвинт; 15 – плита; 17 – підрізна пилка; 20 – корпус агрегату; 21 – зубчастий ремінь; 22 – електродвигун механізму позиціонування; 23 – гвинтова передача; 25 – напрямна станини

Підрізна пилка має підвищену частоту обертання 6000 або 8000 об/хв. Вал пилки 17 з приводним електродвигуном 16 встановлений на поворотній плиті 15.

Основна каретка призначена для розкрою матеріалу на смуги необхідної ширини, а також випилювання косокутних деталей з використанням змінної кутової лінійки. Залежно від умов обробки каретку можна фіксувати в крайніх або середніх положеннях фіксатором.

Пристрій основної каретки показано на рис. 12.12. Корпусні деталі каретки виконані з алюмінієвого сплаву для зниження маси і підвищення легкості ходу при реверсі і нерівномірній подачі каретки. Після установки каретки на основу збірна конструкція має поперечний переріз у вигляді закритого профілю, що запобігає напрямні від попадання пилу і відходів пиляння. Правий край корпусу каретки зі скошеною крайкою дозволяє нахилити пилку від 7° до 45° . На столі каретки є Т-подібні пази 6 для установки і кріплення змінної кутової лінійки і притискних елементів, а збоку прикріплена кругла напрямна 15 для прямолінійного руху додаткової каретки.

Змінні напрямні 1 мають в перетині V-подібну або круглу форму і закріплені всередині рухомого корпусу 14 каретки. Ці напрямні опираються

на групу базувальних роликів 4, осі 2 яких змонтовані на візку 3. Інші напрямні симетрично прикріплені до нерухомої основи 13 каретки. Збоку корпусу каретки на ексцентрикових осях встановлені додаткові притискні ролики 5, які опираються на стельові буртики основи. Ці ролики створюють силове замикання в конструкції і запобігають перекиданню каретки при позacentровому навантаженні. Силу притиску роликів можна регулювати, змінюючи кутове положення ексцентрикових осей.

Паралельність ходу каретки диску пилки 7 встановлюється регулювальним гвинтом 10. Після чого основа каретки знизу фіксується на станині верстата гайкою 11.

Додаткова каретка монтується на основній каретці і використовується при розкроюванні смуги на деталі заданого розміру (рис. 12.12). Вона виконана у вигляді рами і опирається на телескопічний поворотний кронштейн 18. Таке виконання запобігає перекиданню каретки і знижує масу верстата. На додатковій каретці встановлена поперечна лінійка 1 з переставними упорами 3 і опорний ролик 19 для легкого переміщення заготовки при базуванні і зніманні. Лінійку іноді роблять телескопічною, що дозволяє при висунутому положенні торцювати довгі заготовки, а при обробці невеликих деталей зменшувати габарити робочого місця.

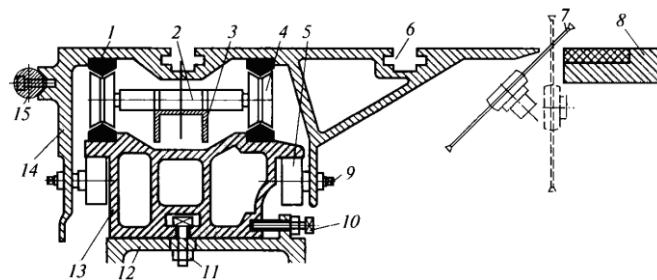


Рисунок 12.12. Пристрій основної каретки: 1 – напрямна; 2 – вісь; 3 – візок; 4 – базувальний ролик; 5 – притискний ролик; 6 – паз; 7 – пилка; 8 – стіл верстата; 9 – ексцентрикова вісь; 10 – регулювальний гвинт; 11 – гайка; 12 – станина; 13 – основа каретки; 14 – корпус каретки; 15 – напрямна додаткової каретки

7. Продуктивність круглопилкових верстатів

Під час розрахунку продуктивності круглопилкових верстатів обов'язково треба спиратись на принципову схему роботи тієї чи іншої моделі верстата.

Для прохідної схеми роботи верстата його продуктивність у погонних метрах за зміну розраховується за формулою:

$$Q = v_s T K_n K_{BZ},$$

де v_s – швидкість подачі, м/хв.; T – тривалість робочої зміни, хв.; K_n –

коефіцієнт продуктивності; K_B – коефіцієнт використання верстата (робочого часу); z – кількість деталей, що обробляються одночасно.

Якщо необхідно одержати продуктивність верстата в штуках деталей за зміну, її вираховують за формулою:

$$Q_{шт} = \frac{v_s T K_{\Pi} K_M z}{L m}$$

де L – довжина деталі, м; m – кількість проходів заготовки на виготовлення однієї деталі.

Якщо продуктивність вираховується в м³/зм., тоді:

$$Q_v = Q_{шт} V_0,$$

де V_0 – об'єм однієї деталі, м³.

Користуючись попередніми формулами, розраховують продуктивність верстатів з вальцевими або конвеєрними механізмами подачі. Якщо подача здійснюється візком чи рухомою платформою під час розпилювання колод, брусів, продуктивність, м³/зм., розраховують за формулою:

$$Q = \frac{T K_B V_0}{t}$$

де t – час на розпилювання однієї колоди (заготовки), хв.:

$$t = t_3 + t_n m_n + L m_p \left(\frac{1}{v_s} + \frac{1}{v_{sx}} \right),$$

де t_3 – час завантаження колоди, хв.; t_n – час на перевертання колоди, хв.; m_{Π} – кількість перевертань колоди; m_p – кількість різів на одну колоду; L – довжина колоди, м; v_s і v_{sx} – швидкість робочого і зворотного ходу візка, м/хв.

Торцювальні верстати працюють як за позиційною, так і за прохідною схемами. Продуктивність, шт./зм., торцювальних позиційних верстатів визначають за формулою:

$$Q = T K_B (n - m),$$

де n – кількість різів за хвилину (дані беруть з технічної характеристики верстата); m – додаткові різі на видалення дефектних місць і вирівнювання торців ($m = 1-2$ різі).

Якщо не відомо значення “ n ”, тоді продуктивність можна розрахувати за іншою формулою:

$$Q = \frac{T K_B}{t_{\Pi}},$$

де t_{Π} – тривалість циклу торцювання однієї заготовки, хв.:

$$t = t_{3.P.} + t_p + t_d,$$

де $t_{3.P.}$ – час завантаження, розвантаження, базування, хв.; t_p – час різання, хв.; t_d – час на допоміжні операції, хв.

Продуктивність, шт./зм., торцювальних верстатів прохідного типу (кінцевирівнювачів) визначають за формулою:

$$Q = \frac{TV_s K_B K_{Z_1}}{l}$$

де K – коефіцієнт заповнення ланцюгів; z_1 – кількість деталей між упорами ланцюга; l – відстань між упорами конвеєрного ланцюга, м.

Продуктивність, шт./зм., форматно-обрізних верстатів визначаються за формулою:

$$Q = \frac{Tz}{t_{3.P.} + t_{noz} i_{noz} + (t_n + t_{non}) i_{non} + t_{xx}}$$

де z – кількість одночасно розпилюваних плит; $t_{3.P.}$ – час завантаження і знімання, хв.; t_{noz} – час поздовжнього розпилювання, хв.; i_{noz} – кількість переходів поздовжнього розпилювання; t_n – час позиціонування, хв.; $t_{поп}$ – час поперечного розпилювання, хв.; t_{xx} – час холостого ходу каретки, хв.; i_{non} – кількість переходів поперечного розпилювання.

Контрольні питання

1. Які технологічні операції виконують на круглопилкових верстатах?
2. Які типи пилок використовують для поперечного, поздовжнього і змішаного розкрою деревини?
3. Як влаштований і працює однопилковий торцювальний верстат?
4. В чому полягає налагодження кінцевирівнюального верстата?
5. Які складові частини має круглопилковий верстат для поздовжнього розкрою?
6. Розкажіть про вимоги, пропоновані до точності деталей, що випилюються.
7. Як працює багатопилковий розкрійний верстат?

Лекція 13

ПОЗДОВЖНЬО-ФРЕЗЕРНІ ВЕРСТАТИ

1. Призначення і види поздовжньо-фрезерних верстатів.
2. Фугувальні верстати.
3. Рейсмусові верстати.
4. Чотирибічні поздовжньо-фрезерні верстати.

1. Призначення і види поздовжньо-фрезерних верстатів

На поздовжньо-фрезерних верстатах обробляють пласти і крайки брускових деталей методом фрезерування вздовж волокон. Розрізняють наступні види обробки на поздовжньо-фрезерних верстатах (рис. 13.1).

Створення на одній з граней заготовки плоскої поверхні,

використовуваної при подальшій обробці як технологічна база (рис. 13.1, а, б), здійснюється на *однобічних фугувальних верстатах*. При фрезеруванні заготовок одночасно з двох суміжних сторін для одержання прямого кута між ними (рис. 13.1, в) застосовують *двосторонні фугувальні верстати*.

Обробка деталей на заданий розмір по товщині (рис. 13.1, г, д) виконується на *рейсмусових верстатах*, причому на однобічних рейсмусових верстатах обробляють одну верхню пластів деталі (рис. 13.1, д), а на двосторонніх – одночасно дві пласти (рис. 13.1, г).

Обробка деталі з чотирьох сторін за один прохід для одержання заданих розмірів і профілю поперечного перерізу (рис. 13.1, е, ж) виконується на чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатах.

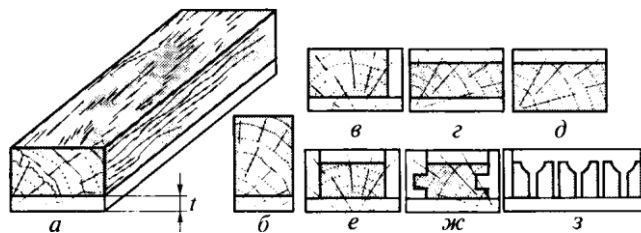


Рисунок 13.1. Види обробки на поздовжньо-фрезерних верстатах: а, б, в – фугувальних; г, д – рейсмусових; е, ж, з – чотирибічних

Якщо потрібно одержати одночасно кілька деталей або обробити деталі зі складним профілем поперечного перерізу (рис. 13.1, з), застосовують *чотирибічні поздовжньо-фрезерні верстати з калечним супортом*, на якому додатково встановлюють круглу пилку або фрезу.

Дошки, бруски і заготовки, що надходять на поздовжньо-фрезерні верстати, одержують в результаті розкрою пиломатеріалів, столярних плит і фанери на стрічопилкових або круглопилкових верстатах.

При розкрої, сушінні і зберіганні можливі відхилення форми заготовки від форми правильного паралелепіпеда: непрямолінійність або непаралельність граней, неперпендикулярність суміжних поверхонь, пожелобленість, хвилястість, а також різнотовщинність заготовок в одній партії.

Граничні відхилення розмірів і допустимі відхилення форми заготовок регламентовані стандартами. Так, для заготовок хвойних порід поздовжня пожелобленість по пластів та крайці, а також крилатість характеризуються стрілою прогину, що повинна бути не більше 0,2% довжини заготовки. Поперечна пожелобленість визначається стрілою прогину, що повинна бути не більше 1 % ширини заготовки.

Параметр шорсткості $R_{m_{max}}$ не повинен перевищувати 1250 мкм.

Нестандартні заготовки неправильної форми з більшими припусками по товщині часто є причиною браку при обробці і поломки верстата. Такі заготовки варто відбраковувати.

2. Фугувальні верстати

Фугуванням називають процес фрезерування на верстаті, при якому обробляється та поверхня заготовки, що базується.

Фугувальні верстати (рис. 13.2) призначені для формування методом фрезерування геометрично плоскої обробленої поверхні на пожолоблених брусках, дошках, щитах. Одержувана плоска поверхня служить технологічною базою при наступній обробці заготовки. Таким чином, фугувальні верстати призначені для формування базових поверхонь заготовок.

Найбільше часто фугувальні верстати виконуються з ковзним базуванням і подачами вальцьовою (позначається СФА), конвеєрною (СФК) і ручною (СФ). Верстати випускаються для обробки заготовок з максимальною шириною 250; 400 і 630 мм. Зазначені ширини заготовок в моделі верстата позначаються відповідно цифрами 3; 4 і 6. В даний час випускаються фугувальні верстати моделей СФ3-3; СФ4-1А; СФ6-1А; СФА4-1А; СФК4-1 і ін.

На рис. 13.3 наведена компоновальна схема фугувального верстата з ручною подачею заготовки. На станині верстата 2 змонтований ножовий вал 5, з'єднаний пасовою передачею з електродвигуном 1. Ножовий вал може обертатися з частотою 5100 хв^{-1} . Крім того, на станині встановлені в ексцентрикових опорах 8 два горизонтальних столи: передній 6 і задній 3. Настановна базова площина заднього стола розташована відносно до окружності обертання ріжучих крайок лез ножового вала. Передній стіл 6 за допомогою рукоятки 7 може підніматися або опускатися на величину до 6 мм. Рукоятка 7 з'єднана з одним з валів ексцентрикових опор 8.



Рисунок 13.2. Фугувальний верстат

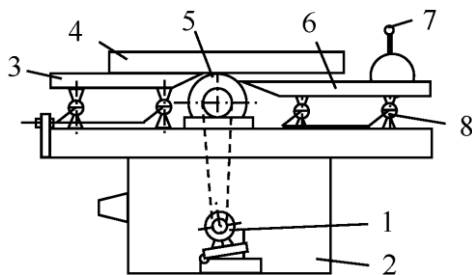


Рисунок 13.3. Схема фугувального верстата

На станині збоку від столів змонтована напрямна лінійка 4. Верстат оснащений приймачем для видалення деревної стружки і підпружиненим шторочним захисним огородженням, що опирається на столи і закриває ножовий вал.

Двосторонні фугувальні верстати. Підприємства деревообробного верстатобудування випускають також двосторонні фугувальні верстати з механічною подачею С2Ф3-3 і С2Ф4-1. Такі верстати дозволяють формувати в заготівки дві технологічні бази: головну технологічну базу по пласти заготівки і допоміжну - по бічній крайці під кутом 90°. Для цього описаний вище фугувальний верстат додатково оснащений вертикальним шпинделем з фрезерною головкою, а бічна напрямна лінійка виконана з двох частин: передньої лінійки, встановленої перед шпинделем, і задньої лінійки, площина якої торкається до окружності обертання лез фрезерної головки. Таким чином, вертикальний шпиндель верстата працює за принципом фугування і формує на заготівці бічну базову поверхню.

Конструкція верстатів. По найбільшій ширині оброблюваної заготівки фугувальні верстати бувають з шириною стола 250, 400 і 630 мм.

По кількості механізмів різання бувають верстати одно- і двосторонні. На двосторонніх верстатах фрезерують одночасно дві суміжні поверхні заготівки: пласть і крайку.

По типу подачі оброблюваного матеріалу розрізняють фугувальні верстати з ручною і механізованою подачею. Механізована подача здійснюється знімним автоподавачем або вбудованим у верстат конвеєрним механізмом подачі.

Для збору і видалення стружки і пилу верстати оснащені стружкоприймачами, що приєднуються до системи видалення відходів обробки матеріалів.

Однобічний фугувальний верстат показаний на рис. 13.4. На станині 10 коробчастої форми змонтовані ножовий вал 4, передній 7 і задній 1 столи і напрямна лінійка 3. Ножовий вал встановлений на шарикопідшипниках і має привод від електродвигуна через клиноремінну передачу. Електродвигун розташований на підмоторній плиті всередині станини. Для швидкої зупинки ножового вала є гальмо, що діє від електромагніта.

Для зміни товщини знімаемого шару, передній стіл 7 можна переміщати по висоті щодо ножового вала. Задній стіл 1 призначений для точного базування обробленої поверхні деталі. Його роблять нерегульованим, тобто жорстко прикріпленим до станини, або регульованим по висоті. При наявності механізму регулювання полегшується настроювання верстата. Напрямна лінійка 3 призначена для точного бічного базування заготівки. Вона виконана у вигляді вузької плити і встановлена на кронштейні 6. Її можна нахилити до робочої поверхні стола і переміщати по ширині верстата. Робоча зона ножового вала закрыта віяловим

огороженням 2. Оброблюваний матеріал подається вручну або обертовими роликми автоподавача зі швидкістю 8, 12, 16 і 24 м/хв.

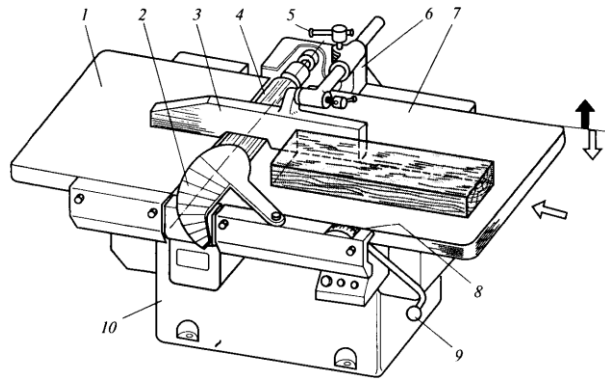


Рисунок 13.4. Однобічний фугувальний верстат: 1, 7 – столи; 2 – огороження; 3 – напрямна лінійка; 4 – ножовий вал; 5 – фіксатори кріплення напрямної лінійки; 6 – кронштейн; 8 – шкала; 9 – рукоятка настроювання стола по висоті; 10 – станина

Двосторонній фугувальний верстат з горизонтальним ножовим валом і вертикальним шпинделем призначений для одночасного фрезерування пласти і крайки заготовки. Верстат оснащений передніми і задніми бічними напрямними лінійками. Передню лінійку можна налаштовувати щодо вертикальної фрези на товщину припуску, що знімається з крайки. Вертикальний шпиндель приводиться в обертання від індивідуального електродвигуна, укріпленого на кронштейні позаду станини.

В інших конструкціях фугувальний верстат додатково оснащують шипорізною кареткою і різальним інструментом для фрезерування складного профілю деталі.

Фугувальний верстат з конвеєрним механізмом подачі виконаний у вигляді нескінченного ланцюга, надягнутого на зірочки, одна з яких приводна. До ланок ланцюга прикріплені підпружинені загострені металеві захвати для надійного зчеплення з верхньою пластю заготовки. Механізм подачі встановлений на двох стійках і може переміщатися по висоті від окремого електродвигуна через гвинтову і черв'ячну передачі.

3. Рейсмусові верстати

Рейсмусуванням називають процес фрезерування на верстаті, при якому обробляється поверхня заготовки, протилежна базувальній.

Рейсмусові верстати призначені для обробки методом циліндричного фрезерування брускових і щитових заготовок в розмір по товщині. В заготовок попередньо повинна бути створена методом фугування головна технологічна база. При рейсмусуванні заготовка своєю технологічною базою опирається на настановну базу стола верстата. Ножовий вал розміщується над столом. При переміщенні заготовки по столі

обертовий ножовий вал фрезерує верхню поверхню, формуючи плоску поверхню, паралельну базовій.

В країні випускаються рейсмусові верстати моделей СР3-7, СР4-2, СР6-10, СР8-2, СР12-3 і ін.

На рис. 13.5 наведена типова технологічна схема рейсмусового верстата. На станині 1 верстата встановлений стіл 3 з подавальними вальцями 2, а також кігтева завіса 11, підпружинені подавальні вальці, рифлений 10 і гладкий 4 і ножовий вал 7. Валець 10 виконаний секційним, що складається з декількох підпружинених кілець на загальному валу.

Стіл 3 при настроюванні на задану товщину оброблюваної деталі може підніматися або опускатися за допомогою гвинтів. Привод гвинтів може бути ручним і механічним.

Спереду і за ножовим валом 7 розташовані притискні елементи. Передній притискний елемент 8 виконаний у вигляді важкого чавунного ковпака, шарнірно закріпленого на осі 6 і спираючогося регулювальними гвинтами 9 на упори. Губка ковпака опирається на оброблювану поверхню заготовки і виконана секційною у вигляді ряду підпружинених зубів. Ширина зубів дорівнює 20 - 50 мм. Тиск кожного зуба на деревину становить 20 - 50 Н.

Передній притискний елемент виконує наступні функції:

- запобігає утворення довгих випереджальних тріщин в заготівці при фрезеруванні;
- виключає підкидання заготівки при її обробці;
- направляє стружку вбік її видалення;
- служить захисним огороженням ножового вала.

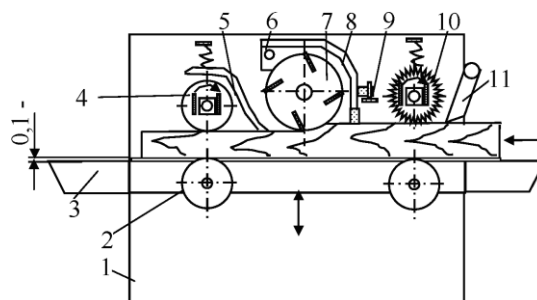


Рисунок 13.5. Схема рейсмусового верстата

Задній притискний елемент 5 забезпечує притиск заготовки до стола і запобігає попаданню стружки на гладкий валець 4. Валець додатково закритий зверху щитком. Якщо стружка потрапить на валець і буде підім'ята їм, то оброблена поверхня буде зіпсована.

При роботі у верстат можна подавати одночасно кілька заготовок, різновтовщинність яких може коливатися в межах 1 - 5 мм. Секційне виконання переднього верхнього вальця 10 і губки ковпака 8 забезпечує

можливість обробки таких заготівок.

Ножовий вал верстата може обертатися з частотою 3500 - 4500 хв⁻¹. Швидкість подачі на верстатах - 5 - 30 м/хв.

Загальний вид сучасних рейсмусових верстатів показаний на рис. 13.6.

Для одночасного площинного фрезерування протилежних пластей дощок, брусків, щитів на заданий розмір по товщині застосовуються двосторонні рейсмусові верстати С2Р8-3 і С2Р12-3 і імпорتنі серії ЕС. Двосторонні рейсмусові верстати створені для безперервної роботи в тяжких умовах. Вони забезпечують високу продуктивність, точність і якість обробки поверхні. Загальний вигляд імпортних верстатів серії ЕС показано на рис. 13.7.



Рисунок 13.6. Рейсмусові верстати



Рисунок 13.7. Двосторонній рейсмусовий верстат

Двосторонній рейсмусовий верстат має два ножових вали - нижній і верхній. Нижній ножовий вал працює за принципом фугування. Для цього перед ножовим валом розташований передній стіл, переміщуваний по висоті, а за ножовим валом - задній стіл, настановна площина якого проходить відносно до окружності обертання різальних крайок ножів.

Верхній ножовий вал встановлений над заднім столом верстата і працює за принципом рейсмусування. Для цього перед ножовим валом і за ним встановлені притискні елементи.

Конструкція верстатів. Рейсмусові верстати призначені для обробки брусків і щитових заготівок на задану товщину звичайно після створення в них технологічної бази на фугувальному верстаті.

По кількості ножових валів розрізняють верстати однобічні (з одним ножовим валом) і двосторонні (з двома ножовими валами). По найбільшій ширині оброблюваної заготовки верстати бувають з шириною стола 400, 630, 800 і 1250 мм. Частота обертання ножового вала звичайно не регулюється і для різних конструкцій перебуває в межах від 5000 до 6000 об/хв.

В рейсмусових верстатах швидкість подачі можна змінювати дискретно перемикачем багатшвидкісного електродвигуна і коробкою передач або регулювати безступінчасто варіатором в діапазоні від 8 до 30 м/хв.

Однобічний рейсмусовий верстат показаний на рис. 13.8. На суцільнолитій станині 15 коробчастої форми розташовані ножовий вал 4 і знімне пристосування 2 для заточення і прифугування ножів у ножовому валу. Стопорний пристрій з рукояткою 10 служить для фіксації ножового вала 4 при налагодженні. Механізм подачі містить передній приводний валець 6, встановлений перед ножовим валом, і задній валець 9, що забезпечує подачу готової деталі при виході її з верстата.

Перед переднім вальцем знаходиться кігтевий захист 7, що запобігає викид заготовки на робітника, а також обмежувальна планка, що не дозволяє подавати у верстат заготовки, в яких припуск на обробку перевищує допустимий. Привод вальців здійснюється від електродвигуна 14 через варіатор і редуктор 13. Перед ножовим валом встановлений притиск (стружко-ломач) 5, а за ножовим валом – задній притиск 3. В середній частині станини знаходиться стіл 11 з опорними роликами 12, призначеними для зменшення сил тертя заготовки об стіл.

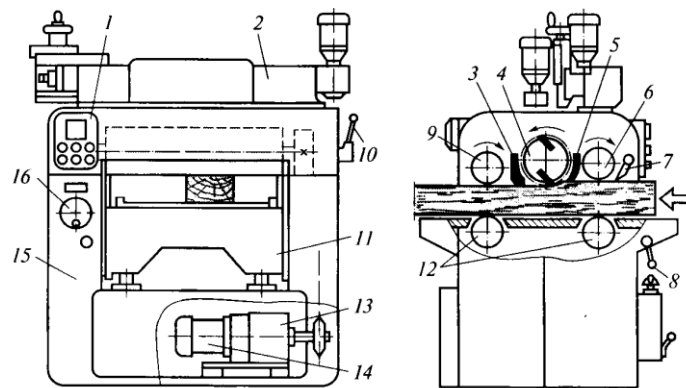


Рисунок 13.8. Однобічний рейсмусовий верстат: 1 – пульт керування; 2 – знімне пристосування; 3, 5 – притиски; 4 – ножовий вал; 6, 9 – вальці; 7 – кігтевий захист; 8 – рукоятка фіксування стола; 10 – рукоятка фіксатора ножового вала; 11 – стіл; 12 – опорні ролики; 13 – редуктор; 14 – електродвигун; 15 – станина; 16 – маховичок настроювання стола

Передній валець однобічного рейсмусового верстата роблять рифленим. Рифлі забезпечують гарне зчеплення і надійну подачу

оброблюваних заготовок у верстат. Крім того, секційний валець (рис. 13.9) виконують з набору кілець 3, вільно насаджених на загальний вал 1. В зазорі між кільцями і валом розміщені пружні елементи у вигляді гумових втулок-амортизаторів 2 або пружин. Вони дозволяють кільцям зміщатися незалежно одне від одного і відносно вала у вертикальній площині. Завдяки цьому можна обробляти одночасно кілька брусків заготовок з різним припуском.

Передній секційний притиск також складається з набору окремих елементів. Секції насаджені на вісь, навколо якої вони можуть повертатися. Кожна секція опирається на пружину.

Задній притиск виконаний у вигляді цільної чавунної балки з закругленим ребром, що встановлена на підпружинених важелях з можливістю повороту. Ребро балки притискає заготовку до стола і тим самим запобігає її вібрації, а також виконує роль шкребка, що знімає стружку з заготовки, щоб стружка не потрапила під гладкий подавальний валець і не виявилася втисненою в оброблену поверхню.

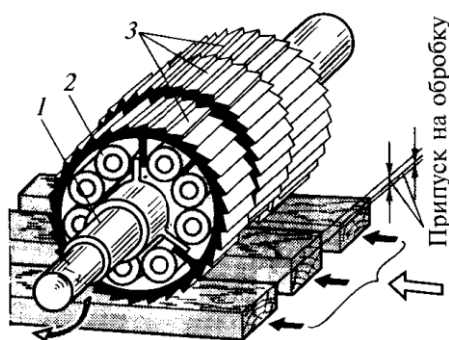


Рисунок 13.9. Рифлений секційний валець рейсмусового верстата: 1 – вал; 2 – гумова втулка-амортизатор; 3 – кільця

Для подолання більших сил опору подачі і запобігання пробуксовування у верстатах роблять приводними не тільки верхні, але і нижні опорні вальці.

В двостороннього рейсмусового верстата ножові вали розташовані послідовно по ходу подачі: спочатку нижній, що фугує, а потім верхній, що калібрує. Конструкція нижнього ножового вала аналогічна конструкції вала фугувального верстата.

4. Чотирибічні поздовжньо-фрезерні верстати

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

Брусків столярні деталі мають складний профіль поперечного перерізу і невеликі розміри. До них пред'являються вимоги високої точності

і якості обробки. Обробка їх ведеться на чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатах з точними і високооборотними шпинделями при невеликій швидкості подачі. Такі верстати називають калювальними. Перед роботою на калювальних верстатах в заготовок попередньо формують технологічні бази на фугувальних верстатах.

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

При обробці за фугувально-рейсмусовою схемою (рис. 13.10, *а*) заготовка базується чорною базою по передньому столі 1, а після фрезерування нижньої поверхні ножовим валом 2 подальше базування відбувається по задньому столі 3. Ножовий вал 4 фрезерує верхню поверхню заготовки.

При обробці заготовки на верстаті з дворейсмусовою схемою (рис. 13.10, *б*) чорнове базування заготовки відбувається нижньою поверхнею по передньому столі 1. Після створення верхньої чистової бази першим верхнім ножовим валом 4 заготовка притискається вгору і базується по задньому верхньому столі 3. Подальша обробка здійснюється знову методом рейсмусування ножовим валом 2.

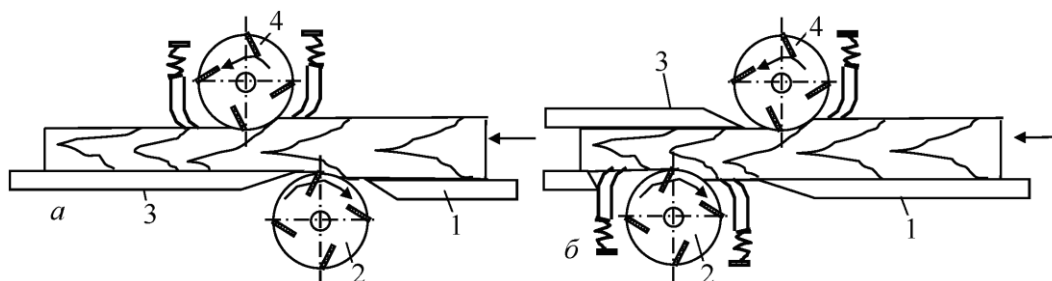


Рисунок 13.10. Схеми двостороннього фрезерування: *а* - фугувально-рейсмусова; *б* – дворейсмусова

На рис. 13.11 наведений чотирибічний поздовжньо-фрезерний верстат, що працює по фугувально-рейсмусовій схемі.

Заготовка чорною базою базується по передньому столі 1, що при настроюванні піднімається на товщину зрізаного шару. Заготовка подається приводними вальцями 2 і фрезерується ножовою головою 3. Отримана чистова база заготовки взаємодіє з заднім столом 6 і верхня поверхня заготовки фрезерується ножовою головою 7.

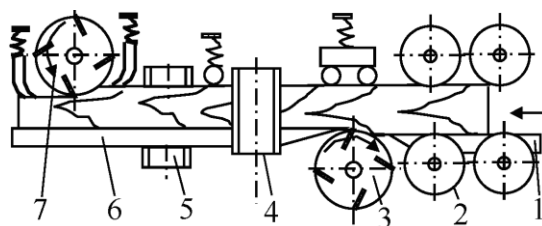


Рисунок 13.11. Схеми чотирибічного поздовжньо-фрезерного верстата

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

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

Загальний вигляд сучасного верстата показаний на рис. 13.12.

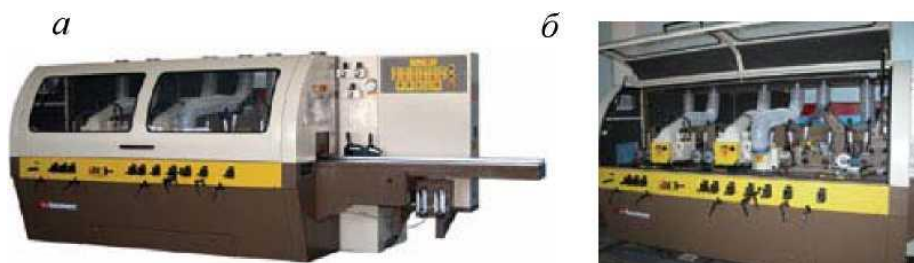


Рисунок 13.12. Чотирибічний поздовжньо-фрезерний верстат:

Конструкція верстатів. По найбільшій ширині оброблюваної заготовки чотирибічні поздовжньо-фрезерні верстати бувають з шириною стола 100-260 мм. Частота обертання шпинделів верстатів не регулюється і перебуває звичайно в межах від 4000 до 6000 об/хв. У верстатах загального призначення швидкість подачі можна змінювати дискретно перемикачем багатошвидкісного електродвигуна і коробкою передач або регулювати безступінчастим варіатором в діапазоні від 8 до 45 м/хв.

Паркетні дощечки обробляють на спеціальних паркетних верстатах з найбільшою шириною фрезерування 60 або 100 мм, а обробку дощок ведуть на високопродуктивних пропускних верстатах, швидкість подачі яких до 100 м/хв і більше.

Для механізації завантаження використовують магазинні завантажувальні пристрої, що пристроюють до верстата, або живильні спеціальні столи. Для розвантажувальних операцій верстати оснащуються післяверстатними конвеєрами і автоматичними штабелеукладачами готових виробів. Більше докладний пристрій чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатів розглянемо на прикладі верстата з шириною стола 160 мм.

Чотирибічний поздовжньо-фрезерний верстат з додатковим калювальним супортом (рис. 13.13) призначений для обробки дощок і

брусківих деталей. На литій станині 12 коробчастої форми розміщені послідовно чотири супорти, на яких встановлені наступні інструментальні шпинделі: нижній горизонтальний 13, правий вертикальний 14, лівий вертикальний 15 і верхній горизонтальний 16. Додатковий калювальний супорт 17 зі шпинделем призначений для вибірки пазів у деталі або пиляння її на частині при виході з верстата.

Різальні інструмент кріплять на шпинделі, які приводяться в обертання від індивідуальних електродвигунів через пасову передачу. Верстат оснащений кігтевим захистом 8, що запобігає зворотний викид заготовок з верстата. Поруч перебуває планка, що служить обмежником подачі заготовок з неприпустимо більшим припуском. Всі різальні інструмент мають стружкоприймачі і огороження, які оснащені електричним блокуванням з приводними електродвигунами.

Механізм подачі верстата виконаний у вигляді траверси 1, на якій послідовно встановлені приводні ролики 2. Залежно від товщини оброблюваного матеріалу траверсу можна переставляти по вертикальних напрямних за допомогою кінематичних передач від електродвигуна 4.

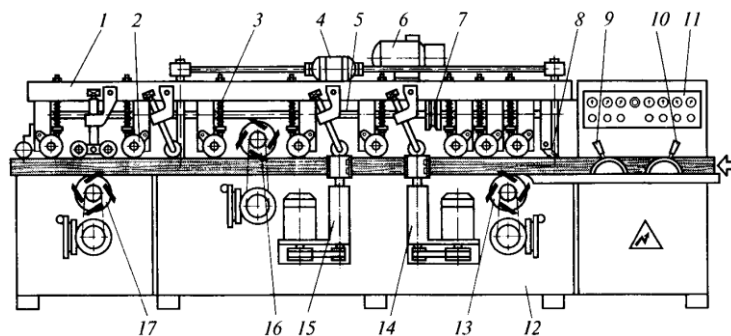


Рисунок 13.13. Чотирибічний поздовжньо-фрезерний верстат: 1 – траверса; 2 – приводний ролик; 3 – пружина; 4, 6 – електродвигуни; 5 – вал; 7 – варіатор; 8 – кігтевий захист; 9, 10 – рукоятки; 11 – пульт керування; 12 – станина; 13–16 – шпинделі; 17 – калювальний супорт

Для забезпечення тягового зусилля при подачі різнотовщинних заготовок ролики змонтовані з можливістю хитання на поворотних важелях; до оброблюваного матеріалу вони притискаються пружинами 3. Привод кожного ролика здійснюється через дві ланцюгові передачі і черв'ячну передачу від єдиного роздавального вала. Цей вал приводиться в обертання від електродвигуна 6 через клиноремінний варіатор 7, що дозволяє плавно змінювати швидкість подачі від 8 до 45 м/хв.

Крім приводних роликів в зоні різальних інструмент є вертикальні і бічні неприводні притискні ролики, стружколомачі і притискні колодки, які забезпечують правильне базування і подачу оброблюваного матеріалу. Такий механізм подачі забезпечує індивідуальну обробку кожної заготовки

без проштовхування її наступною заготівкою. Для підвищення тягової здатності механізму часто над верхніми приводними роликами в столі монтують додаткові опорні неприводні або приводні ролики.

В інших конструкціях поздовжньо-фрезерних верстатів механізм подачі роблять зосередженим у вигляді компактного блоку, встановленого поперед інструментальних шпинделів. Передні заготівки обробляються без міжторцевих розривів і проштовхуються у верстат наступними заготівками, взаємодіючи з приводними вальцями. Для кращого зчеплення збільшують діаметр вальців, а їх робочі поверхні роблять рифленими.

Поперед верстата змонтовані стіл і бічна напрямна лінійка, які можна налаштовувати рукоятками 9 і 10 на товщину припуску, що знімається, по товщині і ширині заготівки.

Станки для обробки дощечок паркету аналогічні по конструкції. Відмінна риса верстатів - наявність конвеєрного механізму подачі для обробки коротких заготовок. Він являє собою дволанцюговий приводний конвеєр з підпружиненими захватами (шипами). Шипи забезпечують надійне зчеплення і подачу заготовок, що розрізняються величиною припуску на обробку до 2-3 мм.

Вибір режиму роботи. Режим роботи чотирибічного поздовжньо-фрезерного верстата вибирають залежно від номінальних розмірів деталі по ширині і товщині, складності одержуваного профілю і необхідної якості обробки.

По заданих розмірах деталі і відомих припусків на обробку обчислюють товщину і ширину зрізаного шару кожним різальним інструментом. Ці дані використовують для вибору допустимої швидкості подачі з умови максимального завантаження електродвигунів. Вибір швидкості подачі роблять по графіках, наведених в посібнику з експлуатації верстата, або розрахунком по формулах (див. перший розділ). Часто найбільш завантаженою є верхня горизонтальна фреза або ліва бічна фреза, що формує глибокі складні профілі. Якщо задані підвищені вимоги до чистоти одержуваної поверхні, то граничну швидкість заготівки варто призначати з умови допустимої подачі на один різець. Так, наприклад, для досягнення шорсткості поверхні Rm_{max} менше 40 мкм для гострої чотирьохножової фрези ($z = 4$), що обертається з частотою $n = 6000$ об/хв, подача на один різець дорівнює 0,5 мм. По даній величині визначають швидкість подачі заготівки v_s

$$v_s = S z n / 1000 = 0,5 \cdot 4 \cdot 6000 / 1000 = 12 \text{ м/хв.}$$

Контрольні питання

1. Розкажіть про призначення верстатів фугувальних, рейсмусових, чотирибічних поздовжньо-фрезерних, фрезерних, шипорізних. Назвіть марки цих верстатів. 2. На які групи підрозділяють поздовжньо-фрезерні

верстати по виду виконуваних робіт? 3. Які вимоги пред'являють до ножових валів і фрезерних інструментів поздовжньо-фрезерних верстатів? 4. В чому складається конструктивне розходження одно- і двосторонніх фугувальних верстатів? 5. В якому порядку встановлюють ножі в ножовий вал? 6. Розкажіть про прийоми роботи на фугувальному верстаті. 7. В чому полягає налагодження рейсмусового верстата? 8. Приведіть визначення понять фугування і рейсмусування. 9. Як відрізнити фугувальний верстат від рейсмусового? 10. Назвіть основні складальні одиниці чотирибічних поздовжньо-фрезерних верстатів.

Лекція 14

ФРЕЗЕРНІ ВЕРСТАТИ

1. Призначення фрезерних верстатів. 2. Фрезерні верстати з нижнім розташуванням шпинделя. 3. Фрезерні верстати з верхнім розташуванням шпинделя. 4. Розрахунок продуктивності поздовжньо-фрезувальних і фрезувальних верстатів.

1. Призначення фрезерних верстатів

Фрезерні верстати призначені для профільної обробки деталей прямолінійної або складної форми. Для виконання на країці брускової деталі профілю, наскрізного або нескрізного паза застосовують *фрезерні верстати з нижнім розташуванням шпинделя* з ручною або механізованою подачею (рис. 14.1, а).

Використовуючи шаблони і спеціальні пристосування на верстатах з нижнім розташуванням шпинделя, можна фрезерувати непрямолінійні крайки в плоских деталях (рис. 14.1, б), а також обробляти деталі по контуру (рис. 14.1, в).

У верстатах з нижнім розташуванням шпинделя для одержання шипів і вушок на кінцях брускової заготовки використовують шипорізну каретку (рис. 14.1, г), а для виготовлення деталей зі скошеними (похилими) крайками - нахилений шпиндель.

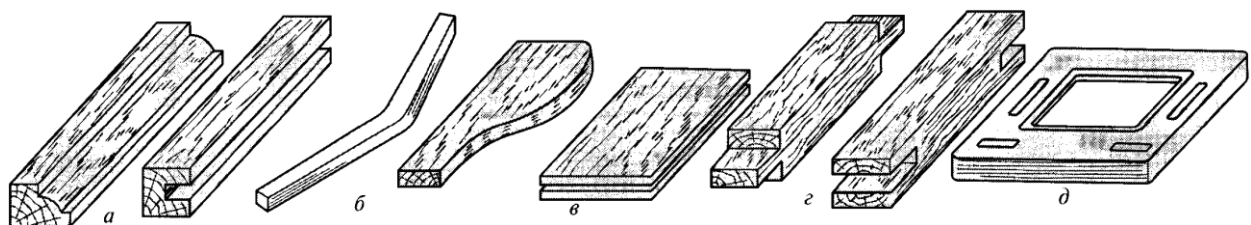


Рисунок 14.1. Види обробки на фрезерних верстатах: а – поздовжнє профільне фрезерування; б – криволінійне фрезерування; в – обробка по контуру; г – фрезерування шипів; д – профільне фігурне фрезерування

Профільне і фігурне фрезерування наскрізних і нескрізних пазів, внутрішнього контуру або зняття фасок, виконання елементів художнього орнаменту забезпечується при гарному огляді зони обробки. Для таких робіт використовують *фрезерні верстати з верхнім розташуванням шпинделя* (рис. 14.1, д).

При масовому виробництві фігурних однотипних деталей застосовують різновид цих верстатів - високопродуктивні одно- і двошпиндельні фрезерні карусельні верстати з обертовим столом.

Заготівками для обробки на всіх фрезерних верстатах є попередньо оброблені бруски, облицьовані шпоном, декоративною плівкою або пластиком щити, а також зібрані рамки, ящики й інші елементи меблів. Їх якість повинна задовольняти встановленим вимогам. Робота на фрезерних верстатах, як правило, є заключною технологічною операцією механічної обробки деталей, тому повинна бути забезпечена висока якість її виконання.

Шорсткість поверхні $R_{m_{max}}$ повинна бути 40–100 мкм, а точність обробки відповідати 12–14-му квалітету. Для досягнення високої якості обробки у верстатах використовують високооборотні інструментальні шпинделі або спеціальні електрошпинделі з частотою обертання 6000–12000 об/хв і більше.

Фрезерні верстати з нижнім розташуванням шпинделя можуть бути з ручною і механізованою подачею, легкі ФЛ, середні ФС і важкі ФТ. На верстатах, оснащених шипорізною кареткою, виконують шипорізні операції.

Для обробки складних криволінійних профілів використовують копір і упорне кільце, а для прямолінійного фрезерування - напрямну лінійку. Верстати широко універсальні застосовуються на деревообробних підприємствах з серійним випуском продукції, а також на допоміжних ділянках.

Фрезерні верстати з верхнім розташуванням шпинделя застосовують для фігурного фрезерування, вибірки чвертей, пазів, гнізд заданого рисунку і профілю ФВК, а також для обробки зовнішніх крайок брусків деталей по профілі шаблону, закріпленого на карусельному столі ФК. Верстати з карусельним столом можуть мати один шпиндель Ф1К або два Ф2К.

2. Фрезерні верстати з нижнім розташуванням шпинделя

Верстати фрезерної групи випускає Дніпропетровський завод "Верстатобудівник" і деякі російські підприємства. Серед фрезерних верстатів найбільшим попитом користуються верстати марки ФСШ-1А (рис. 14.2).

Призначення верстата. Верстат призначений для виконання різних фрезерних робіт по дереву. На ньому можна обробляти вручну або з

механічною подачею прямолінійні поверхні заготовок з використанням напрямних лінійок. Верстат можна використати для нарізування шипів, а також для обробки криволінійних поверхонь по шаблону з ручною подачею.



Рисунок 14.2. Фрезерний верстат з шипорізною кареткою ФСШ-1А

Конструкція верстата. На рисунку загального виду верстата ФСШ-1А зазначені основні елементи: станина 1, шипорізна каретка 2, стіл 3, напрямна лінійка 4, ексцентриковий притиск 5 і маховичок для підйому шпинделя 6.

Станина верстата являє собою чавунне лиття коробчастої форми. Масивна станина надає верстату необхідну жорсткість. На ній змонтовані всі функціональні елементи.

Механізм головного руху виконаний у вигляді шпиндельної бабки (супорта), змонтованої у вертикальних напрямних на станині (рис. 14.3). Шпиндель змонтований на підшипниках кочення високої точності (5-го класу точності). Причому у верхній частині шпинделя стоять два підшипники. В ці підшипники закладене спеціальне мащення на ртутній основі, що діє протягом всього терміну служби підшипників. Таке розташування підшипників дозволяє забезпечити високі показники точності в роботі при великих навантаженнях. Обертний рух шпинделю передається від електродвигуна поліклиновим ременем.

Шпиндель може обертатися з частотою 3000, 4500, 6000 і 9000 хв⁻¹. Для цього в приводі використовується двошвидкісний асинхронний електродвигун і двоступінчасті шків. Верстат оснащений також блоком гальмування електродвигуна. Використовується електродинамічне гальмування, принцип дії якого заснований на протіканні по обмотках статора двигуна протиструмів в момент гальмування. Час гальмування регулюється за допомогою реле часу.



Рисунок 14.2. Шпиндельна бабка (супорт) верстата

Важливим елементом верстата є знімна шпиндельна насадка (оправлення) (рис. 14.3), що складається з конусної частини 1, диференціальної гайки 2, набору кілець 3 і гайки 4. Оправлення вставляється в конусний отвір шпинделя і кріпляться на ньому диференціальною гайкою 2. Диференціальна гайка накрутається одночасно на оправлення і на шпиндель, при цьому крок різьблення оправлення менше кроку різьблення шпинделя. При накрученні гайки за рахунок різниці кроків різьблення відбувається зближення і осьове затягування конусів.

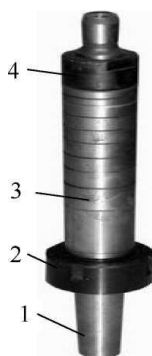


Рисунок 14.3. Оправка

Дистанційні кільця 3 призначені для установки різального інструменту по висоті оправлення. Опорні поверхні кілець виконані строго перпендикулярно осі оправлення і виключають вигин оправлення при затисканні різального інструменту.

Для затискання фрези гайкою 4 на супорті змонтований стопорний пристрій у вигляді стрижня з рукояткою.

Супорт з оправленням і фрезою може переміщатися у вертикальних напрямках за допомогою редуктора, що приводить у рух маховичком 6.

Верхній кінець оправлення з метою підвищення його жорсткості фіксується підшипниковою опорою кронштейна (рис. 14.4).



Рисунок 14.4. Фіксація оправлення кронштейном

Шипорізна каретка. Шипорізна каретка (рис. 14.5) встановлена на столі верстата. Її верхня робоча поверхня виступає над поверхнею стола на 0,1 мм. В середині каретки встановлені кулькові підшипники, якими каретка опирається на сталеві напрямні.

При нарізуванні шипів заготовка фіксується на каретці притиском 1, що взаємодіє з ексцентриком і рукояткою 2 (рис. 14.6), і каретка з заготовкою переміщається вручну відносно фрези. При виконанні інших фрезерних робіт каретка не потрібна, і вона фіксується гвинтами до стола.

Механізми базування. Базують заготовку по столі і напрямній лінійці. Стіл встановлений нерухомо на станині верстата і являє собою чавунне лиття, укріплене ребрами жорсткості. Маса стола 260 кг.

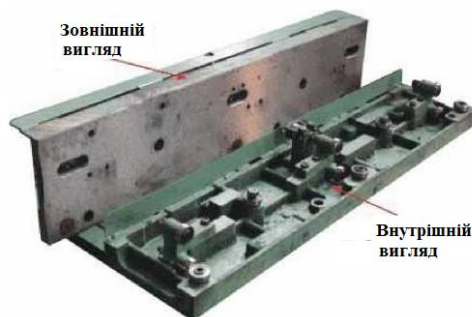


Рисунок 14.5. Каретка

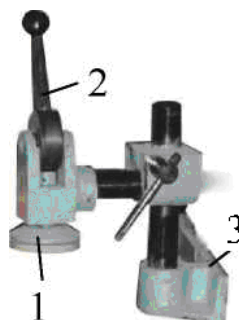


Рисунок 14.6. Ексцентриковий притиск

Для обробки на фрезерному верстаті криволінійних деталей використовують копіювальні шаблони і упорні кільця (рис. 14.7).

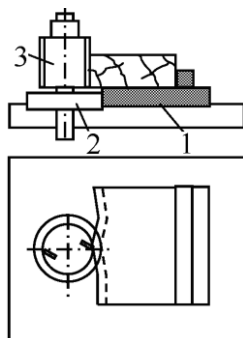


Рисунок 14.7. Фрезерування по шаблону

Шаблон 1 має основу з деревини, фанери або аркуша легкого металу. Робоча крайка шаблону має точний профіль деталі. Оброблювана заготовка базується на шаблоні по упорах і фіксується притиском.

При роботі профільну крайку шаблону притискають до упорного кільця 2 і шаблон обкатують по ньому. Фреза 3 при цьому формує профіль шаблону.

Конструкції упорних кілець бувають двох типів: кільце з кульковим підшипником, закріплене на шпинделі, і кільце, нерухомо закріплене співвісно шпинделю на столі. Нерухомі кільця вважаються краще обертових, тому що вони не передають додаткове поперечне навантаження на шпиндель і не порушують точність його роботи.

Загальний вигляд сучасного фрезерного верстата показаний на рис. 14.8.



Рисунок 14.8. Загальний вигляд фрезерного верстата СН-105

Конструкція верстатів. Фрезерні одношпиндельні верстати з нижнім розташуванням шпинделя випускають з ручною або з механізованою (автоподавачем) подачею.

На рис. 14.9, а показаний *фрезерний верстат з ручною подачею* для профільної обробки деталей прямолінійної або складної форми. Всередині станини 14 коробчастої форми змонтований шпиндельний супорт з фрезою 3. Супорт можна переставляти по висоті маховичком 13. Зверху на станині нерухомо встановлений стіл 17, а також передня 5 і задня 1 напрямні лінійки, що базують оброблюваний матеріал. Для запобігання зворотного

викиду заготовки з верстата є противикидний пристрій у вигляді зубчастого сектора 2. Обертовий інструмент закритий огороженням 4.

Шпиндель 12 (рис. 14.9, б) встановлений на шарикопідшипниках високої точності. Він приводиться в обертання від двошвидкісного електродвигуна 11 через плоскоремінну передачу, розміщену всередині станини. Для натягу ремня служить маховичок 10, що з'єднаний з гвинтовою передачею через таровану пружину. Частота обертання шпинделя 4500 і 9000 об/хв. В інших моделях верстатів двошвидкісний електродвигун і двоступінчасті шківни пасової передачі забезпечують чотири частоти обертання шпинделя: 3000, 4500, 6000 і 9000 об/хв.

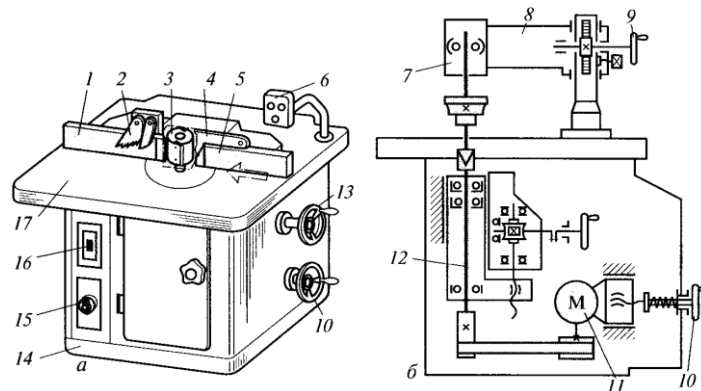


Рисунок 14.9. Фрезерний верстат з ручною подачею: а – загальний вигляд; б – кінематична схема; 1, 5 – напрямні лінійки; 2 – зубчастий сектор; 3 – різальний інструмент (фреза); 4 – огороження; 6 – пульт керування; 7 – додаткова опора шпинделя; 8 – кронштейн; 9 – маховичок підйому кронштейна; 10 – маховичок натягу ремня; 11 – електродвигун; 12 – шпиндель; 13 – маховичок настроювання шпинделя по висоті; 14 – станина; 15 – перемикач частоти обертання шпинделя; 16 – вимикач; 17 – стіл

Для швидкої зупинки шпинделя застосоване електричне гальмування електродвигуна. При установці інструмента фіксація шпинделя здійснюється стопором. Фрезерний верстат оснащений додатковою підшипниковою опорою 7, встановленою на поворотному кронштейні 8, що при заміні різального інструменту можна підняти маховичком 9.

Фрезерний верстат з нахильним шпинделем (рис. 14.10) містить в собі корпус супорта 3 і шпиндельний блок 5 з приводним електродвигуном 10. Шпиндельний блок вставлений в посадковий отвір корпусу з можливістю переміщення по висоті маховичком 8 через черв'яка 7, черв'ячне колесо і гвинтову передачу 9. Супорт встановлений на круглій качалці 2, жорстко прикріплений до станини 1, його можна нахилити за допомогою зубчастої передачі 4 маховичком 12.

Для механізації подачі прямолінійних деталей верстат оснащують автоподавачем (рис. 14.11), що монтують на столі верстата. На колонку 11

встановлений поворотний кронштейн 7, до якого через штангу підвішений автоподавач. Заготівка подається обертовими роликами 1. Для настроювання на товщину і ширину обробки автоподавач можна переставляти по висоті і ширині маховичками 8 і 9. Крім того, його можна повернути щодо осі колонки і встановити в неробоче положення.

Привод подавальних роликів здійснюється від *електродвигуна* 12 через конусний диск 6, фрикційне кільце 5 зчеплення, черв'ячну передачу 4 і зубчасті передачі 3. Швидкість подачі регулюється перестановкою конусного диска відносно кільця через гвинтову передачу 13 маховичком. Подавальні ролики мають незалежну підвіску, а їх притиск до оброблюваного матеріалу забезпечується пружинами 2.

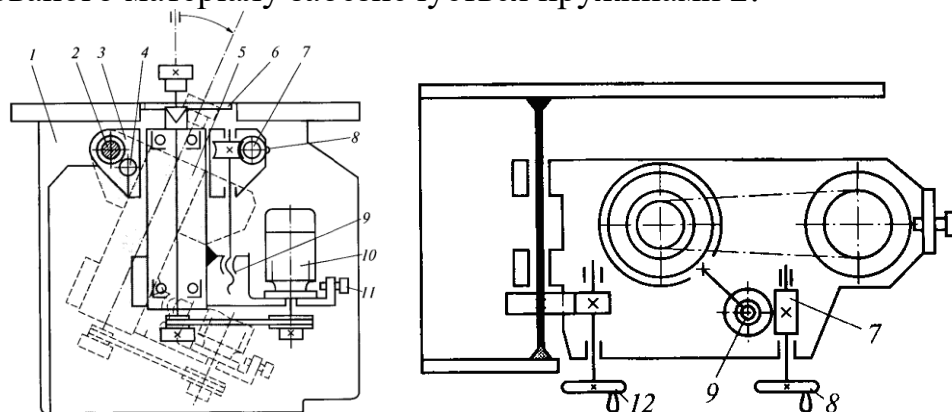


Рисунок 14.10. Фрезерний верстат з нахильним супортом: 1 – станина; 2 – скалка; 3 – супорт; 4 – зубчаста передача; 5 – шпиндельний блок; 6 – заглушка; 7 – черв'як; 8, 12 – маховички; 9 – гвинтова передача; 10 – електродвигун; 11 – гвинт натягу ремня

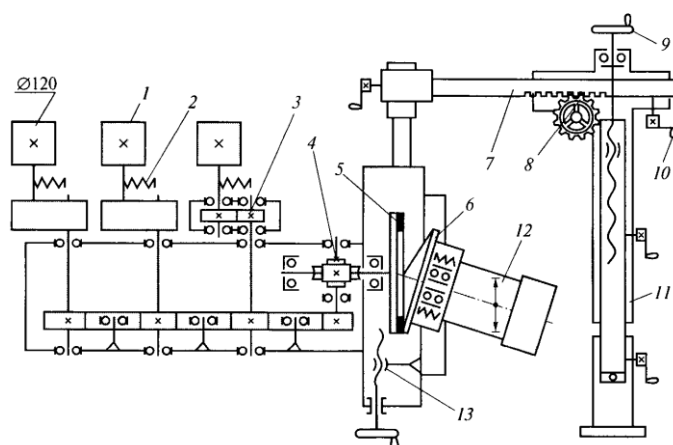


Рисунок 14.11. Кінематична схема автоподавача: 1 – ролик; 2 – пружина; 3 – зубчаста передача; 4 – черв'ячна передача; 5 – кільце; 6 – диск; 7 – кронштейн; 8, 9 – маховички; 10 – стопор; 11 – колонка; 12 – електродвигун; 13 – гвинтова передача

Фрезерний верстат з шипорізною кареткою (рис. 14.12) відрізняється

від верстата з ручною подачею додатково прибудованою кареткою 1, що дозволяє виконувати шипорізні роботи. Вона встановлена на шарикопідшипникових опорах і переміщається вручну по напрямній 5, прикріпленій до станини. На столі каретки розташовані базувальний косинець 6 і пневмопритиск 2 для закріплення оброблюваної заготовки 7. Для виключення ручної подачі і підвищення продуктивності праці в деяких верстатах рух каретки механізують.

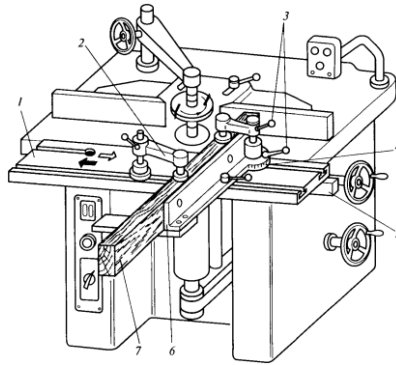


Рисунок 14.12. Фрезерний верстат з шипорізною кареткою: 1 – каретка; 2 – пневмопритиск; 3 – стопор; 4 – кругова шкала; 5 – напрямна; 6 – косинець; 7 – заготовка

Пневмогідравлічний привід каретки показаний на рис. 14.13.

Каретка встановлена за допомогою роликів 13 на напрямну 12. В середній частині до каретки прикріплений роликотулочний ланцюг 2, натягнутий на чотирьох неprivодних зірочках 1 і приводну зірочку 6. Шток пневмоциліндра 3 оснащений зубчастою рейкою 4, що зачіпляється з шестірнею 5. Інший кінець рейки з'єднаний зі штоком гідроциліндра 8, масло в який надходить з бачка 10. Гідроциліндр необхідний для стійкого (без ривків) руху каретки.

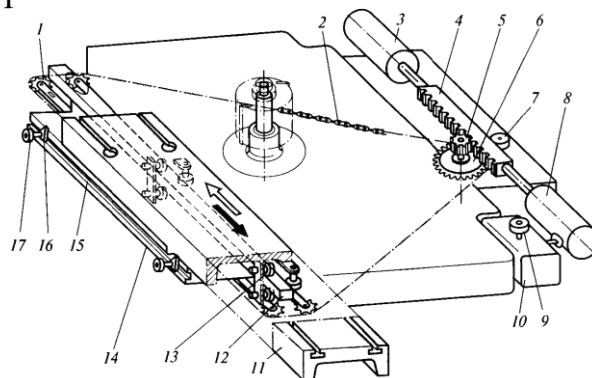


Рисунок 14.13. Привід каретки фрезерного верстата: 1, 6 – зірочки; 2 – ланцюг; 3 – пневмоциліндр; 4 – зубчаста рейка; 5 – шестерня; 7, 13 – опорні ролики; 8 – гідроциліндр; 9, 17 – ручки; 10 – бачок; 11 – каретка; 12 – напрямна; 14 – кронштейн; 15 – паз; 16 – упор

При подачі повітря під тиском шток пневмоциліндра переміщає зубчасту рейку, що обертає шестірню, і через ланцюгову передачу здійснюється подача каретки. Зворотний хід каретки виконується автоматично перемиканням шляхового пневморозподільника упором, встановленим на зубчастій рейці. Швидкість робочого ходу регулюють, змінюючи витрату масла ручкою 9 вбудованого дроселя.

Вибір режиму роботи. Фрезерні роботи на фрезерних верстатах з нижнім розташуванням шпинделя розрізняються складністю одержуваного профілю і необхідною чистотою поверхні обробки.

При профільному фрезеруванні форма стружки складніша, ніж при циліндричному фрезеруванні. Крім того, часто при обробці однієї деталі напрямок подачі постійно змінюється щодо напрямку волокон, а кут подачі перебуває в діапазоні від 0 до 90° (поздовжньо-торцеве фрезерування проти волокон) або від 90 до 180° (поздовжньо-торцеве фрезерування по волокнах). Це впливає на шорсткість оброблюваної поверхні. Тому при обробці на верстатах з ручною подачею швидкість подачі варто встановлювати індивідуально, знижуючи її при обробці проти волокон і косошарових ділянок. Рациональну швидкість подачі визначають по граничній допустимій подачі на один зуб, що призначають залежно від заданої шорсткості поверхні.

Обчислену швидкість подачі варто перевірити по потужності електродвигуна привода шпинделя і скорегувати залежно від породи деревини, глибини паза і площі перетину припуску, що знімається.

Частоту обертання шпинделя n вибирають залежно від зовнішнього діаметра фрези і визначають по формулі

$$n = \frac{60 \times 1000v}{\pi D_{\phi}}$$

де v – швидкість різання (40–50 м/с); D_{ϕ} – діаметр фрези, мм.

Необхідну частоту обертання шпинделя встановлюють перемикачем швидкості обертання двошвидкісного електродвигуна або шляхом підбора діаметрів змінних приводних шківів.

Склад операцій, виконуваних при налагодженні, залежить від типу фрезерного верстата, профілю і форми оброблюваної деталі.

3. Фрезерні верстати з верхнім розташуванням шпинделя

В групі фрезерних верстатів з верхнім розташуванням шпинделя найпоширеніший верстат моделі ВФК-2А (рис. 14.14).

У верхній частині станини 1 верстата змонтований супорт 9 з фрезерним шпинделем і кінцевою фрезою 8. Супорт може переміщати шпиндель з фрезою у вертикальному напрямку за допомогою пневмоциліндра.

В нижній частині станини змонтований супорт 2 з можливістю вертикального переміщення за допомогою рукоятки і зубчасто-гвинтової передачі. На супорті встановлений стіл 4, в якому розташований рухомий палець 3 з приводом від рукоятки і зубчаторейкової передачі. На стіл кладеться блок, що складається з декількох шаблонів-копірів 5 і копіювальної дошки 6. На блок кладеться оброблювана заготовка 7 і кріпиться на ньому. Подача блоку з заготовкою по столу здійснюється вручну.

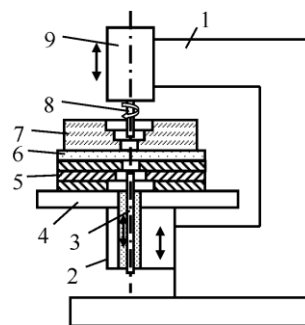


Рисунок 14.14. Схема верстата моделі ВФК-2А

Конструкція верстатів. Фрезерні верстати з верхнім розташуванням шпинделя бувають копіювальні одношпиндельні з ручною або механічною подачею стола. Для масового фрезерування криволінійних крайок брускових деталей випускають верстати з карусельним столом одношпиндельні і багатошпиндельні.

Об'ємні рельєфні деталі обробляють на одношпиндельному або багатошпиндельному карусельному верстатах методом копіювання зі зразка. Сучасні фрезерні верстати для одержання рельєфних художніх деталей оснащують системами автоматичної зміни різальних інструментів і числовим програмним управлінням.

Фрезерний копіювальний одношпиндельний верстат з верхнім розташуванням шпинделя показаний на рис. 14.15. На станині 8 верстата розміщений стіл 10 і шпиндельний супорт 13. До супорта на поворотній головці прикріплений високооборотний електрошпиндель 1, що обертається з частотою 12 000 або 18 000 об/хв. Живлення електрошпинделя здійснюється електричним струмом підвищеної частоти (200 або 300 Гц) від перетворювача. На кінці шпинделя знаходиться конічний отвір для закріплення патрона з фрезою 5.

Подача на глибину обробки виконується вертикальним переміщенням шпиндельного супорта за допомогою пневмопривода педаллю 7. Величина переміщення супорта встановлюється гвинтом-обмежником 3, який взаємодіє з упором 2. Для швидкого переналагодження на різну глибину паза застосовують кілька гвинтів-обмежників, які вкручені на задану висоту в поворотну головку 4.

Для поздовжньої обробки прямолінійних деталей використовують стіл 10 і напрямну лінійку 11. Стіл регулюють по висоті маховичком 9.

Для копіювальних робіт використовують шаблон (на рисунку не показаний), в нижній частині якого розташований копіювальний паз, що відповідає профілю обробки деталі. Заготівку подають вручну шляхом переміщення шаблону по копіювальному пальцю 12, яким управляють ручкою 6. У верстатах з механічною подачею для переміщення шаблону використовують приводний стіл.

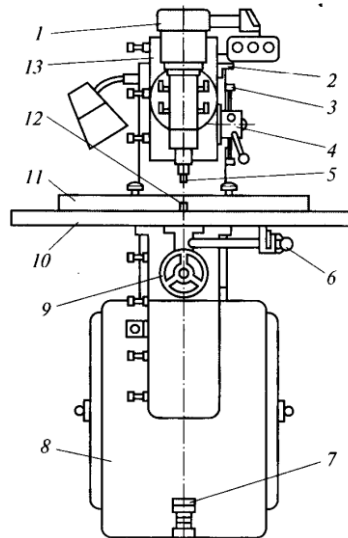


Рисунок 14.15. Одношпindelний фрезерний верстат з верхнім розташуванням шпинделя: 1 – електрошпиндель; 2 – упор; 3 – гвинт-обмежник; 4 – поворотна головка; 5 – фреза; 6 – ручка; 7 – педаль; 8 – станина; 9 – маховичок; 10 – стіл; 11 – напрямна лінійка; 12 – палець; 13 – супорт

Фрезерний двошпindelний верстат з карусельним столом показаний на рис. 14.16. Фрезерні супорти 10 верстата змонтовані на поворотних кронштейнах 1 і мають настроювальне переміщення по висоті. Під впливом пневмоциліндрів 2 супорти з фрезами притискаються копіювальним кільцем 7 до копіювальної крайки шаблонів 4 з оброблюваними заготівками. Знімні шаблони укріплені за допомогою Т-подібних пазів на столі 6. Стіл приводиться в обертання від електродвигуна постійного струму через черв'ячний редуктор. В деяких моделях верстатів швидкість обертання стола роблять не постійною, уповільненою в зоні фрезерування, для підвищення якості обробки.

В позиції «Завантаження» заготівку укладають в черговий шаблон, орієнтуючи відносно копіювальної крайки і базувальних упорів шаблону. Заготівка автоматично затискається пневматичними притисками 3. При обертанні стола виконується обробка по контуру, що відповідає формі копіювальної крайки шаблону.

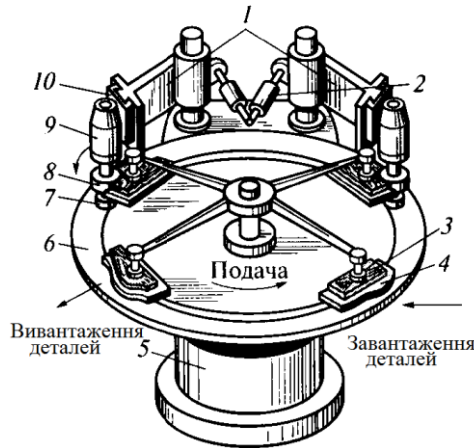


Рисунок 14.16. Двошпиндельний фрезерний карусельний верстат: 1 – поворотні кронштейни; 2 – пневмоциліндр; 3 – пневматичний притиск; 4 – шаблон; 5 – станина; 6 – карусельний стіл; 7 – копіювальне кільце; 8 – фреза; 9 – електродвигун; 10 – супорт

4. Розрахунок продуктивності поздовжньо-фрезувальних і фрезувальних верстатів

Продуктивність фугувальних верстатів, шт./зм.:

$$Q = \frac{T_v K_k K_d K_m n_3}{lm}$$

де T – тривалість зміни, хв.; m – середня кількість проходів заготовки при фугуванні; n_3 – кількість заготовок, що обробляються одночасно; l – довжина заготовки, м; K_k – коефіцієнт ковзання – 0,88–0,9; K_d – коефіцієнт використання робочого дня (для верстатів з ручною подачею $K_d = 0,8–0,93$; з механічною подачею $K_d = 0,85–0,9$); K_m – коефіцієнт використання машинного часу (для верстатів з ручною подачею при $l = 0,5$ м величина $K_m = 0,5–0,7$; при $l = 1$ м величина $K_m = 0,7–0,8$; при $l = 2$ м величина $K_m = 0,8–0,9$; для верстатів з механізованою подачею $K_m = 0,8–0,9$); v_s – швидкість подачі, м/хв.

Продуктивність рейсмусових верстатів визначається за формулою для фугувальних верстатів, приймаючи $m = 1$, $K_d = 0,88–0,99$, $K_m = 0,8–0,9$. Кількість одночасно оброблюваних заготовок визначають за формулою:

$$n_3 = \frac{Bp}{100b}$$

де B – ширина стола, мм; b – ширина заготовки, мм; p – відсоток заповнення ширини стола (для верстатів із секційними вальцями при одному верстатнику ширину стола використовують на 50–60 %, при верстатнику з підсобним робітником – на 80–90%).

Продуктивність чотирибічних поздовжньо-фрезувальних верстатів, м/зм.:

$$Q = T v_3 K_k K_d K_M,$$

де $K_d = 0,88-0,92$; $K_M = 0,8-0,9$.

Продуктивність фрезувальних верстатів, шт./зм.:
для верстатів з механічною подачею:

$$Q = \frac{Tv_s K_d K_M}{l}$$

для верстатів з ручною подачею:

$$Q = \frac{TK_d}{t_{\text{ц}}}$$

де $t_{\text{ц}}$ – час циклу оброблення однієї заготовки, хв.

Контрольні питання

1. Розкажіть про призначення фрезерних верстатів і види виконуваних на них робіт. 2. Які типи фрез використовують на фрезерних верстатах? 3. Розкажіть про конструктивні особливості фрезерних верстатів з шипорізною кареткою. 4. Які умови впливають на вибір режиму роботи фрезерного верстата? 5. Як обробляють криволінійну поверхню на фрезерному верстаті? 6. В чому полягає налагодження фрезерного верстата? 7. Розкажіть про прийоми роботи на фрезерному верстаті з нижнім розташуванням шпинделя. 8. Назвіть основні вузли фрезерних верстатів з верхнім розташуванням шпинделя. 9. В якій послідовності налаштовують фрезерний копіювальний верстат з верхнім розташуванням шпинделя? 10. Від чого залежить продуктивність поздовжньо-фрезувальних і фрезувальних верстатів.

Лекція 15

ШИПОРІЗНІ ВЕРСТАТИ

1. Призначення і види шипорізних верстатів. 2. Пристрій рамних шипорізних верстатів. 3. Шипорізні верстати для виготовлення клинових і ящикових прямих шипів. 4. Продуктивність шипонарізних верстатів.

1. Призначення і види шипорізних верстатів

Шипорізні верстати застосовуються для одержання на кінцях деталей шипів і вушок, за допомогою яких деталі збираються на клею в рамки, ящики або стикуються подовжньо. Розрізняють три типи шипорізних верстатів: для одержання рамних шипів у виробництві будівельних деталей, ящикових шипів і стикувальних зубчастих шипів.

Для одержання рамних шипів використовуються багатоопераційні

багатошпindelні верстати з різними різальними інструмент, що послідовно формують поверхні шипа і вушка. Верстати бувають односторонні (моделі ШО10-4, ШО16-4, ШО15М-5) і двосторонні (моделі ШД10-8, ШД16-8). Перші верстати нарізають шипи з однієї сторони деталі, а другі - відразу з двох сторін.

При зборці столярно-будівельних виробів і меблів, а також при з'єднанні коротких брусків для одержання повномірних по довжині і товщині деталей застосовують шипові з'єднання.

По місцю розташування у виробі шипові з'єднання діляться на з'єднання кутові і серединні. З'єднання кінців двох брусків під кутом здійснюють за допомогою плоских прямокутних (рамних) або клинових (зубчастих) шипів.

Розрізняють наступні елементи плоского одинарного рамного шипа (рис. 15.1, а): дві бічні грані (пласти) 5, два запlechника 6 і торець (вершину) 4. У вушка відповідно розрізняють дві бічні пласти 2, внутрішню торцеву грань (дно) 1 і дві зовнішні торцеві грані 3. Рамні шипи бувають одинарні (рис. 15.1, а), подвійні (рис. 15.1, б) і потрійні (рис. 15.1, в). Їх одержують на рамних шипорізних верстатах.

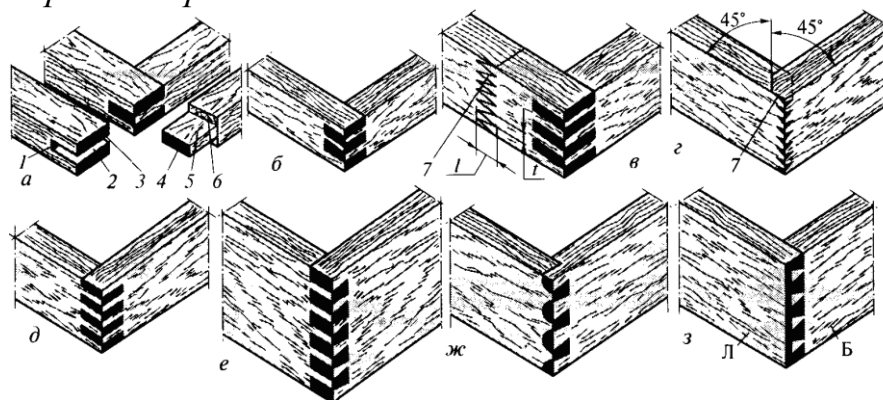


Рисунок 15.1. Шипові з'єднання дерев'яних деталей: а, б, в – рамні на одинарні, подвійний і потрійний шипи; г – кутові на клинові шипи; д – ящиківі прямі; е, ж, з – «ластівчин хвіст» з плоскими округленими і закритими шипами; 1 – дно вушка; 2, 5 – пласти; 3 – зовнішні торцеві грані; 4 – торець шипа; 6 – запlechник; 7 – клинові шипи

Рамні клинові шипи для кутового кінцевого з'єднання (рис. 15.1, г) виготовляють на спеціальних *вусофрезерних верстатах* або модернізованих рамних шипорізних верстатах.

Кутове кінцеве з'єднання широких дощечок при зборці ящиків виконують за допомогою прямокутних ящиківих відкритих шипів (рис. 15.1, д), які виробляють на *ящиківих шипорізних верстатах*. Таке ж з'єднання виконують і за допомогою шипів типу «ластівчин хвіст» з плоскими (рис. 15.1, е) або округленими (рис. 15.1, ж) гранями. В меблевих ящиків шипи «ластівчин хвіст» з лицьової сторони передньої стінки Л

виготовляють закритими (рис. 15.1, з), а саму стінку роблять товстіше бічної стінки Б. Для таких шипів призначені *спеціальні шипорізні верстати*.

Клинові шипи, застосовувані для з'єднання по довжині брускових заготовок (рис. 15.1, в), характеризуються довжиною шипа l , рівною 5; 10; 20; 32 і 50 мм і кроком t відповідно 1,75; 3,5; 6; 8 і 12 мм. Їх виробляють на *спеціальних шипорізних верстатах* для з'єднання *коротких брусків* або на модернізованих ящикових шипорізних верстатах.

Технологічному процесу виготовлення шипів передують розкрій заготовок по довжині і ширині на круглопилкових верстатах і профільній обробці брусків на поздовжньо-фрезерних верстатах. На шипорізні верстати повинні надходити висушені заготовки з чистими гранями і правильною геометричною формою. Прямолінійність заготовок повинна відповідати 14-у ступеню точності. Сучки, кармашки, червоточина, пробки і закладення в зоні виробітку шипів не допускаються.

Основною характеристикою якості шипового з'єднання є його міцність, що істотно залежить від точності виготовлення шипів. Тому товщина шипа і ширина вушка повинні відповідати 12-13-му квалітету точності, а їх сполучення роблять посадкою з натягом, наприклад 12H13/k13.

Вимоги до точності елементів шипового з'єднання і виробу в цілому звичайно регламентовані технічними умовами і державними стандартами.

Схема однобічного шипорізного верстата ШО15Г-5 наведена на рис. 15.2. На станині 1 верстата на двокоординатних супортах змонтовані електродвигуни, на валах яких закріплені торцювальна пилка 8, провувшечний диск 9 і фрези 10, 11 для формування шипів і їх заплічників. На станині праворуч встановлені також дві горизонтальні напрямні 3, на яких поставлена роликowymi опорами каретка 7 з притиском 6. Каретка з'єднана ланцюгом 2 через зірочку 4 і мультиплікатор з гідроциліндром. При ході штока гідроциліндра, рівному 180 мм, мультиплікатор забезпечує хід каретки до 1500 мм. Керування верстатом здійснюється з пульта керування 5.

При роботі заготовку базують по напрямній лінійці на столі каретки і фіксують притиском. При подачі пилка 8 вирівнює торець заготовки (рис. 15.2, б), провувшечний диск 9 формує вушко (рис. 15.2, в), а фрези 10 і 11 обробляють зовнішні поверхні шипів і їх заплічників (рис. 15.2, г). Потім каретку повертають в початкове положення, заготовку перебазують іншим кінцем і знову нарізають шипи. На обох кінцях деталі виходять однакові шипи (рис. 15.2, г).

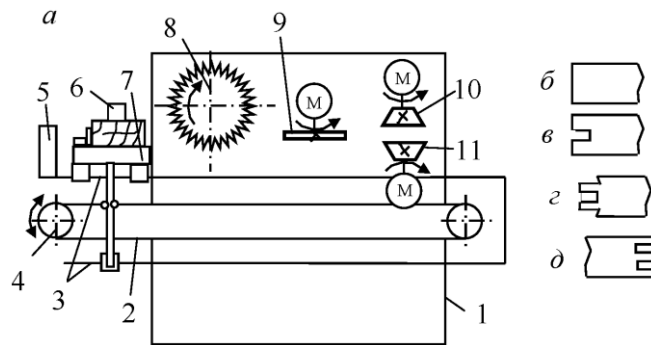


Рисунок 15.2. Однобічний рамний шипорізний верстат ШО15Г-5: *а* - технологічна схема; *б* - заготівка після обробки пилкою; *в* - заготівка після обробки провувшечним диском; *г* - готові кінці деталі

Для зборки рамкової конструкції необхідні ще деталі з шипами на обох кінцях за формою рис. 15.2, *д*. Такі шипи можна одержати, використовуючи тільки пилку 8 і провувшечний диск 9 верстата. Для обробки прямих і клинових ящикових шипів використовують шипорізний верстат ШПА40, ШПК40.

2. Пристрій рамних шипорізних верстатів

Шипорізні верстати для виготовлення рамних шипів бувають одно- і двосторонні.

Конструкція однобічних шипорізних верстатів. На однобічних шипорізних верстатах обробляють спочатку один кінець заготівки. Потім заготівку повертають і виконують шип або вушко на іншому її кінці. Найбільша довжина шипа, одержувана на однобічних верстатах, - 100 і 160 мм.

На рис. 15.3 показаний *однобічний рамний шипорізний верстат*. Станина 9 верстата виконана у вигляді колонки. На ній змонтований механізм подачі й розміщені супорти. Різальні інструмент закріплені на валах електродвигунів.

Перший (по ходу подачі матеріалу) супорт оснащений електродвигуном з круглою пилкою 3 для торцювання заготівки в розмір по довжині або на заданий кут. Другий і третій супорти розміщені один над іншим і оснащені електродвигунами з шипорізними фрезами 4 для виробітку заплічників шипів. На четвертому супорті знаходиться вертикальний електродвигун з дисковою фрезою 6 для виробітку вушка. Пильний, верхній шипорізний і четвертий провувшечний супорти обладнані механізмами, що забезпечують вертикальне і горизонтальне настроювальне переміщення. Нижній шипорізний супорт має тільки вертикальне переміщення.

Всі різальні інструмент мають стружковловлювальні кожухи і огороження, що забезпечують безпеку роботи на верстаті. Огороження

виконані у вигляді шторок з електроблокуванням, що виключають можливість пуску верстата при знятому або піднятому огороженні.

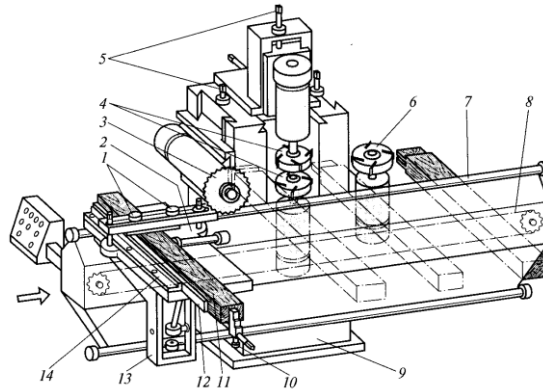


Рисунок 15.3. Однобічний рамний шипорізний верстат: 1 – гідропритиски; 2 – стіл; 3 – пила; 4 – шипорізні фрези; 5 – гвинти настроювання; 6 – дискова фреза; 7 – напрямна каретка; 8 – роликотулочний ланцюг; 9 – станина; 10 – упор; 11 – заготівка; 12 – підпирний брусок; 13 – каретка; 14 – напрямна лінійка

Збоку станини на опорній балці встановлені верхня циліндрична 7 і нижня плоска напрямні, по яких на роликах рухається поступально каретка 13. Для правильного розміщення, базування і закріплення оброблюваного матеріалу на каретці служать напрямна лінійка 14, підпирний брусок 12, торцевий упор 10 і гідропритиски 1. Стіл каретки можна встановити похило за допомогою гвинтового механізму. Це дозволяє виробляти шипи з гранями, розташованими під кутом до 20° до пласти деталі.

Гідрокінематична схема однобічного рамного шипорізного верстата показана на рис. 15.4. Рух каретки забезпечується роликотулковим ланцюгом від приводної зірочки Z6. Зірочка приводиться через зубчасті колеса Z3, Z4, шестірню Z2 від гідроциліндра Ц1, кінець штока якого виконаний у вигляді зубчастої рейки Z1. Роботою гідросистеми управляють за допомогою кулачків 1, 2, поворот яких здійснюється через зубчасте колесо Z5, шестерню Z2 від штока-рейки гідроциліндра Ц1.

Гідропривід містить в собі електродвигун М потужністю 1,1 кВт з частотою обертання 1100 об/хв, пластинчастий насос НГ1 (Г12-32А) продуктивністю 12 л/хв, фільтр Ф тонкого очищення масла, масляної бак Б, гідроапаратури для контролю і керування роботою гідросистеми, гідроциліндр Ц1 подачі каретки і гідроциліндри Ц2 вертикальний і бічний притиски оброблюваних деталей.

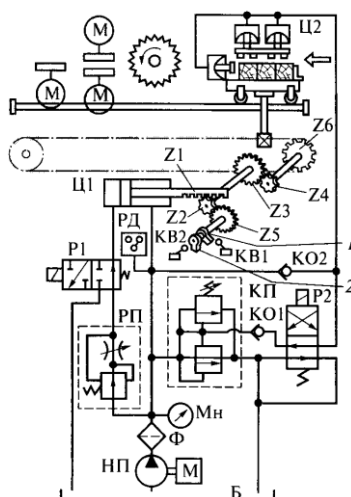


Рисунок 15.4. Гідрокінематична схема одnobічного рамного шипорізного верстата: 1, 2 – кулачки

Гідропривід містить в собі електродвигун М потужністю 1,1 кВт з частотою обертання 1100 об/хв, пластинчастий насос НГ1 (Г12-32А) продуктивністю 12 л/хв, фільтр Ф тонкого очищення масла, масляної бак Б, гідроапаратури для контролю і керування роботою гідросистеми, гідроциліндр Ц1 подачі каретки і гідроциліндри Ц2 вертикальний і бічний притиски оброблюваних деталей.

Гідропривід працює в такий спосіб. В початковому положенні каретки кулачок 2 впливає на кінцевий вимикач КВ2, що включає електромагніт гідророзподільювача Р2. Масло від насоса НП по напірній лінії через зворотний клапан КО2 і розподільник Р2 зливається в бак Б. Запобіжний клапан КП працює в переливному режимі, тому що його лінія розвантаження через зворотний клапан КО1 і розподільювач Р2 також з'єднана з баком Б. В цей момент тиск в системі відсутній і під дією пружин штоки гідроциліндрів Ц2 відведені в початкове положення.

Включають подачу каретки натисканням кнопки «Подача», в результаті чого електромагніт розподільювача Р2 відключається. При цьому гідролінія розвантаження клапана КП перекривається, тиск в гідросистемі зростає, деталі притискаються до стола каретки гідропрیتисками Ц2.

Напірна лінія одночасно з'єднана зі штоковою порожниною циліндра Ц1 і через регулятор витрати РП, гідророзподільювача Р1 з поршневою порожниною цього циліндра.

Внаслідок різниці ефективних площ поршневої і штокової порожнин виникає активна сила і починається робочий хід каретки.

Наприкінці робочого ходу кулачок 1 натискає на кінцевий вимикач КВ1, що включає електромагніт розподільника Р1. При цьому золотник розподільника Р1 переміщається в положення, при якому мастило з поршневої порожнини циліндра Ц1 зливається в бак Б. Починається

холостий хід, і каретка повертається в початкове положення.

В кінці холостого ходу кулачок 2 натискає на кінцевий вимикач KB2, що знову включає електромагніт розподільвача P2. Тиск в системі знижується, притиск звільняє деталі, і запобіжний клапан КП працює в переливному режимі.

Робочий цикл закінчується, для його повторення варто встановити на каретку інші заготовки і натиснути кнопку «Подача».

Граничний тиск в гідросистемі регулюється настроюванням запобіжного клапана КП, що забезпечує злив надлишків масла в бак, охороняючи елементи механічної передачі і гідросистему від перевантажень. Швидкість каретки регулюють дроселем регулятора витрати РП в межах від 2,5 до 15 м/хв.

У випадку аварійного відключення верстата від електромережі передбачений захист від викиду інструментом, що обертається по інерції, незакріплених заготовок. Захист забезпечується зворотним клапаном КО2, що замикає мастило в гідропритисках і підтримує якийсь час тиск в системі при відключенні електродвигуна гідронасоса.

Конструкція двосторонніх шипорізних верстатів. Двосторонні шипорізні верстати призначені для одночасного виготовлення шипів і вушок на обох кінцях заготовки. Залежно від області застосування їх підрозділяють на верстати загального призначення і спеціалізовані.

Верстати загального призначення виготовляють для обробки деталей з найбільшою довжиною 2200 і 3000 мм. Верстати компонують з уніфікованих супортів з різальними інструмент і елементів механічної подачі заготовки. Для підвищення продуктивності праці і якості обробки деталей шипорізні верстати оснащують пристроями програмного керування і настроювання.

Спеціалізовані призначені для обробки деталей конкретного виробу. Сучасне виробництво виробів з деревини є масовим і оснащується поточковими автоматичними лініями і комплексами. Шипорізні спеціалізовані верстати звичайно є основною складовою частиною таких поточкових ліній.

На рис. 15.5 зображений двосторонній рамний шипорізний верстат. При використанні в масовому виробництві верстат може бути вбудований в поточкову лінію. Для цього його оснащують завантажувальними і розвантажувальними пристроями або проміжними міжверстатними конвеєрами.

Станина верстата виконана у вигляді рами, на якій розміщені дві колонки. Права колонка жорстко прикріплена до станини і не переміщається. При настроюванні на задану довжину оброблюваної деталі ліву колонку можна переставляти по напрямних станини за допомогою електромеханічного привода.

Кожна колонка оснащена супортами з чотирма інструментальними шпинделями. Перші по ходу подачі лівий і правий шпинделі оснащені пилками 10 для торцювання деталі в розмір по довжині. Другі супорти з дисковими (провушечними) фрезами 11 використовують для виробітку вушок. Далі по ходу подачі розташовані два супорти з шипорізними фрезами 12, які виробляють верхні і нижні заплічники шипа.

На колонках змонтований механізм подачі оброблюваного матеріалу у вигляді двох паралельних конвеєрних ланцюгів 13, надягнутих на зірочки. Ланцюги приводяться в рух валом 3 через ланцюгову передачу 7, черв'ячний редуктор 8 від електродвигуна 9 постійного струму. Швидкість руху ланцюгів регулюється безступінчасто від 1,5 до 16 м/хв. Конвеєрні ланцюги виготовляють зі сталевих пластин або литих цільних ланок, з'єднаних шарнірно осями. Для підвищення зчеплення із заготівкою до ланок конвеєрних ланцюгів прикріплюють металеві або пластмасові накладки. На ланках з заданим кроком укріплені упори 4. Два приводних клинових ремені 1, розташовані над заготівками, притискають їх до конвеєрних ланцюгів за допомогою підпружинених роликів 2, встановлених в корпусі притискного пристрою.

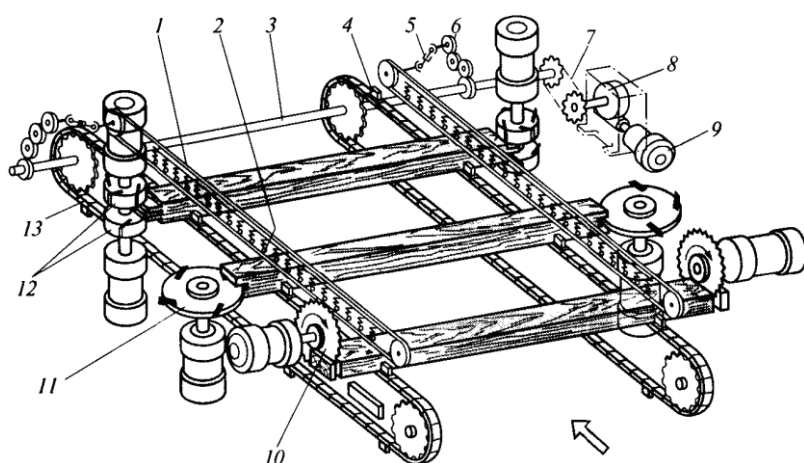


Рисунок 15.5. Двосторонній рамний шипорізний верстат: 1 – клиновий ремінь; 2 – ролик; 3 – вал; 4 – упор; 5 – карданна передача; 6 – зубчаста передача; 7 – ланцюгова передача; 8 – черв'ячний редуктор; 9 – електродвигун; 10 – пила; 11 – дискова фреза; 12 – шипорізні фрези; 13 – ланцюг

Привод клинових ременів здійснюється від вала 3 через зубчасту передачу 6 і карданну телескопічну передачу 5. Швидкість притискних ременів встановлюють на заводі-виготовлювачі трохи більше швидкості конвеєрних ланцюгів. Привод притискних ременів можна відключити або включити рукояткою, що забезпечує різні способи базування при обробці вузьких брускових і широких щитових деталей.

При відключеному приводі задню крайку (по ходу подачі) брускової заготовки базують по парних упорах ланцюгового конвеєра. В цьому випадку упори штовхають заготовку на різальних інструмент, як показано на рис. 15.5. Сила зчеплення неприводного притискного ремня з заготовкою діє на упор, створюючи додаткове навантаження на конвеєрний ланцюг.

При включеному приводі притискних ременів широку заготовку орієнтують передньою крайкою щодо тильної сторони упорів. Тому що швидкість приводних ременів більше швидкості ланцюгів, на заготовці створюється тягове зусилля, що надійно притискає її до тильної сторони упорів. В цьому випадку результуюче навантаження на конвеєрний ланцюг зменшується, і точність обробки деталей підвищується. Упори роблять підпружиненими і втоплюваними всередину ланок ланцюга. Це дозволяє обробляти деталі, ширина яких більше відстані між упорами.

Всі різальні інструмент мають огороження - стружкоприймачі, які приєднуються до системи видалення відходів обробки матеріалів. При відімкнутих огороженнях верстат не включається, тому що є електроблокування за допомогою нормально відкритих контактних мікроперемикачів. Електроапаратура керування верстатом розміщена в спеціальній електричній шафі.

Сучасні двосторонні верстати оснащують супортами з механізованими настроювальними переміщеннями на задані розміри шипів і довжину деталі, а для програмного керування верстатом використовують спеціальний пульт.

3. Шипорізні верстати для виготовлення клинових і ящикових прямих шипів

Конструкція шипорізних верстатів для виготовлення клинових шипів. Верстати для виготовлення клинових шипів випускають однобічні, використовувані індивідуально (автономно), і двосторонні, вбудовані в автоматичні лінії з'єднання заготовок по довжині. В деяких моделях шипорізних верстатів передбачена можливість виготовлення як прямих ящикових, так і клинових шипів.

Верстат шипорізний для виготовлення клинових шипів (рис. 15.6) дозволяє виготовляти шипи на торцях заготовок для наступного їх з'єднання по довжині в пресі. На верстаті виробляються шипи довжиною 10 мм і кроком 3,8 мм на заготовках довжиною не менше 200 мм і шириною до 250 мм.

На зварній станині шипорізного верстата послідовно встановлений пильний супорт 2 і фрезерний супорт 1 з вертикальним інструментальним шпинделем 1. Пильний двокоординатний супорт містить електродвигун, на валу якого закріплена пилка, що обертається з частотою 3000 об/хв, механізм настроювання пилки по висоті на товщину шипа і горизонталі на довжину шипа. Шпиндель фрезерного супорта не має настроювальних

переміщень і обертається з частотою 6000 об/хв від індивідуального електродвигуна через пасову передачу. На шпинделі встановлена фреза для виготовлення клинових шипів діаметром 125 мм.

В інших шипорізних верстатах аналогічного технологічного призначення на станині за фрезерним супортом додатково монтують бачок з клеєм і клеєнаосний ролик, що приводиться через проміжні передачі від індивідуального реверсивного електродвигуна. Подача заготовки здійснюється кареткою 7, що рухається поступально зі швидкістю 2–15 мм/хв від дії гідроциліндра 5. Хід каретки дорівнює 630 мм. Для базування заготовок служить стіл 8, що встановлений на основі каретки з можливістю переналагодження по висоті і оснащений базувальною лінійкою 9 і *гідропритиском* 3. Переналагодження стола по висоті необхідна для того, щоб виготовити на двох кінцях деталі шипи зі зсувом, рівним половині кроку клинових шипів. Такий зсув виключає сходи в шиповому сполученні при з'єднанні деталей в пресі. Для орієнтації оброблюваного торця деталі служить торцевий упор 4, який можна налаштовувати по горизонталі на необхідну довжину припуску, що видаляється.

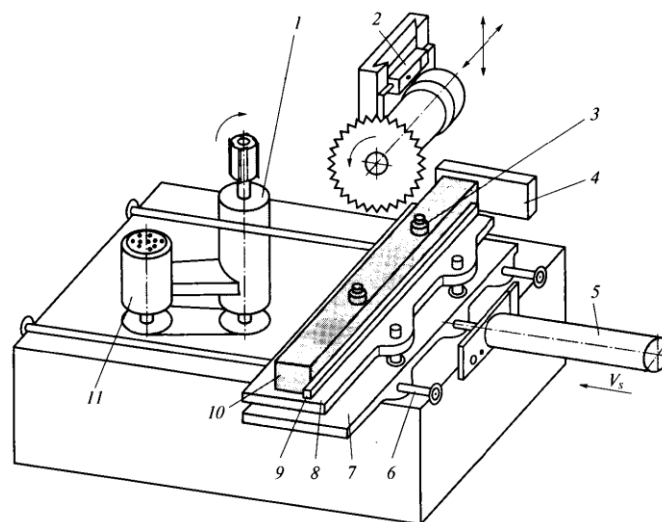


Рисунок 15.6. Шипорізний верстат для виробітку клинових шипів: 1 – фрезерний супорт; 2 – пильний супорт; 3 – гідропритиск; 4 – торцевий упор; 5 – гідроциліндр; 6 – напрямна; 7 – основна каретка; 8 – стіл; 9 – базувальна лінійка; 10 - заготовка; 11 - електродвигун

Конструкція верстатів для виготовлення ящикових прямих і клинових шипів. На рис. 15.7 зображений шипорізний верстат для виготовлення прямих ящикових і клинових шипів, що може бути використаний в столярно-будівельному, меблевому й іншому деревообробному виробництвах.

Верстат дозволяє обробляти заготовки шириною до 400 мм при виготовленні прямих ящикових шипів і шириною до 110 мм - при

виготовленні клинових шипів. Можна обробляти одночасно кілька заготовок (пакет) сумарною товщиною не більше 100 мм. Довжина заготовок повинна бути не менше 250 мм. Найбільша довжина виготовлених шипів: прямих - 50 мм, клинових - 10 мм.

На коробчастій за формою станині 9 змонтований горизонтальний фрезерний вал 5, піднімальний стіл 4 і гідроагрегат 10.

Фрезерний вал виконаний у вигляді шпинделя зі змінними комплектами фрез для виготовлення прямих ящикових або клинових шипів. Правою опорою вала служать два радіально-упорних підшипники. Ліва знімна опора являє собою радіальний сферичний кульковий підшипник з маточиною, в яку входить кінець шпинделя. Кронштейн знімної опори може відкидатися на 90° , звільняючи з торця зону для заміни інструмента.

Фрезерний вал приводиться в обертання від електродвигуна 7, що монтується на поворотній плиті так, щоб можна було регулювати натяг зубчастого ремня передачі. Стіл 4 переміщається по напрямних станини у вертикальному напрямку гідроциліндром 8.

Заготовку 6 встановлюють на столі і базують по лівій або правій бічній напрямній лінійці 3 і передньому торцевому упору 2. Бічні лінійки можна переміщати, що дає можливість налаштовувати їх на розмір крайнього вушка.

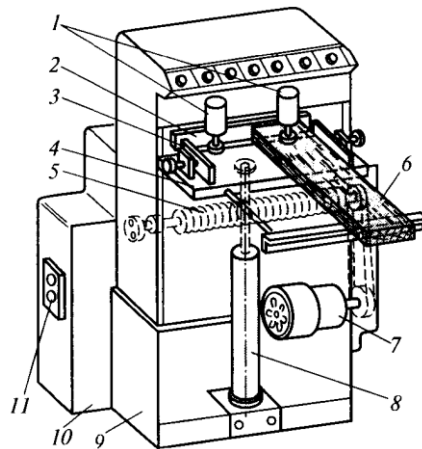


Рисунок 15.7. Шипорізний верстат для виробітку прямих ящикових або клинових шипів: 1 – гідропритиски; 2 – торцевий упор; 3 – напрямна лінійка; 4 – піднімальний стіл; 5 – фрезерний вал; 6 – заготовка; 7 – електродвигун; 8 – гідроциліндр; 9 – станина; 10 – гідроагрегат; 11 – рукоятка дроселя

Торцевий упор можна регулювати в інтервалі 0-50 мм для забезпечення необхідної довжини шипа. Закріплюють заготовку на столі гідропритисками 1. У верхній частині верстата для видалення стружки встановлений кожух, що приєднується до системи видалення відходів обробки матеріалів. З лівої сторони станини розташована панель, на якій

Гідрокінематична схема шипорізного верстата для виготовлення прямих ящикових або клинових шипів показана на рис. 15.8. З включенням електродвигуна гідроагрегата масло від насоса пластинчастого НП через сітчастий фільтр Ф і розподільники Р1 і Р2 надходить в масляний бак Б верстата.

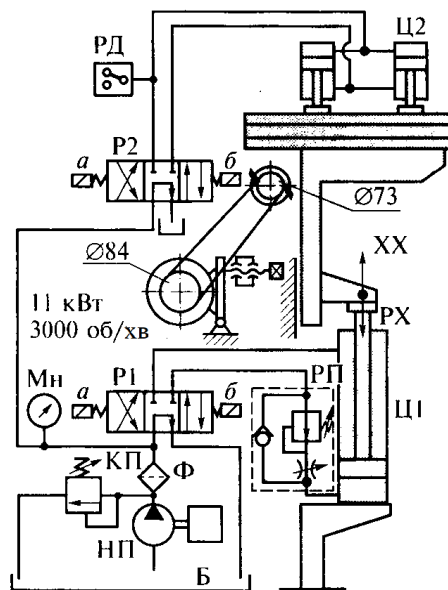


Рисунок 15.8. Гідрокінематична схема шипорізного верстата для виробітку ящиківих або клинових шипів: а, б – електромагніти; Б – масляний бак; КП – запобіжний клапан; Мн – манометр; НП – пластинчастий насос; Р1, Р2 – розподільувачі; РД – реле тиску; РП – регулятор витрати; РХ – робочий хід; Ф – фільтр; ХХ – холостий хід; Ц1, Ц2 – гідроциліндри

В початковому (верхньому) положенні стіл утримується тиском масла на поршень циліндра Ц1, тому що вихід масла з гідроциліндрів Ц1 і Ц2 замкнений в середньому положенні розподільників Р1 і Р2. При одночасному включенні електромагнітів *a* розподільників Р1 і Р2 стіл і притиски займають вихідне верхнє положення.

Робочий хід стола здійснюється включенням електромагніта *б* розподільника Р2. При цьому електромагніти *а* розподільювачів Р1 і Р2 відключаються – заготівки притискаються. Тиск в системі підвищується, спрацьовує реле тиску РД і включає електромагніт *б* розподільювача Р1 –

відбувається робочий хід стола. Наприкінці робочого ходу стіл натискає на штифт кінцевого вимикача, що відключає електромагніт *б* розподільвача P1 і одночасно включає електромагніт *а* цей же розподільвач. Стіл починає переміщатися вгору при включеному електромагніті *б* розподільвача P2.

При досягненні верхнього положення стола спрацьовує кінцевий вимикач, що виключає електромагніт *б* розподільвача P1 і включає електромагніт *а* розподільвача P2.

Відбувається відхід притисків, і заготовка звільняється. Стіл виявляється зафіксованим у верхньому положенні, тому що масло в циліндрі Ц1 замкнено середнім положенням золотника розподільвача P1.

При аварійному відключенні електроживлення стіл і притиски автоматично фіксуються (стіл зупиняється, заготовка притиснута), тому що розподільвачі P1 і P2 автоматично встановлюються в середнє положення. Для виведення заготовки з зони різання і відкріплення необхідно підняти стіл у вихідне положення, включивши електромагніт *а* розподільвача P1 і електромагніт *б* розподільвача P2.

Включення циклу здійснюється натисканням на кнопку «Цикл», розташовану на пульті керування. В режимі «Налагодження» можна переміщати стіл вгору і вниз із зупинкою в цих положеннях.

Тиск в системі регулюється запобіжним клапаном КП і контролюється манометром Мн. Швидкість робочого ходу стола регулюють дроселем регулятора витрати РП від 0 до 4 м/хв.

4. Продуктивність шипонарізних верстатів

Продуктивність одnobічних шипонарізних верстатів, шт./зм., визначають за формулою:

$$Q = \frac{T v_s K_{\Pi} K_D n}{m l}$$

де T – тривалість зміни, хв.; v_s – швидкість робочого ходу, м/хв.; K_{Π} і K_D – коефіцієнти продуктивності та використання робочого дня; ($K_{\Pi} = 0,5-0,9$; $K_D = 0,5-0,6$); n – кількість заготовок у закладці, шт.; m – кількість кінців заготовки, що обробляється, шт.; l – довжина робочого ходу каретки, м, що дорівнює ширині закладки плюс відстань між крайніми шпинделями.

Якщо визначити тривалість циклу, тоді:

$$Q = \frac{T K_D n}{m t_{\Pi}}$$

де t_{Π} – тривалість циклу оброблення однієї закладки, хв.:

$$t_{\Pi} = t_{з.р} + t_{оп.} + t_D$$

де $t_{3,P}$ – час завантаження і розвантаження заготовок, хв.; $t_{оп.}$ – час на технологічні операції, хв.:

$$t_{оп.} = \frac{l}{v_{sp} + v_{sx}}$$

де t_d – час на позациклові, допоміжні операції, хв.; v_{sp} і v_{sx} – швидкість переміщення каретки, робоча і зворотня, м/хв.

Продуктивність двобічних шипонарізних верстатів з конвеєрною подачею, шт./зм., визначають за формулою:

$$Q = \frac{Tv_s K_{\Pi} K_d n}{l_y}$$

де $K_{\Pi} = 0,7-0,8$; $K_d = 0,7-0,75$; n – кількість заготовок, що укладаються біля однієї пари упорів; l_y – відстань між упорами конвеєра подачі, м.

Продуктивність шипонарізних верстатів, шт./зм., які працюють за циклопрохідною схемою розраховують за формулою:

$$Q = \frac{TK_d n}{t_3 m}$$

де T – тривалість зміни, хв.; K_d – коефіцієнт використання робочого дня; n – кількість деталей у закладці; t_3 – тривалість циклу (оброблення однієї закладки); m – кількість кінців, на яких нарізаються шипи.

За прохідної схеми роботи верстата або для двобічних шипонарізних верстатів змінну продуктивність, шт./зм., розраховують за формулою:

$$Q = \frac{Tv_s n K_{\Pi} K_d}{l_y}$$

де v_s – швидкість подачі (робочий хід), м/хв.; n – кількість деталей, укладених на каретці або між упорами на конвеєрі; K_{Π} і K_d – коефіцієнти продуктивності та використання робочого дня; l_y – відстань між упорами конвеєра (транспортера), м.

Швидкість подачі залежить від площі поперечного перерізу зрізуваного шару. За ручної подачі вона регулюється робітником інтуїтивно (за досвідом) від 3 м/хв. до 11 м/хв.

Контрольні питання

1. На які групи підрозділяють шипонарізні верстати по їх призначенню? 2. Назвіть основні особливості конструкції шипонарізних інструментів. 3. Перелічіть основні технологічні операції і відповідні їм складальні одиниці рамних шипонарізних верстатів. 4. В чому полягає налагодження однобічного рамного шипонарізного верстата? 5. В якій послідовності налаштовують двосторонній рамний шипонарізний верстат?

6. Розкажіть про прийоми роботи на однобічних шипонарізних верстатах. 7. Як працює ящиківий шипонарізний верстат? 8. В якому порядку налаштовують шипонарізний верстат для виробітку прямих ящиківих і клинових шипів? 9. На яких верстатах можна нарізати шипи? Назвіть їх марки.

Лекція 16

СВЕРДЛИЛЬНІ, СВЕРДЛИЛЬНО-ПАЗУВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ

1. Призначення і види свердлильно-пазувальних верстатів. 2. Вертикальні свердлильно-пазувальні верстати. 3. Горизонтальні свердлильно-пазувальні верстати. 4. Багатошпиндельні горизонтально-вертикальні свердлильні верстати.

Деталі столярно-будівельних виробів, меблів чи інших виробів з деревини в більшості випадків повинні мати конструкційні елементи для з'єднання між собою. Для брускових деталей це шипи, вушка, гнізда, отвори, для щитових деталей (корпусних меблів) – отвори наскрізні та глухі для фурнітури, деталей кріплення, ручок, шарнірів, болтів, стяжок тощо). Виготовляють ці елементи в основному на шипонарізних, свердлильних, свердлильно-фрезувальних та довбальних верстатах, їх називають верстатами для глибинного оброблення деталей.

1. Призначення і види свердлильно-пазувальних верстатів

Свердлильні верстати призначені для виготовлення круглих отворів у брускових або щитових деталях. Вони можуть бути: **за кількістю робочих органів в механізмі різання** – одно- і багатошпиндельними, **за компонованням** – вертикальними та горизонтальними, а **за способом базування** – позиційно-прохідними або позиційними (рис. 16.1).



Рисунок 16.1. Класифікація свердлильних верстатів

Типова конструкція одношпиндельного свердлильного верстата (рис. 16.2) включає станину, яка складається з нижньої базувальної плити 1,

циліндричної колони 2, верхнього кронштейна 3, на якому змонтований свердлильний шпиндель 4 з приводом 5 і патроном 6 для встановлення свердел 7.

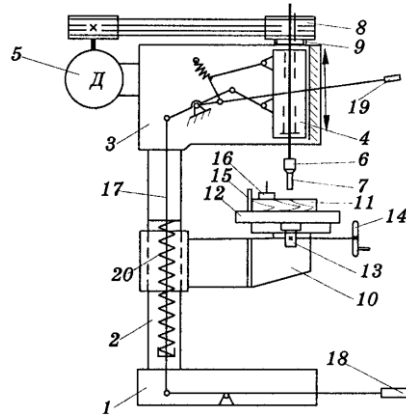


Рисунок 16.2. Вертикальний одношпиндельний свердлильний верстат: 1 – базувальна нижня плита; 2 – циліндрична колона; 3 – верхній кронштейн; 4 – свердлильний шпиндель; 5 – привод; 6 – патрон; 7 – свердло; 8 – приводний шків; 9 – підшипникова опора; 10 – кронштейн; 11 – заготівка; 12 – стіл; 13 – рейкова передача; 14 – маховичок; 15 – упор; 16 – затискач; 17 – важільна система; 18 – педаль; 19 – ручка; 20 – пружина

Шпиндель 4 переміщується для виконання робочого ходу свердління, причому приводний шків 8 має шліцьовий отвір для переміщення вала шпинделя і змонтований на підшипниковій опорі 9 незалежно від шпинделя. На колоні 2 встановлений кронштейн 10, який виконується рухомим, для настроювання на товщину заготівки 11. На кронштейні 10 змонтований стіл 12, який може переміщуватись горизонтально за допомогою рейкової передачі 13 і маховичка 14. Це дозволяє використовувати верстат як свердлильно-пазувальний з ручною подачею на довжину пазу. Заготівка 11 базується на столі 12 за допомогою упору 15 і фіксується затискачем 16. Рух подачі здійснюється важільною системою 17, педаллю 18 або ручкою 19. Вверх, у вихідне положення, шпиндель 4 повертається пружиною 20.

Свердлильні і свердлильно-фрезерні верстати призначені для обробки отворів, гнізд і пазів для шипових з'єднань, установки шурупів, гвинтів, меблевої фурнітури й ін.

При зборці виробу виникає потреба в отворах і довгастих пазах овальної форми в дерев'яних деталях, які можна одержати свердлінням і пазуванням. Отвори бувають наскрізні (рис. 16.3, а) і нескрізні (рис. 16.3, б). При орієнтації волокон деревини стосовно напрямку руху подачі розрізняють свердління поперечне (рис. 16.3, а, б) і поздовжнє (рис. 16.3, в). Кожний вид свердління повинен виконуватися свердлом з відповідною конструкцією ріжучої частини. Процес свердління характеризується швидкістю руху подачі свердла і частотою його обертання. При таких рухах

працює переважно торцева ріжуча частина інструмента і зрізуються гвинтові стружки.

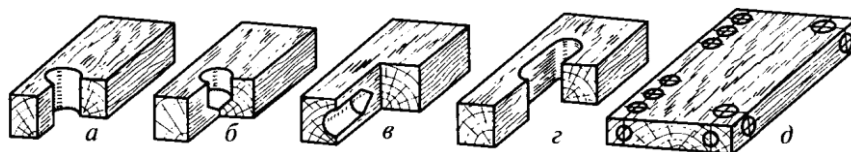


Рисунок 16.3. Види робіт, виконуваних на свердлильно-пазувальних і свердлильно-присадочних верстатах: а, б, в – свердління наскрізних і нескрізних отворів; г – вибірка пазів; д – присадка отворів на пласти і в крайці щитової деталі

На свердлильно-пазувальних верстатах (рис. 16.3, г) при вибірці довгастих пазів крім руху осьової подачі інструмент повинен робити коливальний (бічний) рух, а робочою частиною інструмента є не тільки його торцеві елементи, але і периферійна циліндрична частина кінцевої фрези. Тому що в цьому випадку робота фрези утруднена, вибірку глибоких пазів краще виконувати шляхом поступового заглиблення фрези в матеріал. Для цього призначений спеціальний механізм пазувального верстата. В брускових деталях вибірку отворів і пазів виконують на *одношпиндельних вертикальних або горизонтальних свердлильно-пазувальних верстатах*.

При необхідності масового свердління декількох отворів у щитових деталях (рис. 16.3, д) застосовують *багатошпиндельні горизонтально-вертикальні свердлильно-присадочні верстати*. На них свердлять отвори одночасно на площині і в крайках.

Розташування отворів у деталі координують двома способами: з використанням єдиної технологічної бази, наприклад двох взаємно перпендикулярних крайок щита (рис. 16.4, а), або координацією отворів відносно один одного (рис. 16.4, б).

Перший спосіб зручний при роботі на верстатах, в яких необхідні розміри забезпечуються настроюванням відносного положення осі свердла і опорних елементів верстата.

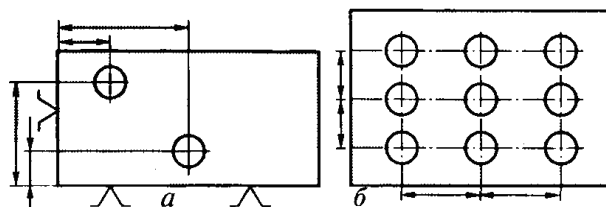


Рисунок 16.4. Координування отворів від технологічної бази (а) і між осями (б)

Другий спосіб використовують при роботі на багатошпиндельних присадочних верстатах, де відстані між осями свердл заздалегідь відомі і не регулюються.

Допуски розташування осей отворів призначаються залежно від типу з'єднання кріпильними деталями. Наприклад, розбірні і нерозбірні з'єднання деталей шкантами (круглими вставними шинами) повинні виконуватися з натягами. Крок між осями отворів нормований і дорівнює 25 або 32 мм. Задані розміри на кресленні деталі використовують для вибору відповідних номерів шпинделів свердлильної насадки, відстань між якими повинна бути кратною кроку. В цьому випадку знижується час налаштування верстата і підвищується точність обробки.

Для підвищення продуктивності одношпиндельні верстати оснащують транспортними механізмами і завантажувальними пристроями.

Верстати бувають вертикальні і горизонтальні, одно- і багатошпиндельні, з ручною і механічною подачею. Багатошпиндельні верстати, призначені для обробки отворів під круглі шипи, називають присадочними.

Вертикальні свердлильно-фрезерні верстати. На рис. 16.5 показаний свердлильно-фрезерний верстат СвП-2. На верстаті можна обробити отвори і пази. Для цього на шпинделі верстата в патроні закріплюють відповідно свердло або кінцеву фрезу. Звідси і йде назва верстата "свердлильно-фрезерний" або "свердлильно-пазувальний".

Верстат включає станину 1 з колонкою, на якій змонтований кронштейн 3 зі столом 9. Кронштейн за допомогою зубчасто-рейкової передачі може переміщатися по висоті.

На колонці розташований також верхній кронштейн з електродвигуном 5 і шпинделем 6. На шпинделі в патроні 8 закріплюється різальний інструмент.

Піноль шпинделя шарнірно з'єднана з системою важелів 2 з педаллю 10 і рукояткою 7 і може переміщатися у вертикальному напрямку. Повернення шпинделя у вихідне положення виконується пружиною 4.

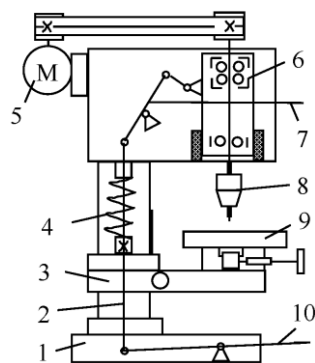


Рисунок 16.5. Свердлильно-фрезерний верстат

Верстат СВА-3. Верстат вертикальний свердлильно-пазувальний з механічною подачею призначений для свердлення отворів, розточування отворів великого діаметра, фрезерування прямих і фасонних пазів,

фрезерування по контурі. Верстат може бути використаний для свердлення отворів у м'якому металі.

Горизонтальні свердлильно-фрезерні верстати.

По конструктивному виконанню розрізняють верстати одношпиндельні і багатошпиндельні, однобічні і двосторонні. На рис. 16.6 зображений двосторонній одношпиндельний горизонтальний свердлильно-фрезерний верстат.

Робочий шпиндель 3 верстати з патронами для кріплення свердл (або кінцевих фрез) з'єднаний пасовою передачею з валом електродвигуна 1. При цьому корпус шпинделя встановлений на супорті з можливістю прямолінійно-поперечного зворотно-поступального переміщення в горизонтальній площині за допомогою шатуну 8.

Замість супорта можливі інші конструктивні виконання, що забезпечують подібні переміщення шпинделя. Шатун 8 з'єднаний шарнірно з кривошипом 7, довжина якого може регулюватися при настроюванні верстата. Кривошип закріплений на валу редуктора 5, з'єданого з електродвигуном 6. Кривошипно-шатунний механізм верстата з регульованим кривошипом забезпечує зворотно-поступальне переміщення шпинделя із заданою амплітудою.

З обох сторін шпинделя на станині верстата розташовані столи 2 і 4, на яких базуються оброблювані заготовки. Столи можуть виконувати руху подачі за допомогою, наприклад, гідроциліндрів (рис. 16.6).

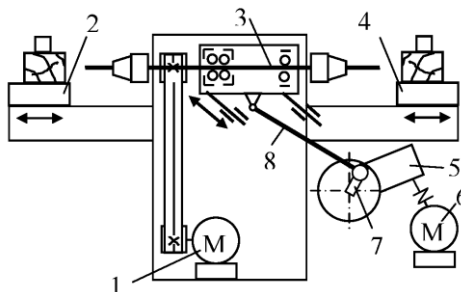


Рисунок 16.6. Схема горизонтального двостороннього свердлильно-фрезерного верстата

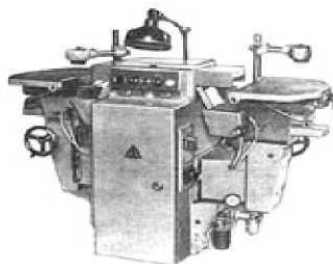


Рисунок 16.7. Верстат свердлильно-пазувальний СвПГ-2А

В даний час в деревообробній промисловості використовуються горизонтальні свердлильно-фрезерні верстати СВПГ-2А, СВПГ-1И (з цанговим кріпленням свердла), СВПГ-1П (патронний), СВПА-2.

Присадочні верстати. Свердлильно-присадочні (багатошпиндельні) верстати призначені для свердління отворів у пласти і крайках щитових деталей.

На рис. 16.8 наведений свердлильно-присадочний верстат ALFA-21T (Італія), призначений для обробки отворів в крайках щитів.

На столі верстата встановлено дві напрямні лінійки, які базують оброблюваний щит відносно горизонтально розташованих свердлильних шпинделів. Для притиску щита на столі використовуються гідропритиски.



Рисунок 16.8. Свердлильно-присадочний верстат

На верстаті можна встановити 21 свердлильний шпиндель з мінімальним кроком або кратним по 32 мм. Частота обертання шпинделів дорівнює 2800 хв^{-1} , потужність механізму головного руху 1,85 кВт. Максимальна глибина свердління дорівнює 80 мм.

Стіл верстата встановлений на двокоординатному супорті з можливістю вертикального настроювального і горизонтального робочого переміщень. Горизонтальне переміщення забезпечується гідроциліндром, що управляється педаллю.

2. Вертикальні свердлильно-пазувальні верстати

Конструкція верстатів. Вертикальні свердлильно-пазувальні верстати випускають з ручною і механічною подачею свердлильного супорта.

На рис. 16.9, а показаний вертикальний свердлильно-пазувальний верстат з ручною подачею супорта. На колонку 10 верстата встановлений шпиндель 2 з приводом через пасову передачу від двошвидкісного електродвигуна 12 і стіл 5. Робочий шпиндель обертається в підшипниках і укладений в гільзу супорта, що переміщається по напрямній вгору або вниз від дії педалі 7 або рукоятки 1. На кінці шпинделя встановлений патрон 3

Стіл верстата розташований на горизонтальних напрямних кронштейна 8 і має поздовжню подачу через зубчасто-рейковий механізм від маховичка 6. Кронштейн разом зі столом можна переставляти по висоті відповідно до висоти заготовки маховичком 11 і фіксувати в заданому положенні знімною рукояткою 9. Крім того, стіл можна нахилити під потрібним кутом або встановити вертикально, якщо необхідно свердлити отвір під кутом до базової поверхні деталі або в її крайці. Кріплять заготовки ексцентриковим притиском 4.

Пневмогідропривод складається з пневмоциліндра ПЦ1, гідроциліндра ГЦ і керуючої апаратури. Штоки циліндрів з'єднані з корпусом рухомої частини шпindelного вузла. Для компенсації різниці обсягів штокової і безштокової порожнин гідроциліндра ГЦ передбачений бачок Б, що сполучається з атмосферою. При робочому ході поршня вниз мастило тече через дросель Др, а при холостому ході вгору - через зворотний клапан КО.

Figure 1 consists of two parts: (a) and (b). Part (a) is a schematic diagram of the machine structure, showing a vertical frame with a horizontal beam at the top. Various components are numbered: 1 (pump), 2 (reservoir), 3 (filter), 4 (pressure relief valve), 5 (check valve), 6 (valve), 7 (valve), 8 (valve), 9 (valve), 10 (valve), 11 (valve), and 12 (valve). Part (b) is a schematic diagram of the control system. It shows a hydraulic circuit with a pump (1) connected to a reservoir (2). The pump is controlled by a pressure switch (P5) and a relay (K1). The hydraulic circuit includes various valves (P1, P2, P3, P4, P6) and a cylinder (13). The electrical circuit includes a motor (M), pressure switches (P1-P5), and relays (K1, K2) controlling the pump and other components.

97

В початковому положенні стиснене повітря підводиться до вбудованого в педаль пневмоклапана Р1, повітророзподільника Р3 і через головний розподільник Р2 в поршневу порожнину циліндра ПЦ1. Одночасно повітря від розподільника Р2 через клапан Р5 надходить в канал управління розподільника Р3.

При натисканні на пневмопедаль включається розподільник Р1 і повітря надходить в канали керування розподільників Р2 і Р3. Здійснюються притиск виробу і робоча подача супорта з інструментом.

Наприкінці ходу супорта включається розподільювач Р4, повітря надходить до розподільювача Р2, інструмент повертається в початкове положення, включається розподільювач Р5 і повітря надходить до розподільювача Р3.

Відбувається відтиск виробу. Наявність в системі розподільювача Р6 дозволяє здійснювати два режими роботи притиску ПЦ2. При затиснутому зворотному пневмоклапані розподільювача Р6 притискний циліндр ПЦ2 безпосередньо з'єднаний з розподільювачем Р3, що дозволяє автоматично відкріплювати деталь після кожного свердління. При віджатому зворотному клапані притиск відкріпить деталь тільки при натисканні на рукоятку розподільювача Р6 після виконання декількох свердлінь в одній деталі. Швидкість подачі шпиндельного вузла налаштовують дроселем Др гідроциліндра ГЦ.

3. Горизонтальні свердлильно-пазувальні верстати

Конструкція верстатів. Горизонтальні свердлильно-пазувальні верстати випускають з однобічним і двостороннім шпинделем. Для обробки деталей з пазами, розташованими під кутом до пласті, стіл виконують нахиленим. У верстатах з двостороннім шпинделем, на кінцях якого закріплюються різальні інструменти, є два робочі столи. Таке виконання дозволяє сполучити операцію кріплення заготовки і вивантаження готової деталі на одному столі з робочим ходом другого стола і таким способом збільшити продуктивність верстата.

На (рис. 16.10) зображений горизонтальний свердлильно-пазувальний верстат з двостороннім шпинделем. Він призначений для свердління отворів діаметром до 30 мм і вибірки пазів довжиною до 125 мм. Від електродвигуна через пасову передачу здійснюється обертання двостороннього шпинделя 2 з частотою 6000 або 12 000 об/хв. Від того ж електродвигуна здійснюється привод бічної подачі шпинделя через клиноремінний варіатор і кривошипно-важільний механізм з частотою до 300 коливань (циклів) за хвилину. На кінцях шпинделя встановлені цангові патрони для кріплення кінцевих фрез 4 або свердл.

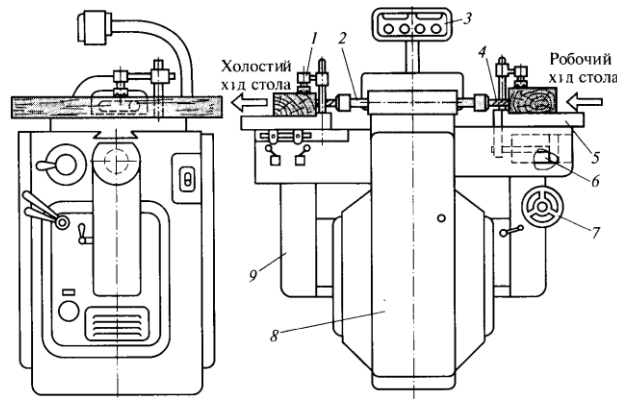


Рисунок 16.10. Горизонтальний свердильно-пазувальний верстат з двостороннім шпинделем: 1 – пневмопритиск; 2 – шпиндель; 3 – пульт; 4 – кінцева фреза; 5 – стіл; 6 – пневмоциліндр; 7 – маховичок; 8 – станина; 9 – кронштейн

З боків станини 8 верстата встановлені на кронштейнах 9 два робочі столи 5. Столи мають вертикальне налагоджувальне переміщення від маховичків 7. Їх можна нахилити вручну маховичком на кут до 25° . Всередині кожного стола змонтований пневмоциліндр 6, призначений для горизонтальної подачі стола зі швидкістю до 3 м/хв.

4. Багатошпиндельні горизонтально-вертикальні свердильні верстати

Багатошпиндельні верстати для свердління отворів під шканти на пласті або країці меблевих щитів називаються присадними. Вони призначені для свердління отворів одного діаметра з лінійним розміщенням свердел.

На рис. 16.11 зображено схему і загальний вигляд свердильно-присадного верстата позиційно-прохідного типу з набором горизонтальних і вертикальних багатошпиндельних головок.

Верстат працює за позиційно-прохідною схемою. У цикл роботи входить завантаження, зупинка деталі на позиції оброблення та вивантаження. Заготівка 1 подається в зону оброблення стрічковим конвеєром 2. Завдяки шарнірно-підвішеним штовханам 3 можливий вільний прохід деталі. Після проходження під штовханами, конвеєр опускається, щит лягає на поздовжні балки 4, а штовхані 3 штоками пневмоциліндрів 5 притискають щит до упорів 6, які переміщуються пневмоциліндрами 7.

Після цього верхні притискачі 8 притискають його до балок 4 й умикається механізм переміщення свердильних головок 9, 10. Після закінчення свердління упори 6 і притискачі 8 піднімаються та умикається конвеєр 2, який транспортує щит на розвантаження.

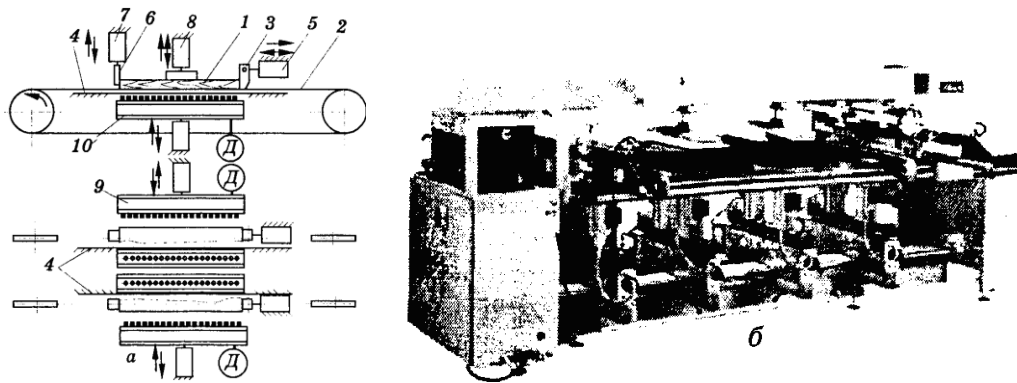


Рисунок 16.11 Свердильно-присадний позиційно-прохідний верстат з набором горизонтальних і вертикальних багатошпindelьних головок: а – принципова схема; б – загальний вигляд; 1 – заготівка; 2 – стрічковий конвеєр; 3 – штовхачі; 4 – поздовжні балки; 5, 7 – пневмоциліндри; 6 – упори; 8 – притискачі; 9, 10 – свердильні головки

На рис. 16.12 наведено конструкцію багатошпindelьної головки, яка використовується у присадних верстатах. Головка включає ряд шпindelьних валів 1, які розміщені на кулькових підшипниках 2 у корпусі 3 з верхньою 4 і нижньою 5 кришками. Кількість валів – у межах 21–31 шт.

Відстань між валами відповідає міжнародному стандарту і складає 32 мм. Привод шпindelів здійснюється від електродвигуна 6 через пасову передачу 7 і далі через циліндричні зубчасті шестерні 8, які встановлені на шпindelьних валах 1. Завдяки такій передачі руху два послідовно розміщені вали мають різний напрямок обертання і на них встановлюються свердла з правою і лівою навивкою канавок. Патрони 9 для закріплення свердел дозволяють швидко їх закріпити відповідно до розміру відстані між отворами в заготівці, який кратний 32 мм.

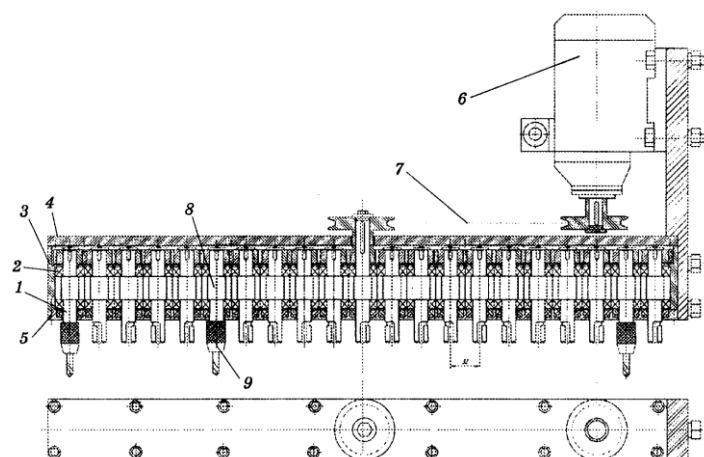


Рисунок 16.12. Багатошпindelьна головка: 1 – шпindelьні вали; 2 – кулькові підшипники; 3 – корпус; 4 – верхня кришка; 5 – нижня кришка; 6 – електродвигун; 7 – пасова передача; 8 – шестерні; 9 – патрони

У позиційних багатошпиндельних верстатах (рис. 16.13) щит 1 базується на столі 2 і напрямних 3 і нерухомо закріплюється за допомогою притискачів 4. Свердління отворів проводиться двома горизонтальними багатошпиндельними головками 5 і двома вертикальними 6, які розміщені знизу щита. Кожна головка має індивідуальний привод переміщення 7.

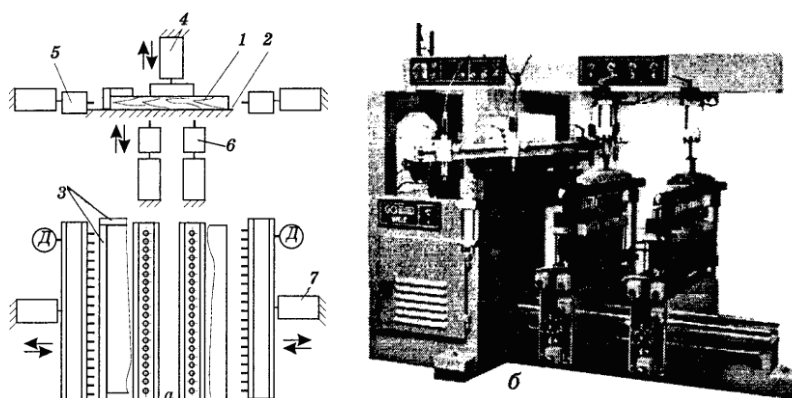


Рисунок 16.13. Позиційний багатошпиндельний вертикально-горизонтально свердлильний присадний верстат з набором горизонтальних і вертикальних головок: а – принципова схема; б – загальний вигляд; 1 – щит; 2 – стіл; 3 – напрямні; 4 – притискачі; 5 – горизонтальні багатошпиндельні головки; 6 – вертикальні багатошпиндельні головки; 7 – приводи переміщення

Простішу конструкцію мають верстати з однією багатошпиндельною головкою (рис. 16.14). Щитова деталь 1 кріпиться на столі верстата 2 притискачами 3. Багатошпиндельна головка 4 разом з приводом її переміщення 5 закріплюється до станини верстата із можливістю повороту на кронштейнах 6. Головка може фіксуватись горизонтально під час свердління отворів у крайці щита і вертикально під час свердління отворів у пласць.

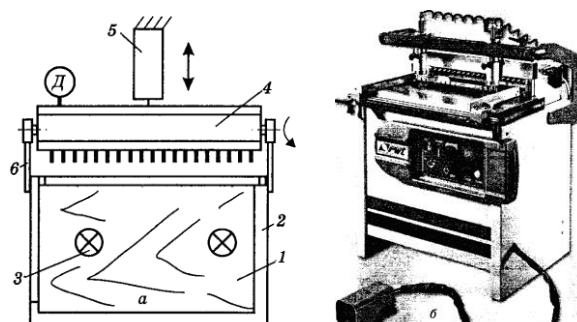


Рисунок 16.14. Позиційний багатошпиндельний вертикально-горизонтально свердлильний присадний верстат з однією головкою: а – принципова схема; б – загальний вигляд; 1 – щитова деталь; 2 – стіл; 3 – притискачі; 4 – багатошпиндельна головка; 5 – привод; 6 – кронштейни

Свердлильно-пазувальні верстати призначені для виготовлення округлених пазів і гнізд методом свердління та пазового фрезування. Для цієї операції використовують кінцеві пазові фрези з додатковими різальними крайками на торці інструменту. Свердлильно-пазувальні верстати можуть бути одно- та багатошпиндельними, вертикальними та горизонтальними (рис. 16.15). Одношпиндельні вертикальні верстати (рис. 16.15, *а*) за конструкцією аналогічні до свердлильних. Відрізняються вони напрямом переміщення стола та інструменту, що застосовується.

Під час роботи верстата з коливним рухом супорта (рис. 16.15, *б*) осьову подачу здійснює стіл із заготівкою. За такої кінематики на вузьких стінках гнізда з'являються зубчасті нерівності й вигнутість дна. Вони малі за розміром, але все-таки міцність з'єднання знижують. Для сучасних верстатів характерна прямолінійна траєкторія поперечного переміщення шпинделя (рис. 16.15, *в, г, і, д*), у них усунені недоліки попередньої схеми, спрощується налаштування верстата на заданий розмір довжини паза, підвищується якість продукції та продуктивність процесу.

Для зазначених принципових схем відзначимо конструктивні особливості поперечного переміщення шпинделя. У верстатах, що працюють за схемами, зображеними на рис. 16.15, *в, г*, супорт шпинделя переміщується по плоских або призматичних напрямних, а у верстатах, які працюють за схемами, показаних на рис. 16.15, *і, д*, супорт відсутній, а шпиндель здійснює коливний рух за допомогою шарнірно-важільного механізму.

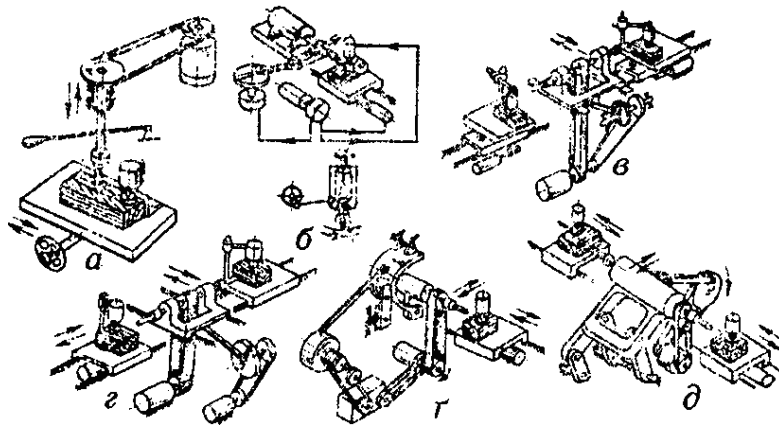


Рисунок 16.15. Принципові схеми свердлильно-пазувальних верстатів: *а* – вертикальний з ручною подачею; *б* – горизонтальний з коливним рухом супорта; *в, г* – з горизонтальним прямолінійним рухом супорта; *і, д* – з коливним рухом шпинделя

Ці механізми характеризуються високою точністю та надійністю, простотою технічного обслуговування й меншою масою. Механізм, що зображений на рис. 16.15, *і*, має підвісну конструкцію, на рис. 16.15, *д* – лямбдоподібну. Обертний рух шпиндель отримує від електродвигуна через

пасову передачу. Довжина паза регулюється зміною величини радіуса кривошипа. Затискання заготовки на столі та осьове переміщення стола – пневматичне або гідравлічне.

На рис. 16.16 зображено кінематичну схему двобічного одношпиндельного свердлильно-пазувального верстата. Такі верстати переважно використовують у меблевому виробництві. Можливе його застосування в інших виробництвах, де необхідна висока точність та міцність з'єднання. Верстат складається з механізму різання, механізму подачі, механізму затискання деталей, станини, огорожень.

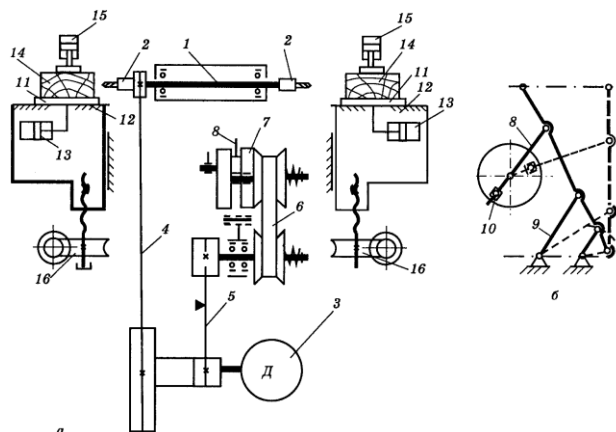


Рисунок 16.16. Кінематична схема двобічного свердлильно-пазувального верстата: *а* – кінематична схема; *б* – лямбдоподібний механізм коливання шпинделя: 1 – шпиндель; 2 – патрони; 3 – електродвигун; 4 – плоскопасова передача; 5 – клинопасова передача; 6 – клинопасовий варіатор; 7 – барабан; 8 – шатун; 9 – шарнірно-важільна система; 10 – повзун; 11 – стіл; 12 – напрямні; 13 – пневмоциліндр; 14 – заготовки; 15 – пневмопритискачі; 16 – черв'ячно-гвинтовий механізм

Робочий шпиндель 1 з патронами 2 для кріплення пазових фрез приводиться в рух від електродвигуна 3 за допомогою плоскопасової передачі 4 (рис. 16.16, *а*). Від цього ж електродвигуна через клинопасову передачу 5 рух передається на клинопасовий варіатор 6. Веденим шківом варіатора служить обід кривошипного барабана 7. Далі за допомогою шатуна 8 рух передається на шарнірно-важільну систему 9 (рис. 16.16, *б*) так званого лямбдоподібного механізму, який перетворює колильний рух шатуна у зворотно-поступальний, майже прямолінійний рух шпинделя в поперечному напрямі. Амплітуда коливань шпинделя регулюється за допомогою повзуна 10. Стіл 11 верстата переміщується по напрямних 12 пневмоциліндрами 13 з швидкістю до 5 м/хв. Притискання заготовок 14 здійснюється пневмопритискачами 15. Вертикальне переміщення стола під час налагодження верстата здійснюється черв'ячно-гвинтовим механізмом 16.

В крупносерійному виробництві для одночасного свердління декількох отворів у щитовій деталі застосовують горизонтально-вертикальні багатошпиндельні свердлильні верстати.

Основними частинами верстатів є свердлильні агрегати, оснащені шпиндельними насадками, і опорний стіл з елементами для правильного базування оброблюваної деталі. Шпиндельна насадка містить в собі 3, 5, 13, 21 і більше шпинделів, привод яких працює від одного електродвигуна з частотою обертання валу 2800 об/хв. Відстань між шпинделями (крок) нормовано і прийнято рівним 32 мм.

Залежно від конструкції свердлильні агрегати монтують на станині з горизонтальним і вертикальним положенням шпинделів для свердління отворів у верхній і нижньої пласти або крайці деталі.

В деяких верстатах шпинделі або стіл виконують нахиленими для свердління отворів під кутом, до пласти деталі. Високопродуктивні верстати прохідного типу оснащують завантажувально-розвантажувальними пристроями.

Конструкція верстатів. Багатошпиндельний горизонтально-вертикальний свердлильний верстат прохідного типу (рис. 16.17) призначений для одночасного свердління отворів як в пласти, так і в крайках щитів довжиною до 2000 мм. Верстат містить в собі дві стійки 6, з'єднані між собою балками з прямокутними напрямними 7 і порталом 3. На напрямних змонтовані чотири вертикальних 8 і два горизонтальних 9 свердлильних агрегати, елементи базування заготовки на позиції і двострічковий конвеєр. На порталі розміщені переставні прижими 4. Кожний вертикальний агрегат можна переставляти вручну по напрямній вздовж станини на задані розміри щита.

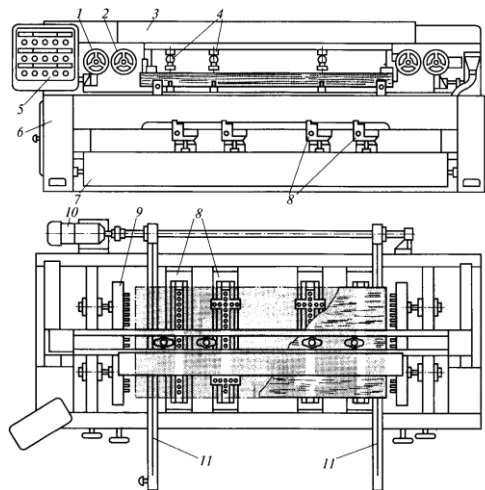


Рисунок 16.17. Багатошпиндельний горизонтально-вертикальний свердлильний верстат: 1, 2 – маховички; 3 – портал; 4 – притиски; 5 – пульт керування; 6 – стійка; 7 – напрямна; 8, 9 – свердлильні агрегати; 10 – мотор-редуктор; 11 – конвеєр

Двокоординатний супорт горизонтального агрегату переміщують вздовж станини маховичком 2, а по висоті - маховичком 1.

Для завантаження заготовки у верстат і видалення готового виробу з верстата служить конвеєр 11 з клинових ременів, що рухається від мотор-редуктора 10.

Свердлильні агрегати верстата виконані з уніфікованих складальних одиниць (рис. 16.18): шпindelної насадки 3, траверси 11 і супорта 7, встановлених на напрямній 6 станини.

Шпindelна насадка робить рух подачі по круглих напрямних від пневмоциліндрів 2, вбудованих в траверсу. Для точного паралельного переміщення насадки є синхронізуючий вал 1 з шестірнями на кінцях, які перебувають в зачепленні із зубчастими рейками.

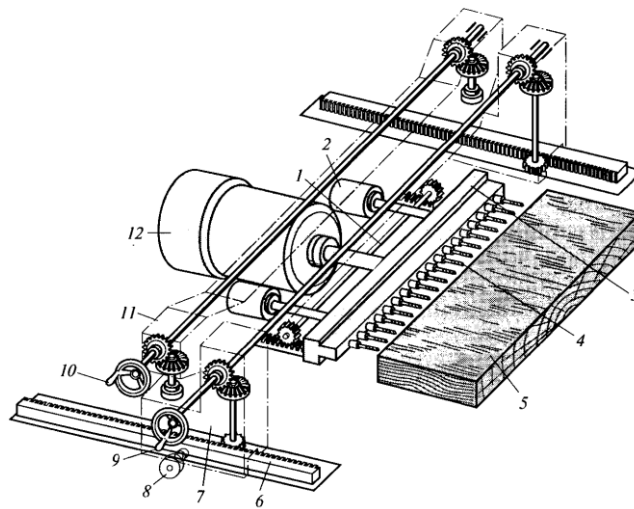


Рисунок 16.18. Свердлильний агрегат багатошпindelного верстата: 1 – вал; 2 – пневмоциліндр; 3 – шпindelна насадка; 4 – шпindel; 5 – деталь; 6 – напрямна; 7 – супорт; 8 – фіксатор; 9, 10 – маховички; 11 – траверса; 12 – електродвигун

По висоті траверси з насадкою регулюють маховичком 10 через зубчасті конічні і гвинтові передачі. Механізм настроювання на ширину щита містить в собі маховичок 9, зубчасту конічну і зубчасто-рейкову передачі. В заданому положенні супорти кріпляться фіксатором 8. В інших верстатах настроювальні переміщення супорта виконуються механізмом позиціонування від індивідуального електродвигуна.

Шпindelна насадка складається з корпусу, в якому розміщені робочі шпindelі і привод. Від електродвигуна через муфту рух передається центральному шпинделю, від якого послідовно через зубчасті шестірні приводяться в обертання інші 20 шпindelів. Сусідні шпindelі обертаються в різні сторони, а відстань між ними не регулюється і дорівнює 32 мм.

Крім основної насадки до верстата додаються додаткові, які мають по п'ять шпindelів кожна. Додаткова насадка встановлюється на корпус

основної насадки, а привод шпинделів здійснюється від одного зі шпинделів основної насадки. У верстатах циклової дії з нахиленими шпинделями, нахил свердлильного агрегату здійснюється вручну маховичком або приводом від пневмоциліндра.

Контрольні запитання

1. Назвіть технологічне призначення свердлильно-пазувальних верстатів. 2. Наведіть класифікацію свердлильних верстатів за різними видами ознак. 3. Назвіть і охарактеризуйте основні механізми свердлильних і свердлильно-присадних верстатів. 4. Назвіть переваги і недоліки свердлильних верстатів. 5. Розкажіть про принцип дії і основні складальні одиниці вертикального свердлильно-пазувального верстата. 6. Як кріплять свердла і фрези у свердлильно-пазувальному верстаті? 7. Розкажіть про прийоми роботи на свердлильно-пазувальному верстаті. 8. В чому полягає налагодження горизонтального свердлильно-пазувального верстата? 9. Які основні складальні одиниці містить багатошпиндельний горизонтально-вертикальний свердлильний верстат? 10. Які свердла використовують в багатошпиндельному свердлильно-присадному верстаті?

Лекція 17

ДОВБАЛЬНІ ТА КОМБІНОВАНІ ВЕРСТАТИ

1. Довбальні верстати. 2. Конструкція довбальних верстатів. 3. Комбіновані верстати.

Деталі столярно-будівельних виробів, меблів чи інших виробів із деревини у більшості випадків повинні мати конструкційні елементи для з'єднання між собою. Для брускових деталей це шипи, вушка, гнізда, отвори, для щитових деталей (корпусних меблів) – отвори наскрізні та глухі для фурнітури, деталей кріплення, ручок, шарнірів, болтів, стяжок тощо). Виготовляють ці елементи в основному на шипонарізних, свердлильних, свердлильно-фрезувальних та довбальних верстатах, їх називають **верстатами для глибинного оброблення деталей.**

1. Довбальні верстати

Довбальні верстати призначені для виготовлення прямокутних гнізд у виробках з деревини для шипових з'єднань і встановлення фурнітури. Для цієї операції найчастіше застосовують фрезерні ланцюжки та гніздові фрези. Фрезерні ланцюжки встановлюють на ланцюгово-довбальних верстатах і агрегатних головках.

Фрезування виконується зубами ланцюжка, який переміщається по дуговій траєкторії. Для виготовлення паза великої довжини, крім вертикальної, додається бокова подача. За розміщенням довбальних (фрезерних) ланцюжків верстати поділяють на вертикальні та горизонтальні. За кількістю довбальних ланцюжків – одно- і багатошпindelні. Вертикальні верстати застосовують для фрезування гнізд на широких поверхнях щитових і рамкових деталей, а також на бокових поверхнях брусків; горизонтальні – переважно для виготовлення гнізд на крайках щитів і рамок.

На рис. 17.1 наведено загальний вигляд, схему довбання ланцюжком і гідравлічну схему вертикального одношпindelного довбального верстата.

Верстат складається (рис. 17.1, *а*) з чавунної литої станини 3 коробчатої форми, стола 5, супорта 7, різальної головки 8, гідроелектрообладнання і притискача 6. Спереду на станині є напрямні для вертикального переміщення супорта за допомогою гідроциліндра Ц1, що встановлений усередині станини. Стіл з вертикальною плитою 4 розміщено на напрямних кронштейна, по яких він пересувається у горизонтальному напрямі (під час налагодження) поворотом маховичка 10. На валу електродвигуна 9 є ведуча зірочка 13 довбальної головки. Головка (рис. 17.1, *б*) складається зі змінного фрезерного ланцюжка 12, напрямної лінійки 11, приводної зірочки 13 і натяжного ролика 14.

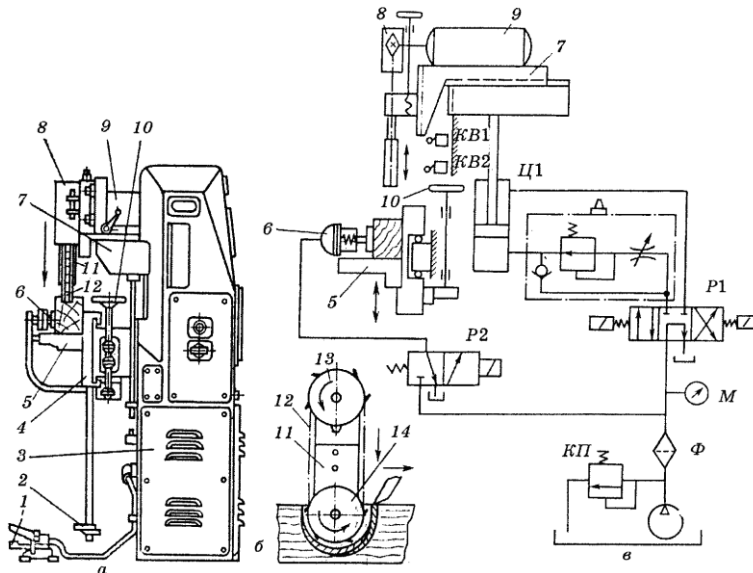


Рисунок 17.1. Довбальний верстат: *а* – загальний вигляд; *б* – схема довбання ланцюжком; *в* – гідрокінематична схема: 1 – педаль; 2 – упор; 3 – станина; 4 – стіл з вертикальною плитою; 5 – стіл; 6 – гідрозатискачі; 7 – супорт; 8 – різальна головка; 9 – електродвигун; 10 – маховичок; 11 – напрямна лінійка; 12 – ланцюжок; 13 – привідна зірочка; 14 – напрямний валик

Заготівка, яка обробляється, кріпиться на столі гідрозатискачами 6 (рис. 17.1, в). Гніздо вибирається ланцюжком під час опускання супорта 7 з різальною головкою і електродвигуном приводу 9. Величина ходу супорта або глибина гнізда задається встановленням кінцевих вимикачів, які керують гідророзподільником Р1 для забезпечення робочого і холостого ходів, а також для зупинки супорта у верхньому положенні.

Якщо педаль 1 натиснута, то супорт у нижньому положенні, якщо відпущена, то виконується холостий хід. Для встановлення щитових деталей служить упор 2.

Для довбання вузьких гнізд використовують **гніздові фрези** (рис. 17.2), які виготовлені у вигляді вузької тонкої пластинки з зубцями на нижній та боковій поверхнях. Нижні зуби різальні, бокові – для винесення стружки. Фреза здійснює рух по еліптичній кривій або дузі кола.

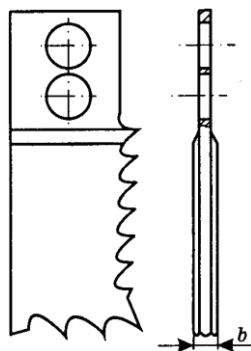


Рисунок 17.2. Гніздова фреза

Довбання такою фрезою менш продуктивне, порівняно з ланцюговим, але дозволяє отримати гнізда високої точності шириною до 3 мм з прямим дном. Гніздові фрези використовують на довбальних агрегатних головках (рис. 17.3).

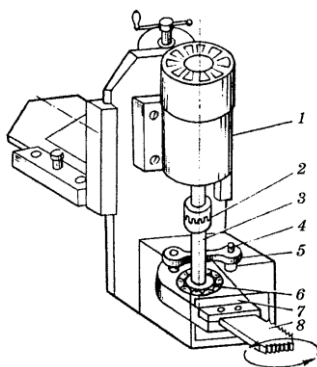


Рисунок 17.3. Головка довбального верстата: 1 – електродвигун; 2 – муфта; 3 – вал; 4 – вісь; 5 – тяга; 6 – ексцентрик; 7 – коромисло; 8 – фреза

Довбальна головка складається з коромисла 7 з гніздовою фрезою 8, тяги 5, шарнірно зв'язаної з коромислом, яке сидить на осі 4, вала 3 з

ексцентриком 6 і електродвигуна 1, який приводить в обертовий рух вал через муфту 2. Під час обертання валу з ексцентриком що зв'язаний з коромислом фрези (довб'яка), остання отримує вібраційний рух за замкнутою траєкторією, яка є головним рухом процесу різання.

Рух подачі надається заготівці або довбальній головці. Довбальні головки можуть встановлюватися як на позиційних довбальних верстатах, так і на верстатних лініях для оброблення вікон чи дверей.

Довжина паза визначається шириною фрези b (див. рис. 17.2) та амплітудою коливань і регулюється без заміни інструменту. Ширина гнізда зумовлюється товщиною зубів гніздової фрези.

2. Конструкція довбальних верстатів

Основними технологічними параметрами ланцюгово-довбальних верстатів є найбільша ширина і довжина обраного паза. Випускають верстати для вибірки гнізд шириною до 25 мм і довжиною 40-430 мм. На верстатах можна вибирати гнізда в крайках дверних полотен. Деякі верстати мають додатковий горизонтальний свердлильний супорт для висвердлювання отворів у полотні дверей за одну установку.

Ланцюгово-довбальний верстат (рис. 17.4) містить в собі станину 6, робочий стіл з гідропритиском 9 і супорт 10 з ріжучою головкою 11. Стіл складається з двох плит. Вертикальна плита 7 встановлена на кулькових напрямні станини і має поздовжню подачу через зубчасту рейкову передачу від маховичка 2. Горизонтальна плита 8 прикріплена до вертикальної плити і може переставлятися по висоті залежно від розмірів оброблюваної заготівки. Для того щоб вибрати гніздо в крайці щитової деталі, горизонтальну плиту знімають, а заготівку встановлюють на упори, що переставляються по висоті 5.

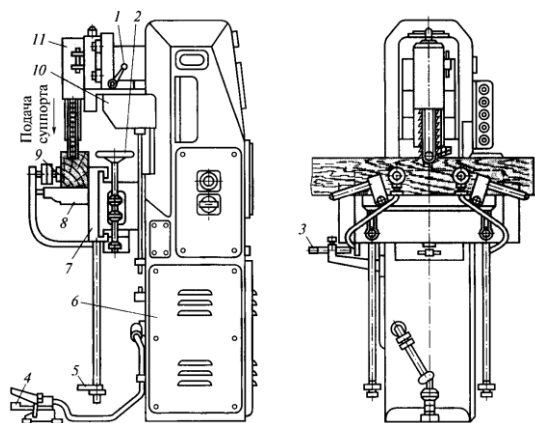


Рисунок 17.4. Ланцюгово-довбальний верстат: 1 – рукоятка; 2 – маховичок поздовжні подачі; 3 – обмежник ходу стола; 4 – педаль; 5 – упор; 6 – станина; 7 – вертикальна плита; 8 – горизонтальна плита; 9 – гідропритиск; 10 – супорт; 11 – ріжуча головка

Для вибірки в одній деталі декількох гнізд пристроюють до верстата спеціальне пристосування у вигляді стійки з горизонтальною напрямною штангою, на якій розміщені переставні упори.

Супорт переміщається вгору або вниз по напрямних станини від гідроциліндра. На супорті змонтована ріжуча головка, що рейковою передачею можна переставляти в поперечному напрямку знімною рукояткою 1. В інших верстатах супорт можна нахилити в межах $-45...+45^\circ$ для вибірки похилих гнізд.

Довбальні верстати з гніздовою фрезою випускають одно-, дво- і багатосупортні.

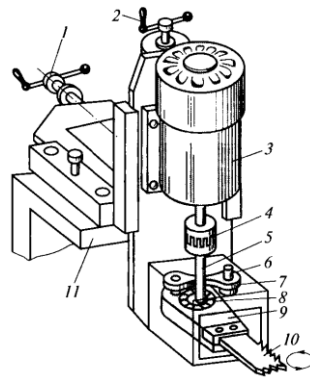


Рисунок 17.5. Довбальна головка: 1, 2 – маховички; 3 – електродвигун; 4 – муфта; 5 – вал; 6 – вісь; 7 – тяга; 8 – ексцентрик; 9 – коромисло; 10 – довбальна фреза; 11 – станина

Типові супорти з довбальною головою (рис. 17.5) монтують на станині 11 з можливістю переналадження по довжині на задані координати розташування пазів під петлі у віконній стулці або брусках коробки. Довбальна головка складається з тяги 7, коромисла 9 з довбальною фрезою 10, вала 5 з ексцентриком 8 і приводного електродвигуна 3. При обертанні вала електродвигуна ексцентрик приводить коромисло і довбляк у вібруючий рух по еліптичній траєкторії з частотою 3000 хитань за хвилину. Такий рух забезпечує послідовне вривання зубів у деревину, різання вздовж гнізда, видалення стружок з гнізда і повернення довбляка у вихідне положення. Супорт має настроєчне переміщення для установки розмірів паза по глибині маховичком 1 і по висоті маховичком 2.

Ланцюгово-довбальний верстат. Верстат (рис. 17.6) складається зі станини, у верхній частині якої у вертикальних напрямних змонтований супорт 6 механізму головного руху.

На супорті встановлені електродвигун і напрямна планка 4 з натяжним роликом 2. На валу електродвигуна закріплена чотиризуба зірочка 5. На зірочку, планку і ролик надітий фрезерний ланцюжок 3. Супорт 6 з механізмом головного руху за допомогою рукоятки 7 може опускатися і підніматися.

Нижче механізму головного руху на станині встановлений двокоординатний супорт зі столом, на якому базується по лінійці й упорам і фіксується затискачами заготовка.

При роботі за допомогою рукоятки 7 супорт 6 опускають вниз. Фрезерний ланцюжок 3, натягнутий роликом 2, врізається на задану глибину в заготовку 1. Після цього стіл з заготовкою переміщують в горизонтальному напрямку і одержують задану довжину прямокутного паза.

Сучасні ланцюгово-довбальні верстати мають гідравлічний привід супорта 6 і надвигання заготовки.

Стіл роблять поворотним на кут до 45° навколо поздовжньої осі.

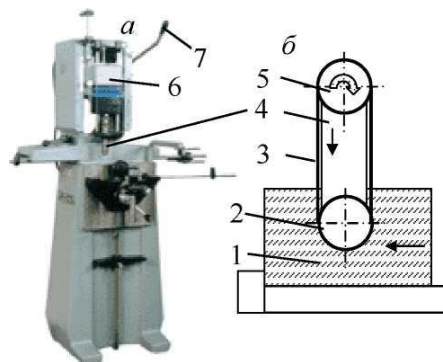


Рисунок 17.6. Верстат ланцюгово-довбальний: *а* - загальний вигляд; *б* - схема обробки паза

Довбальна агрегатна головка. Головка призначена для обробки вузьких прямокутних гнізд під дверні петлі шириною 1,6 - 4,0 мм. В корпусі 4 головки (рис. 17.7) закріплений кульковий підшипник 3, у внутрішньому кільці якого встановлений диск 2, ексцентрично посаджений на вал електродвигуна. Крім того, корпус шарнірно з'єднаний тягою 5 з нерухомою стійкою, і на ньому закріплений різальний інструмент у вигляді довб'яка (гніздової фрези) 1. При обертанні вала електродвигуна довб'як виконує плоский рух по траєкторії еліпса. Впроваджуючись в деревину, зуби довб'яка формують прямокутний паз.

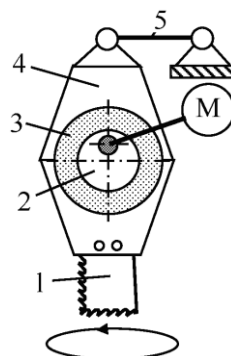


Рисунок 17.6. Довбальна головка

Головка звичайно вбудовується в довбальний верстат. Вона монтується на супорті з можливістю надвигання довб'яка в деревину і нахилу площини довб'яка до горизонтальної площини на кут до 45° .

3. Комбіновані верстати

Для невеликих підприємств, майстерень і ремонтних господарств вигідно мати верстати, які дають змогу виконувати декілька технологічних операцій. До таких машин належать **комбіновані** верстати, що випускаються низкою вітчизняних заводів і зарубіжних фірм. На рис. 17.7 показано комбінований деревообробний верстат, призначений для виконання декількох операцій оброблення заготовок з деревини: поздовжнього плоского фрезування (фугування), поздовжнього і поперечного пиляння, фрезування прямолінійних поверхонь за профілем фрези, торцевого шліфування, свердління отворів та свердлильно-пазувальних робіт.

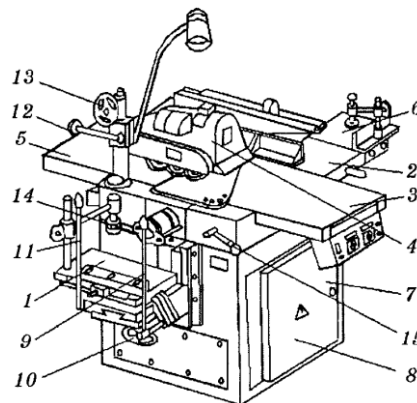


Рисунок 17.7. Загальний вигляд комбінованого верстата: 1 – стіл свердлильного агрегату; 2 – стіл пилкового агрегату; 3 – передній стіл фугувального агрегату; 4 – автоподавач заготовок; 5 – стіл задній фугувального агрегату; 6 – каретка для поперечного пиляння; 7 – станина верстата; 8 – електрична шафа; 9 – ручка поздовжньої подачі стола; 10 – маховичок вертикального переміщення стола свердлильного агрегату; 11 – ручка поперечної подачі стола свердлильного агрегату; 12 – ручка фіксування автоподавача; 13 – маховичок для підймання та опускання автоподавача; 14 – свердлильний шпиндель; 15 – ручка для підймання та опускання переднього стола фугувального агрегату

Верстат складається з таких функціональних агрегатів: станини, механізму різання, механізму подачі, системи базування заготовок, механізмів притискання та закріплення заготовок, механізмів налагодження та огорожень.

Механізм різання (рис. 17.8) складається з робочого вала, який розділений за призначенням на три агрегати: пилковий 1, поздовжньо-фрезувальний 2 і свердлильний 3, на якому можна закріплювати свердло або

фасонну фрезу.

Привод механізму різання здійснюється від двошвидкісного електродвигуна 4 за допомогою клинопасової передачі 5.

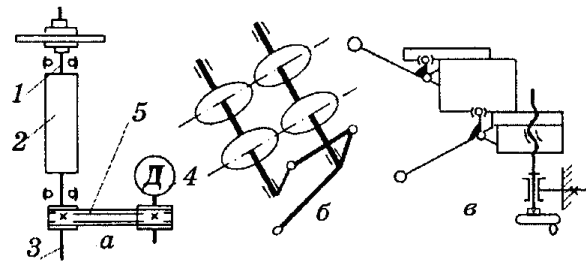


Рисунок 17.8. Кінематична схема механізмів комбінованого верстата: а – механізм різання; б – механізм регулювання положення переднього стола фугувального агрегату; в – механізм переміщення стола свердильно-пазувального агрегату; 1 – пиловий агрегат; 2 – поздовжньо-фрезувальний; 3 – свердильний; 4 – електродвигун; 5 – клинопасова передача

Подача заготівок на ножовий вал фугувального агрегату здійснюється за допомогою вальцювого автоподавача.

Базування заготівок здійснюється на столі пилового агрегату, на передньому та задньому столі фугувального агрегату і на столі свердильного агрегату.

Верстат оснащений загострювальним пристроєм для тонких фрезерних ножів.

Станина верстата – це лита жорстка конструкція коробчатої форми. Всередині станини встановлені електродвигун і електрообладнання верстата.

Комбінований п'ятиопераційний верстат наведено на рис. 17.9. Верстат призначений для створення базової чистової поверхні; оброблення в розмір по товщині; поздовжнього та поперечного розкрою пиломатеріалів та листових деревних плит; фрезування; нарізання шипів; виконання свердильно-пазувальних робіт.

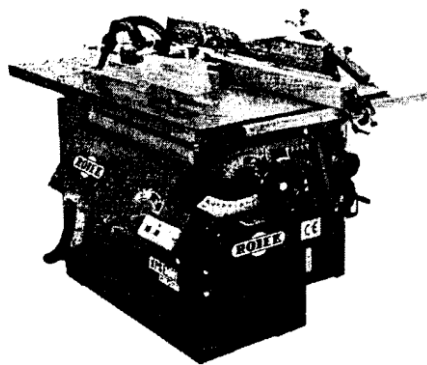


Рисунок 17.9. Комбінований п'ятиопераційний верстат

Стрімкий розвиток високих технологій, що довго не доходив до деревообробки, в кінці минулого тисячоліття прорвався у цю традиційно консервативну галузь. Представниками цих високих технологій є обробні центри, що останнім часом демонструються на виставках і закупляються підприємствами. Власники сучасних технологій на базі обробних центрів з числовим програмним керуванням (ОЦ з ЧПК) незаперечно домінують у своїх сегментах ринку. Властиві ОЦ найвища якість оброблення разом із максимальною гнучкістю й оперативністю принципово недосяжні для технологій минулого століття.

Прототипами обробних центрів можна вважати: комбіновані багатоопераційні верстати; фрезувальні верстати з револьверними супортами; металообробні центри з магазинами для інструментів і програмним керуванням.

Обробним центром (ОЦ) називають гнучкий багатоопераційний деревообробний верстат, що здатний автономно функціонувати в автоматичному режимі та швидко переналагоджуватися на інший вид об'єкта виробництва.

ОЦ з ЧПК є основою гнучких виробничих модулів (ГВМ), тобто вони придатні для роботи у гнучкій виробничій системі. Наявність системи числового програмного керування в обробному центрі дає змогу програмувати зміст робочого циклу (послідовність дій) та величини переміщень робочих органів (режим оброблення – геометрична та швидкісна характеристики).

Сучасні ОЦ з ЧПК класифікують за рядом ознак.

За технологічним призначенням:

- свердлильно-присадні центри;
- кутові центри для вікон і дверей;
- для оброблення плоских деталей;
- для оброблення об'ємно-фасонних деталей;
- для оброблення деталей, що є тілами обертання.

За видом принципової схеми:

- позиційного типу;
- прохідного типу;
- комбінованого (цикло-прохідного) типу;
- роторного типу.

За складністю технологічних операцій ОЦ з ЧПК поділяють на три групи:

- **Центри, призначені для певного виду операцій**, – свердлильно-присадні, кутові, розкрійні, токарні тощо. Вони виконують мінімальну кількість операцій і складають найменш насичену пристроями групу верстатів.

- **Центри класу Point-to-point** – виконують лише псевдооб'ємне

фрезування шляхом східчастої зміни глибини оброблення.

- **Центри класу Router** – призначені для оброблення об'ємно-фасонних деталей. На цих верстатах виконують безступеневе фрезування криволінійних поверхонь. Такі деталі принципово не можуть бути оброблені на устаткуванні іншого класу.

За кількістю ступенів вільності **ОЦ з ЧПК бувають:**

- з двома ступенями вільності (дозволяють фрезувати криволінійний паз на площині деталі);

- з трьома ступенями вільності (дозволяють фрезувати рисунок на будь-якій грані кубічної деталі);

- з чотирма ступенями вільності (дозволяють фрезувати рисунок на боковій поверхні циліндра);

- з п'ятьма і більше ступенями вільності (дозволяють нанести об'ємне зображення на дерев'яну кулю або виготовити барельєф).

За конструкційними ознаками ОЦ з ЧПК поділяють на:

- за кількістю одночасно оброблюваних деталей;

- за кількістю одночасно оброблюваних поверхонь заготовки;

- за кількістю позицій оброблення;

- за кількістю шпинделів з головним робочим органом;

- за кількістю робочих столів (наявність двох робочих столів дозволяє працювати у так званому маятниковому режимі роботи, під час якого встановлення заготовки і зняття обробленої деталі ведеться без зупинки ОЦ. Робоча зона в цьому випадку має дві незалежні частини, в одній з яких відбувається оброблення заготовок, а друга – безпечна для монтажу-демонтажу).

За конструктивною зрілістю їх **поділяють на:**

- з можливістю встановлення двох і більше однакових або принципово різних виконавчих агрегатів (наприклад, оброблення та личкування);

- з різнотипними столами (двома і більше): консольний з автоматизованими вакуумними траверсами, що мають керовані вакуумні присмоктувачі; з суцільною площиною і з маятниковим режимом роботи; тандемний; монтажний тощо.

За точністю позиціювання та оброблення:

- прецизійні (надточні) – від 0,02 до 0,1 мм;

- високоточні (0,1–0,5 мм);

- точні (0,6–1,0 мм);

- середні (1,1–2,0 мм);

- грубі (понад 2 мм).

За **частотою обертання шпинделя**, що керується програмно, від 500 до 36 000 хв.⁻¹.

За **потужністю вакуумної присмоктувальної установки**, продуктивність якої коливається від 180 до 500 м³/год.

За **видом керування рухом робочих органів** розрізняють: позиційну, контурну та комбіновану системи числового програмного керування.

Позиційна система ЧПК (налагоджувальна) забезпечує встановлення робочого органу в позицію, що задана керуючою програмою, але не забезпечує виконання цього переміщення за певною траєкторією.

Контурна система ЧПК (робоча) здійснює переміщення робочого органа верстата за заданою траєкторією із заданою контурною швидкістю, під час якого забезпечується безперервне керування інструментом за кожною із координат.

Комбінована система ЧПК є комбінацією позиційної та контурної системи. Вона використовується в ОЦ з чотирма і більше ступенями вільності.

Для керування одним ОЦ застосовуються автономні системи CNC (Computer Numerical Control), для колективного керування групою ОЦ – система DNC (Direct Numerical Control).

Принципову схему двошпindelного вертикально-фрезерного обробного центра з імпульсно-кроковою системою програмного керування наведено на рис. 17.10, *а*.

ОЦ призначений для оброблення криволінійних плоских і складних просторових поверхонь за допомогою кінцевих фрез. Наявність двох шпинделів дозволяє одночасно обробляти дві однакові заготовки. ОЦ складається з станини 1 збірної конструкції, горизонтального стола 2 з вакуумним базуванням заготовок, двох вертикальних шпиндельних головок 3 і 7, що змонтовані на полозах, які можуть переміщуватися по горизонтальних напрямних 9, електромеханічних крокових приводів подачі 5, 8 і 10 за трьома координатами (x , y , z), електродвигунного приводу 11 для налагоджувальних переміщень шпинделів (встановлення необхідної відстані між шпинделями), пневмоциліндрів 4 та 6 для вертикального переміщення головок, пневмообладнання і вакуумної помпи.

На рис. 17.10, *б* наведено фрагмент кінематичної схеми верстата. Каретка 2, на якій закріплені шпиндельні головки 1 і 3, пересувається по горизонтальних напрямних 4 (координата x) з певною швидкістю, кроковим електродвигуном 9, який через косозубу передачу 8, 10 приводить в обертний рух гвинт 5 безлюфтової кулькогвинтової передачі 6. Гвинт 5 змонтований у радіальних і радіально-упорних підшипниках 7, які є його правою безлюфтовою опорою. Аналогічно виконані механізми переміщення стола і супорта по двох інших координатах – y та z .

Розрахункове значення ціни одного імпульсу (тобто величина переміщення робочого органа, що відповідає одному імпульсу) по будь-якій координаті $\Delta = 0,02$ мм.

Шпиндельні головки 1 і 3 – це високочастотні електрошпинделі ($n = 18\,000$ хв.⁻¹). Вони змонтовані в прецизійних кулькових підшипниках, що

мають вентилятори для охолодження. На кінцях шпинделів встановлені цангові патрони для закріплення кінцевих фрез.

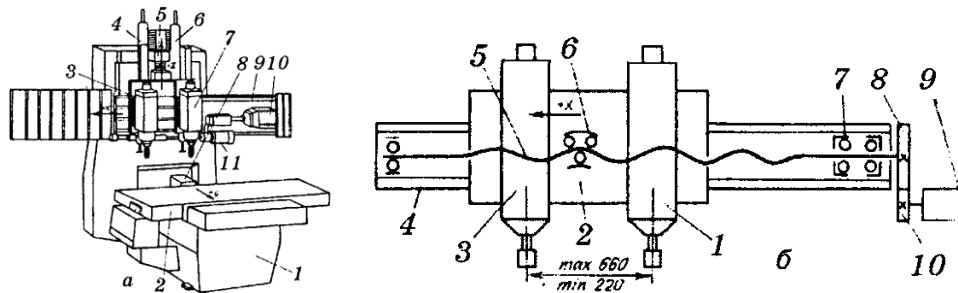


Рисунок 17.10. Двошпиндельний вертикально-фрезерний обробний центр з ЧПК: *а* – загальний вигляд: 1 – станина; 2 – стіл; 3, 7 – шпиндельні головки; 4, 6 – пневмоциліндри; 5, 8, 10 – крокові приводи передач; 9 – напрямні; 11 – електродвигунний привод; *б* – фрагмент кінематичної схеми: 1, 3 – шпиндельні головки; 2 – каретка; 4 – напрямні; 5 – гвинт; 6 – кулькогвинтова передача; 7 – підшипники; 8, 10 – косозуба передача; 9 – електродвигун

Вихідним документом для складання програми є креслення деталі, діаметр інструменту і маршрутна технологія з режимами оброблення ділянок контура (v , м/с; v_s , м/хв.). На основі цих даних складається програма, яка записується в електронній пам'яті пульта керування ОЦ.

На рис. 17.11 показані ОЦ з ЧПК з головою револьверного типу. Він відрізняється тим, що заготовка 3 і готова деталь 1 закріплюються на столі 2, а всі рухи здійснює револьверна головка 12. Поворот головки за стрілками *C* для зміни різального інструменту 11 здійснюється механізмом 10, а вертикальні переміщення разом із плитою 8 за стрілками *z* – механізмом 9. Горизонтальні переміщення за стрілкою *y* здійснюються механізмом 6, який переміщує колонку 7 по напрямних 5.

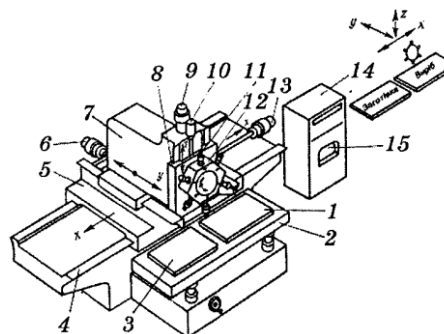


Рисунок 17.11. Обробний центр з револьверною головою маятникового типу: 1 – готова деталь; 2 – стіл; 3 – заготовка; 4, 5 – напрямні; 6, 9, 10, 13 – приводні механізми; 7 – колонка; 8 – плита; 11 – різальний інструмент; 12 – револьверна головка; 14 – пульт керування; 15 – мікропроцесор

Останні пересуваються за стрілками x на напрямних 4 станини механізмом 13. Після оброблення деталі супорт переміщується на позицію заготовки, а деталь звільняється від вакуумного присмоктування. Тепер деталь можна зняти, а на її місце встановити нову заготовку. Керування рухами здійснюється мікропроцесором 15 з пульта керування 14.

Контрольні питання

1. Назвіть технологічне призначення і довбальних верстатів. 2. Наведіть класифікацію довбальних верстатів за різними видами ознак. Назвіть переваги і недоліки довбальних верстатів. 3. Які роботи виконують на довбальних верстатах? 4. Розкажіть про конструктивні особливості фрезерного ланцюжка і гніздової фрези. 5. Як запобігають відколам і виривам при вибірці гнізда фрезерним ланцюжком? 6. Які види комбінованих верстатів випускаються для невеликих підприємств і майстерень? 7. Які види технологічних операцій можна виконувати на комбінованих верстатах? 8. Які деревообробні верстати називаються обробними центрами? 9. За якими ознаками класифікують обробні центри? 10. На які групи поділяють ОЦ за рівнем виконання технологічних операцій? 11. Які системи числового програмного керування використовують для керування рухом робочих органів ОЦ?

Лекція 18

ТОКАРНІ ВЕРСТАТИ

1. Загальні відомості про точіння. 2. Призначення та класифікація токарних верстатів. 3. Круглопалкові верстати. 4. Конструкція верстатів і робота на них.

Верстати для оброблення поверхонь деталей використовують для формування базових поверхонь і оброблення в розмір брускових, щитових та круглих деталей. До них належать поздовжньо-фрезувальні, фрезувальні, токарні, круглопалкові та шліфувальні верстати.

Токарні та круглопалкові верстати призначені для виготовлення різноманітних деталей круглої (циліндричної) та фасонної форм. Токарні верстати призначені для одержання деталей у вигляді тіл обертання: круглих ніжок меблів, качалок, іграшок і інших предметів з деревини. На токарних верстатах заготовка обертається, а різець має поступальний рух.

1. Загальні відомості про точіння

Точіння призначене для виготовлення деталей з поверхнями тіл обертання. Поверхню тіла обертання одержують під час обертання твірної лінії навколо прямої, що називається віссю тіла обертання. Профіль виробу в результаті токарного оброблення визначається формою твірної. Комбінуючи відрізки прямих та кривих ліній, можна одержати будь-яку

форму твірної та будь-яку поверхню тіла обертання: циліндричну, конічну, комбіновану. Очевидно, що в процесі точіння різальна кромка токарного різця повинна переміщатись щодо заготовки відповідно до форми твірної.

Рух різання D_r здійснюється, зазвичай, заготовкою, а рух подачі D_s - токарним різцем. Залежно від напрямку подачі токарного різця відносно осі обертання заготовки розрізняють *поздовжнє (осьове)* та *поперечне* точіння.

Під час поздовжнього точіння (рис. 18.1, а) головний рух різання здійснює заготовка, що обертається навколо горизонтальної осі, а рух подачі надається токарному різцю, що переміщається вздовж осі. При цьому зрізується безперервний шар стружки, обмежений гвинтовими поверхнями.

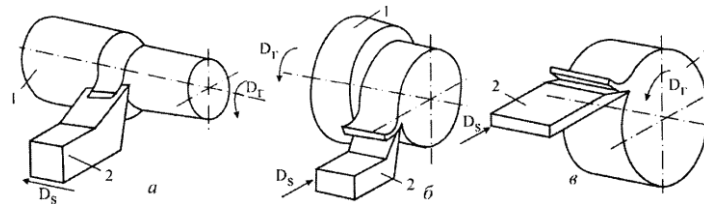


Рисунок 18.1. Схеми точіння: а - поздовжнє; б - поперечне радіальне; в - поперечне тангентальне; 1 - заготовка; 2 - токарний різець

Поперечне точіння може виконуватись за двома технологічними схемами. Різець може подаватись перпендикулярно до осі обертання заготовки по радіусу - це *радіальне точіння* (рис. 18.1, б) і по хорді - *тангентальне точіння* (рис. 18.1, в). У першому випадку кінематика процесу різання аналогічна луценню шпону, а у другому - відрізняється тим, що відстань між суміжними траєкторіями різання зменшується. Тобто товщина стружки зменшується до мінімуму наприкінці процесу точіння, що дуже важливо для отримання якісно і обробленої поверхні.

У зв'язку зі збільшенням у конструкції меблів елементів з поверхнями тіл обертання різного профілю можна прогнозувати зростання обсягів технологічних операцій токарного оброблення. Під час виготовлення деталей з формою і пі обертання найбільш продуктивним є поздовжнє точіння.

Поздовжнє точіння буває *чорнове* та *чистове*. Для чорнового точіння використовують токарні різці із заокругленим лезом. Чистове точіння здійснюється різцями з прямолінійною косою різальною кромкою леза. Схеми поздовжнього точіння показані на рис. 18.2.

Швидкість різання v зі зміною діаметра заготовки від D до D_1 змінюється, тому для характеристики процесу користуються середньою V_{cp} швидкістю

$$v_{cp} = \frac{\pi(D + D_1)n}{2 \times 60 \times 1000}$$

Швидкість різання v становить: 0,5...3 м/с - для дуже твердих порід; 5...7 м/с - для порід середньої твердості; 10...15 м/с - для деревини м'яких порід. Подача на оберт $S_0 = S_z = v_s \cdot 1000 / n$ для чорнового оброблення 1,25...2,5 мм і 0,75...1,25 мм - для чистового.

Різальна кромка леза токарного різця для чистового точіння (рис. 18.2, б) повинна установлюватися під кутом до осі обертання. Головна різальна кромка установлюється під кутом φ оптимальне значення якого $\varphi = 40...50^\circ$. Цей кут є кутом зустрічі леза з волокнами. Допоміжна різальна кромка леза різця установлюється до напрямку подачі під кутом $\varphi' = 2...5^\circ$ (рис. 18.2, б). Від величини цього кута залежить глибина кінематичних нерівностей, яку приблизно можна розрахувати за формулою

$$y \cong S_0 \frac{\sin \varphi' \times \sin \varphi}{\sin(\varphi' + \varphi)}$$

Для забезпечення високої якості обробленої поверхні значення кута φ'_{nl} повинно бути мінімальним.

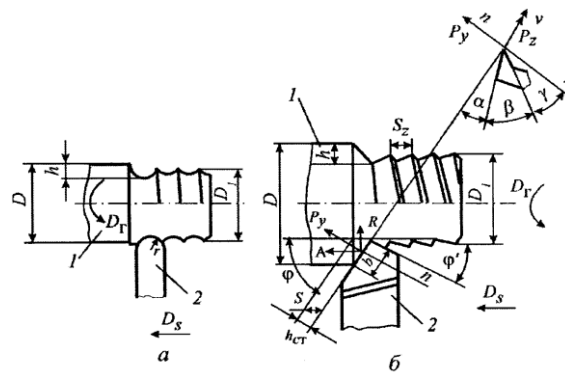


Рисунок 18.2. Схеми поздовжнього точіння: а - чорнового; б - чистового; 1 - заготівка; 2 – токарний різець

Крім кутів у плані, геометрію леза характеризують кути в головній площині перерізу $n-n$, перпендикулярній до проекції головної різальної кромки леза на основну площину (площину рисунка): передній $\gamma = 55...40^\circ$; загострення $\beta = 25...40^\circ$; задній $\alpha = 10...12^\circ$; різання $\delta = \alpha + \beta = 35...50^\circ$ і кут нахилу головної різальної кромки леза відносно радіуса обертання, проведеного через вершину різця $\varepsilon = 3...5^\circ$.

Глибина точіння (припуск) h та розміри стружки, що зрізується (h_{CT} і b), визначаються залежностями

$$h = \frac{D}{2} - \frac{D_1}{2} \quad h_{CT} = S_0 \sin \varphi \quad b = h / \sin \varphi.$$

Якість оброблення залежить від подачі на оберт S_0 , кутів φ і φ' та радіуса закруглення r вершини леза. На практиці для забезпечення високої якості значення S_0 , φ і φ' повинні бути як найменші, а радіус закруглення

вершини леза токарного різця бажано збільшити до $r = 3$ мм.

Сила P взаємодії леза токарного різця із заготовкою може бути замінена трьома складовими: дотичною P_z , радіальною R і осьовою A . Для випадку, коли $\varepsilon = 0$, сили R і A можна розглядати як складові P_y

$$R = P_y \cos \varphi = m P_z \cos \varphi$$

$$A = P_y \sin \varphi = m P_z \sin \varphi$$

Для середніх режимів різання перехідний множник m приймає значення:

Товщина стружки h_{CT} , мм	0,1	0,2	0,3	0,4
Множник m	0,42	0,24	0,17	0,15

Дотична складова сили різання P_z визначається через потужність різання як

$$P_z = \frac{N_p}{v}$$

Потужність різання N_p (кВт) визначається за об'ємною формулою

$$N_p = \frac{K_T a_{nonp} \pi (R^2 - R_1^2) v_s}{60 \times 1000}$$

де K_T - табличне значення питомої роботи різання осьового точіння, Дж/см³; a_{nonp} - загальний поправочний множник на умови різання,

$$a_{nonp} = a_n a_\rho a_w a_\delta a_\varepsilon$$

a_ε - поправочний множник на кут нахилу головної різальної кромки леза; R і R_1 - початковий і кінцевий радіуси заготовки, що підлягає точінню; v_s - швидкість осьової подачі, м/хв.

Дані для вибору K_T і $K_T S_z$ наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Залежність K_T і $K_T S_z$ від подачі на один оберт при поздовжньому точінні берези ($W = 10\%$, $\alpha = 12^\circ$, $\delta = 45^\circ$, $v = 10$ м/с, леза гострі)

Подача на один оберт S_0 , мм	K_T , Дж/см ³						$K_T S_z$, Н/мм					
	для кутів в плані φ , град											
	15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90
0,2	33	37	43	46	48	50	6,6	7,4	8,6	9,2	9,6	10,0
0,4	19	24	29	32	34	36	7,6	9,6	11,6	12,8	13,6	14,4
0,6	16	20	24	27	30	32	9,6	12,0	14,4	16,2	18,0	19,2
0,8	13	17	21	24	27	29	10,4	13,6	16,8	19,2	21,6	23,2

2. Призначення та класифікація токарних верстатів

Токарні верстати призначені для оброблення деталей, які мають форму тіл обертання (рис. 18.3).

Обробляються зовнішні та внутрішні поверхні з отриманням циліндричних, конічних та складних форм уздовж осі обертання заготовки. Процес оброблення на токарних верстатах характеризується обертанням заготовки або різального інструменту відносно поздовжнього або поперечного їх переміщення.

За характером базування оброблюваних деталей токарні верстати поділяють на центрові, лобові та безцентрові, за шириною леза різця – на вузько- і довголезові.

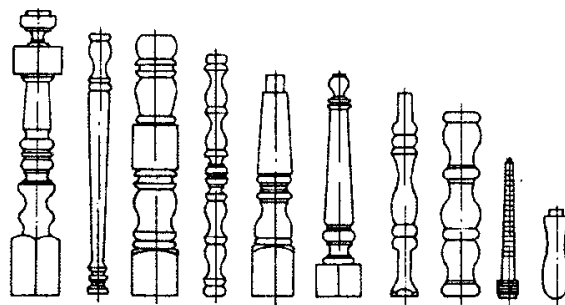


Рисунок 18.3. Можливі форми токарних виробів

Будовою всі токарні верстати дуже подібні між собою, проте є деякі відмінності в окремих вузлах. Для кріплення заготовок в одних верстатах є спеціальні центри, тому їх називають **центровими**, а в інших – планшайба, на якій кріпиться й обробляється заготовка. Їх називають **лобовими**.

Центрові верстати можуть бути універсальними вузьколезовими з ручною і механізованою подачею та копіювальні вузько- і довголезові з механізованою подачею. **Лобові** верстати належать до групи вузьколезових, і відрізняються діаметром планшайби.

Центровий вузьколезовий верстат призначений, в основному, для поздовжнього точіння. Різання здійснюється стамесками різних форм і конструкцій, які подають на заготовку вручну (робітник спирає різець на підручник, встановлений у потрібному положенні) або різцем, закріпленим на супорті, який переміщується вручну або від електрофікованого приводу.

Загальний вигляд токарного верстата з механізованою подачею і приставним лобовим пристроєм наведено на рис. 18.4.

Заготовка 3 затискається у центрах 2 і 8 за рахунок переміщення задньої бабки 9. Передній центр 2 встановлюється на шпинделі 1, який приводиться в обертовий рух від електродвигуна через клинопасову передачу і коробку швидкостей, розміщених у лівій тумбі 14 верстата.

Різець закріплюється на поворотному держаку 4, який разом із поздовжнім супортом 5 встановлений на поперечному супорті 6.

Поперечний супорт може переміщатись маховичком 10. Напрямні поперечного супорта розміщені на механізованому поздовжньому супорті 7, який приводиться у рух від шпинделя 1 через пасову передачу, коробку швидкостей, вал 12, групу шестерень і зубчасту рейку 13. Налагоджувальне переміщення супорта здійснюється поворотом маховичка 11. Верстат може бути укомплектований приставним пристроєм (рис. 18.4, б) з планшайбою 5 для лобового точіння, що дозволяє обробляти торцеві поверхні деталі. Заготівка 6 закріплюється на планшайбі кулачковим затискним пристроєм. Планшайба приводиться в обертовий рух від приводу шпинделя верстата. Тримач для різця 4 разом із різцем закріплюється на супорті 3, який змонтований на стояку 2 з основою 1. Планшайба пристрою забезпечує оброблення заготовок діаметром до 600 мм.

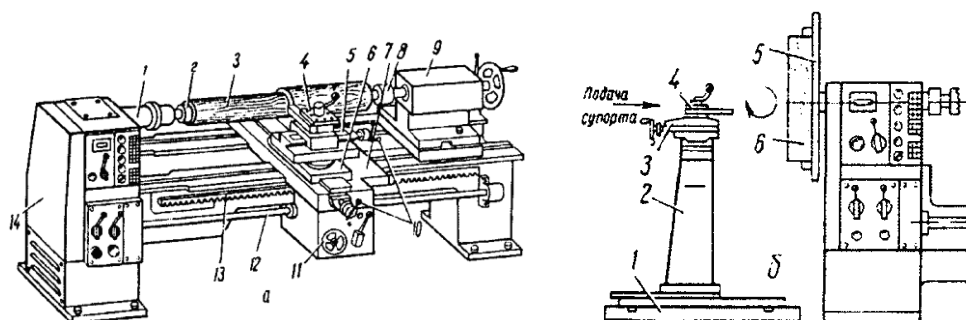


Рисунок 18.4. Загальний вигляд токарного верстата з механізованою подачею і приставним лобовим пристроєм: а – загальний вигляд: 1 – шпиндель; 2 – передній центр; 3 – заготівка; 4 – держак; 5 – поздовжній супорт; 6 – поперечний супорт; 7 – механізований поздовжній супорт; 8 – центр; 9 – задня бабка; 10, 11 – маховички; 12 – вал; 13 – зубчаста рейка; 14 – тумба; б – приставний пристрій з планшайбою: 1 – основа; 2 – стояк; 3 – супорт; 4 – тримач для різця; 5 – планшайба; 6 – заготівка

Лобові токарні верстати використовуються переважно в модельних цехах ливарного виробництва для оброблення виробів діаметром до 4000 мм. Діаметр планшайби на важких верстатах досягає 2000 мм, а на особливо важких – до 4000 мм. Держак для різців з вузьколезовим різцем встановлюється на хрестоподібному супорті і переміщується в горизонтальному напрямку.

3. Круглопалкові верстати

Круглопалкові верстати призначені для виготовлення деталей циліндричної форми або з діаметром, що плавно змінюється за довжиною. Різальний інструмент круглопалкового верстата – порожниста ножова головка з різцями, різальні крайки яких обернені до осі обертання, вздовж котрої подається заготівка. Залежно від конструкції заготовки та розміру ножів розрізняють верстати для виготовлення циліндричних палок з

найбільшим діаметром 25 мм і 50 мм; для виготовлення палок з перерізом, який плавно змінюється по довжині із максимальним діаметром до 50 мм.

На круглопалковому верстаті (рис. 18.5) заготівка 7 квадратного перерізу з напрямного лотка 3 конічними роликами 6 подається в ножову головку 5, яка закріплена на шпинделі.

Шпиндель отримує обертовий рух від електродвигуна 2 через клинопасову передачу. Задні ролики 4 з напівциліндричною робочою поверхнею – змінні й установлюються залежно від діаметра одержуваного виробу. Притискання роликів здійснюється пружинами. Подавальні ролики приводяться в рух від окремого електродвигуна 8 через пасову, зубчасту 9 і ланцюгову 10 передачі. Для центрування деталі на виході з верстата та зменшення її коливань установлюється напрямний лоток 3. Усі механізми верстата змонтовані на станині 1.

Верхні ролики 4 і 6 відхиляються на осях, забезпечуючи цим притискання заготівки.

Ножова головка (рис. 18.6) складається з корпусу 1, в якому на різцетримачах 2 закріплені ножі 4, які встановлюють у ножову головку за допомогою круглого шаблону, діаметр якого дорівнює діаметру деталі. Ніж з різцетримачем підводять до шаблону та надійно закріплюють болтом 3. До різцетримача ніж кріпиться болтом 5.

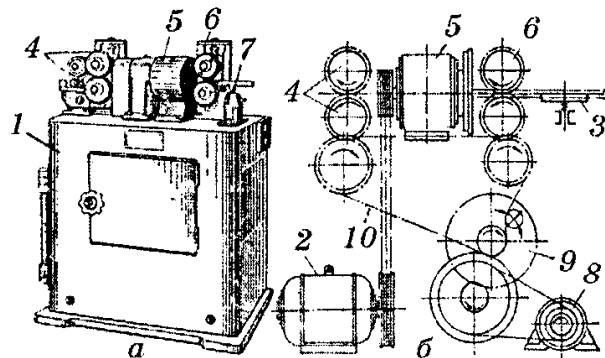


Рисунок 18.5. Круглопалковий верстат: *a* – загальний вигляд; *б* – кінематична схема; 1 – станина; 2 – електродвигун ножової головки; 3 – напрямний лоток; 4 – задні ролики; 5 – ножова головка; 6 – передні ролики; 7 – заготівка; 8 – електродвигун подачі; 9 – зубчаста передача; 10 – ланцюгова передача

Під час налагодження верстата передні ролики збирають із двох зрізаних конусів, між якими, залежно від розміру перерізу заготівки, встановлюють розмірні втулки.

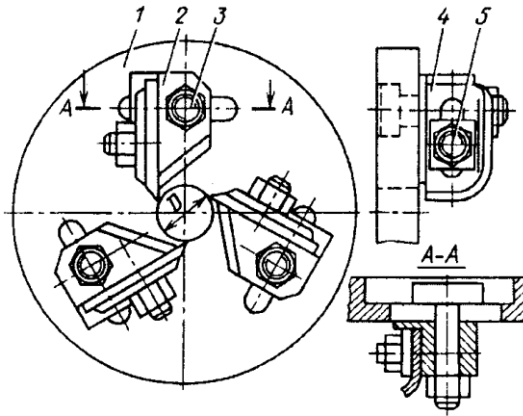


Рисунок 18.6. Ножова головка круглопалкового верстата: 1 – корпус; 2 – різцетримачі; 3, 5 – болти; 4 – ніж

Продуктивність токарних верстатів, шт./зм., вираховується за формулою;

$$Q = \frac{TK_{\text{д}}}{t_{\text{ц}}}$$

де T – тривалість зміни, хв.; $K_{\text{д}}$ – коефіцієнт використання робочого дня; $t_{\text{ц}}$ – час циклу оброблення однієї заготовки, хв.

Продуктивність круглопалкових верстатів у погонних метрах за зміну вираховується за формулою:

$$Q = T V_{\text{с}} K_{\text{д}} K_{\text{м}}.$$

Залежно від способу базування заготовки розрізняють верстати центрові, лобові і безцентрові.

У центрових верстатах (ТП40-1, ТС40-1, ТС63-1) заготовка затискається в центрах і обертається. Подача поперечна і поздовжня можуть бути ручними, коли різець у вигляді стамески переміщається, опираючись на підручник (лінійку). Поперечна і поздовжня подачі можуть виконуватися також за допомогою супорта вручну і механічно.

У лобових верстатах обробляються дискові деталі діаметром до 2 - 4 м для модельного виробництва. Заготовка у вигляді склеєного щита кріпиться на планшайбі гвинтами і обертається. Різець переміщається щодо осі обертання планшайби поперечно і поздовжньо супортом вручну або механічно.

Універсальні токарні верстати для обробки деревини призначені для виконання різноманітних токарних робіт:

- ручного точіння циліндричних і фасонних поверхонь в центрах;
- ручного торцевого точіння на планшайбі;
- точіння за допомогою супорта;
- точіння циліндричних і фасонних поверхонь по копіру.



Рисунок 18.7. Токарний верстат ТК20

Універсальний токарний верстат ТК20 (рис. 18.7) має литу збірну конструкцію, оснащений електродинамічним гальмуванням, пристроєм для зняття і натягу ременів. Супорт оснащений гвинтовим механізмом подачі різця. Верстат оснащений трикулачковим патроном, планшайбою, задньою бабкою і копіювальним пристроєм із затискачами для плоского і об'ємного копіра. Верстат застосовується в одиничному і дрібносерійному виробництві при виготовленні меблевих і будівельних деталей, спортивного інвентарю, виробів і заготовок народних промислів.

У безцентрових (круглопалочних) верстатах (КПА20, КПА50, КПФ50) різучі ножі кріпляться в порожній ножовій головці. Різучі крайки ножів повернені до осі обертання ножової головки. Заготівка за допомогою вальцювального механізму подачі проноситься через порожнину обертової ножової головки. На виході утвориться деталь циліндричної або конічної форми.

Залежно від виду формованої поверхні виробу розрізняють точіння циліндричної, плоскої, конічної або фасонної поверхні. По розташуванню різця щодо оброблюваної поверхні буває точіння зовнішньої поверхні і внутрішньої напівзакритої порожнини. Зазначені різновиди поверхонь одержують поздовжньою (рис. 18.8, а), поперечною (рис. 18.8, б) і поздовжньо-поперечною подачею різця (рис. 18.8, в).

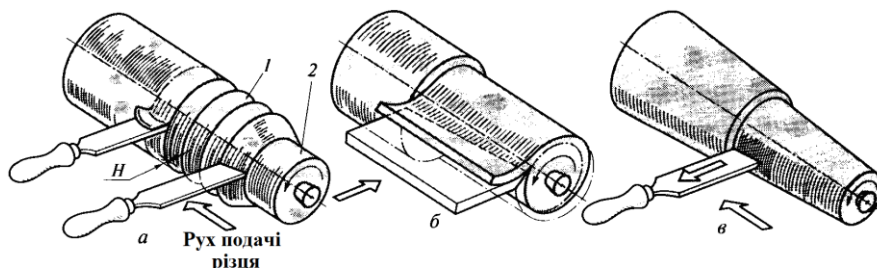


Рисунок 18.8. Схема точіння деталей різцем при подачі: а – поздовжній; б – поперечний; в – поздовжньо-поперечний; 1 – чорнова поверхня; 2 – чистова поверхня

Для виготовлення круглих ціпків призначені токарні *круглопалкові верстати*, в яких заготівка поступально подається всередину полої обертової різцевої головки.

При токарних роботах використовують набори різців для виконання чорнового або чистового точіння.

Для *чорнового точіння* призначені різці з напівкруглою жолобчастою ріжучою частиною (рис. 18.9, *а*). Лінійні і кутові параметри таких різців: ширина 3–50 мм, кут заточення 30–35°. Найпоширеніші різці шириною 20–25 мм. Для одержання округлень і витончень використовують набори різців шириною 3, 5, 10 і 15 мм.

Чистове гостріння (поздовжнє і поперечне) виконують різцями з прямолінійною нормальною або косою ріжучою крайкою (рис. 18.9, *б*). Кут загострення таких різців 20–30°, скіс ріжучої крайки щодо поздовжньої осі 70–80°, ширина 6–30 мм. Для обточування внутрішніх поверхонь застосовують набір розточувальних різців з фасонною ріжучою крайкою (рис. 18.9, *в*).

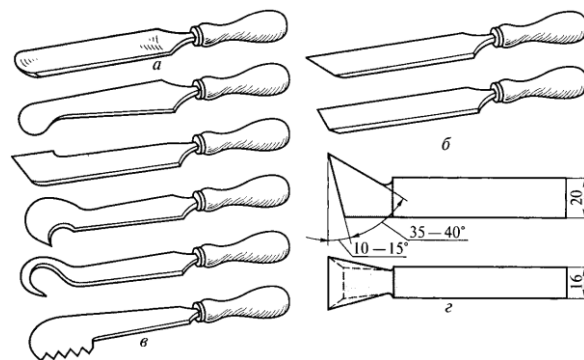


Рисунок 18.9. Токарні різці: *а* - з напівкруглим лезом для чорнового гостріння; *б* - із прямим лезом для чистового гостріння; *в* - фасонні; *г* - верстатний прохідний

При точінні з ручною подачею різець встановлюють на спеціальний підручник і втримують під час роботи руками. Кожний ручний різець повинен мати корпус, яким він опирається на підручник, ріжучу частину і рукоятку.

Верстатні різці для верстатів з механічною подачею і токарними автоматами бувають обдирні, прохідні, чорнові і чистові, підрізні і відрізні. Для забезпечення необхідної якості обробки і стійкості різці повинні мати правильні кутові параметри. На рис. 18.9, *г* показаний верстатний різець з кутовими параметрами для чистового точіння.

Верстатні токарні різці оснащені державками однакового перетину розміром 16×20 мм для закріплення в різцетримачі супорта. Різці заточують на заточувальних верстатах абразивними колами, які вибирають залежно від форми і матеріалу ріжучої частини. На токарних автоматах використовують

сталевий різець у вигляді куточка з ріжучою крайкою V-подібної форми, що заточують за допомогою спеціального заточувального пристосування. Для підвищення стійкості різці оснащують пластинами з твердого сплаву.

4. Конструкція верстатів і робота на них

Конструкція верстатів. Залежно від форми оброблюваних деталей і типу подачі розрізняють:

токарні верстати з підручником для обробки заготовок з найбільшим діаметром 400 і довжиною 1600 мм;

токарні верстати з механічною подачею супорта для обробки заготовок довжиною 1600 мм з найбільшим діаметром 400 і 630 мм;

лоботокарні верстати для обробки заготовок типу дисків з найбільшим діаметром 3000 мм.

Для масового виробництва однотипних деталей застосовують *токарні верстати-автомати*, які оснащують набором супортів, спеціальним копіювальним пристроєм і магазином автоматичного завантаження заготовок.

Нижче розглядається пристрій *токарного верстата з механічною подачею супорта і приставним лобовим пристроєм* (рис. 18.10) як найбільш представницького, утримуючого конструктивні особливості названих вище верстатів. Дві тумби 13 підтримують станину 12, на якій встановлені передня бабка 1, супорти 4, 5, 6 і задня бабка 7 верстата. Шпиндель 2 приводиться в обертання від двошвидкісного електродвигуна через клиноремінну передачу і триступеневу коробку передач, які розміщені в передній бабці 1.

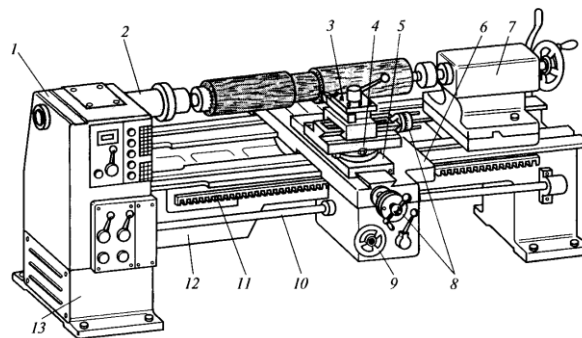


Рисунок 18.10. Токарний верстат з механічною подачею супорта і приставним лобовим пристроєм: 1 – передня бабка; 2 – шпиндель; 3 – різцетримач; 4 – додатковий поздовжній супорт; 5 – поперечний супорт; 6 – поздовжній супорт; 7 – задня бабка; 8, 9 – маховички; 10 – ходовий вал; 11 – рейка; 12 – станина; 13 – тумба

Шпиндель обертається з частотою 250–2500 об/хв. Поздовжній супорт 6 приводиться в рух від шківа, закріпленого на шпинделі, через пасову

передачу, коробку передач, ходовий вал 10 і зубчасто-рейкову передачу з рейкою 11. Крім того, його можна переміщати вручну маховичком 9.

Різальний інструмент закріплюють у різцетримачі 3, що виконаний поворотним і приводиться в рух поперечним супортом 5 і додатковим поздовжнім супортом 4 вручну маховичком 8.

При ручних роботах використовують ручний токарний інструмент і підручник, що встановлюють на напрямні верстата, а поздовжній супорт відводять у крайнє неробоче положення.

Лобовий пристрій верстата (рис. 18.11) оснащений супортом 3 з поворотним різцетримачем 2. Цей пристрій використовують для обробки заготовок діаметром до 600 мм. Їх закріплюють на планшайбі 1, встановленій на іншому кінці шпинделя.

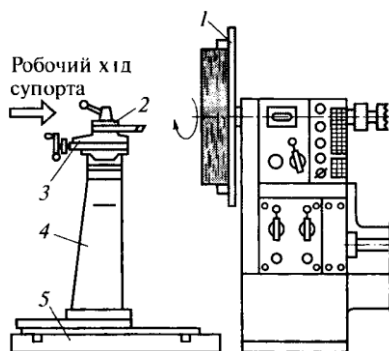


Рисунок 18.11. Приставний лобовий пристрій токарного верстата: 1 – планшайба; 2 – різцетримач; 3 – супорт; 4 – стійка; 5 – основа

Сучасні верстати-автомати оснащують пристроєм автоматичної орієнтації заготовки при закріпленні в центрах, а також проводять на них безступінчасту безступеневу зміну частоти обертання шпинделя до 4500 об/хв.

Для автоматичного виготовлення фасонної деталі обертання без використання копіра застосовують систему програмного керування по профілю, заданому на екрані дисплея персонального комп'ютера.

Контрольні запитання. 1. Наведіть загальні відомості про точіння. 2. Зобразіть схеми і охарактеризуйте поздовжнє та поперечне точіння. 3. Кінематика поздовжнього точіння. 4. Сили та потужність під час поздовжнього точіння. 5. Як здійснюється оброблення заготовок на токарних верстатах? 6. Яке призначення круглопилкових верстатів? 7. Які бувають види поверхонь точіння деревини? Які типи токарних різців відповідають кожному виду точіння? 8. Як влаштований і працює токарний верстат з механізованою подачею супорта? 9. Як визначити необхідну частоту обертання деталі на верстаті? 10. Які способи кріплення заготовки використовують на токарних верстатах? 11. Розкажіть про прийоми роботи на токарних верстатах.

Лекція 19

ШЛІФУВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ

1. Призначення і види шліфувальних верстатів. 2. Вузькострічкові шліфувальні верстати. 3. Широкострічкові шліфувальні верстати. 4. Дискові (комбіновані) шліфувальні верстати. 5. Продуктивність шліфувальних верстатів

1. Призначення і види шліфувальних верстатів

Шліфувальні верстати призначені для зачищення, підвищення гладкості оброблених поверхонь деталей. Як ріжучий інструмент на верстатах використовується в основному шліфувальна шкурка.

Для одержання гладких і рівних поверхонь деталей з деревини і деревних матеріалів їх шліфують. Розрізняють наступні технологічні операції шліфування і відповідні їм види шліфувальних верстатів.

Вирівнювання поверхонь щитових і брусків деталей до плоского стану, тобто видалення місцевих нерівностей у вигляді піднесень і поглиблень, а також забезпечення чистового шліфування (рис. 19.1, *a*), виконують на *вузькострічкових або широкострічкових шліфувальних верстатах*. Відмінна риса шліфувальних верстатів для вирівнювання - підпружинений робочий стіл або конвеєр, що дозволяє видаляти місцеві нерівності висотою t з різнотовщинних заготовок. Різнотовщинність деталей після обробки зберігається.

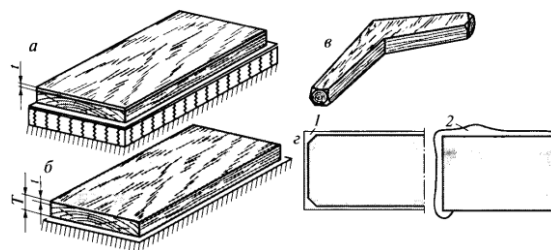


Рисунок 19.1. Види шліфувальних робіт: *a* – вирівнювання; *б* – калібрування в розмір; *в* – округлення крайок і кутів; *г* – зняття звисів і напливів лаку; 1 – фаска; 2 – наплив лаку

Обробку в розмір по товщині деревинностружкових і столярних плит і столярно-будівельних виробів (рис. 19.1, *б*) виконують на *калібрувальних широкострічкових шліфувальних верстатах*. Допустиме відхилення від номінального розміру деталі T повинно бути не більше 0,1-0,2 мм, тому шліфувальні столи і базуючі елементи, калібрувальних верстатів роблять підвищеної жорсткості. Товщина видаленого припуску t в цьому випадку визначається припуском оброблюваних заготовок. Більші припуски заготовок видаляють послідовно на багатоагрегатних шліфувальних верстатах.

Закруглення і зняття прогинів або фасок (рис. 19.1, *в*) роблять на

крайках і торцях брусків деталей меблів. Основна вимога до якості такого шліфування – рівномірність фасок і округлень на всіх крайках, відсутність прошліфовок і гарний естетичний вигляд. Цей вид робіт виконують на *дисковому або комбінованому шліфувальному верстатах* переважно з ручною подачею.

Видаляти ворс після фарбування або ґрунтовки і знімати місцеві напливи лаку (рис. 19.1, з) необхідно при прозорій обробці деталей меблів для досягнення високої гладкості поверхні (шорсткість поверхні $R_{t_{max}}$ повинна бути 8–10 мкм). Такі операції виконують на шліфувальних верстатах зі зниженою швидкістю руху шліфувальної стрічки.

2. Вузькострічкові шліфувальні верстати

У вузькострічкових верстатах використовується шліфувальна стрічка шириною 80 - 300 мм.

На станині 1 верстата (рис. 19.2) встановлені приводний від електродвигуна шків 4 і натяжний шків 9. На шківів надіта склеєна безперервна стрічка 5 зі шліфувальної шкірки. Між гілками стрічки розташована напрямна 8, на яку надіта з можливістю вільного переміщення втулка з утюжком 6 і рукояткою 7. Утюжок має довжину 200 - 250 мм і ширину до 100 мм. Поверхня утюжка обтягнута войлоком.

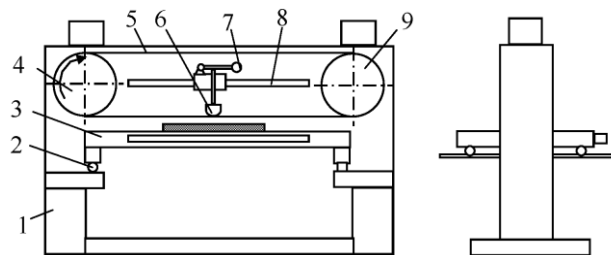


Рисунок 19.2. Шліфувальний верстат з рухомим столом

Шківів деяких верстатів оснащені бобінами, призначеними для шліфування крайок деталей. Поверхня бобіни еластична.

Під нижньою гілкою шліфувальної стрічки розташований рухомий стіл 3, встановлений роликівими опорами на напрямні 2.

При роботі оброблювану деталь кладуть на стіл. Переміщаючи однією рукою стіл, а іншою за допомогою рукоятки 7 пересуваючи і надавлюючи утюжок 6, можна шліфувати будь-яку ділянку верхньої поверхні деталі.

В даний час в деревообробній промисловості застосовуються шліфувальні верстати з рухомим столом моделей ШлПС-7, ШлПС-6М, ШлПС-8М, ШлПС-9 і ін.

Конструкція верстатів. Залежно від призначення і типу подачі вузькострічкові верстати бувають:

- з ручною або механізованою подачею;
- однострічкові з рухомим столом і коротким утюжком;

- двострічкові з довгим утюжком і конвеєрною подачею;
- з вільною шліфувальною стрічкою для плоского шліфування.

Однострічковий шліфувальний верстат з рухомим столом і коротким утюжком (рис. 19.3) призначений для шліфування щитів. Станина верстата виконана у вигляді двох тумб 8, на яких розміщені супорти 9, що переставляють по висоті маховичком 7.

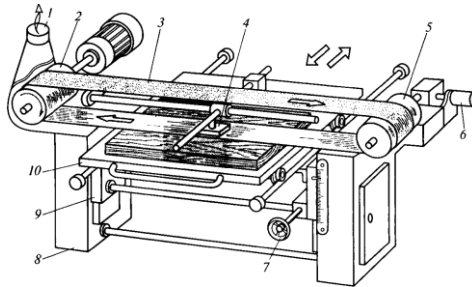


Рисунок 19.3. Стрічковий шліфувальний верстат з рухомим столом: 1 – огороження-пилеприймач; 2 – приводний шків; 3 – шліфувальна стрічка; 4 – утюжок; 5 – не приводний шків; 6 – пневмоциліндр; 7 – маховичок; 8 – тумба; 9 – супорт; 10 – стіл

Стіл 10 на роликах переміщують вручну або від механічного приводу в поперечному напрямку по круглих напрямних, прикріплених до супортів. Над столом розташована стрічка 3, що надіта на приводний 2 і не приводний 5 шків. Натягають стрічку пневмоциліндром 6, а правильне її набігання регулюють рукояткою гвинтового пристрою.

Шліфування виконують при поперечному русі стола і поздовжньому переміщенні короткого утюжка 4, що притискає стрічку до оброблюваного матеріалу. Утворені відходи при шліфуванні, вловлюються огороженням-пилоприймачем 1, приєднаним до системи видалення відходів обробки матеріалів.

На верстаті з вільною стрічкою для плоского шліфування використовують ділянку стрічки, що опирається на плоску поверхню стола. Якщо шліфують увігнуту криволінійну поверхню, то використовують шківну частину стрічки. Переміщаючи деталь щодо стрічки в поздовжньому напрямку і повертаючи її навколо осі, верстатник послідовно вводить в контакт зі стрічкою всі ділянки, що утворюють оброблювану поверхню. При необережному русі або зі швидкості можлива прошліфовка.

Двострічковий шліфувальний верстат з довгим утюжком і конвеєрною подачею показаний на рис. 19.4. Два однакових шліфувальних агрегати розміщені на станині послідовно і мають рухомі назустріч одна одній шліфувальні стрічки 7. Притиснення стрічки до виробу здійснюється підпружиненими секційними утюжками, змонтованими на подовженій контактній балці 3. Балка автоматично може бути піднята або опущена в момент виходу або входу під шліфувальну стрічку чергової деталі, що

виключає прошліфовку і закруглення крайок і кутів. Тиск шліфування від утюжка на шліфувальну стрічку передається через проміжну рухому опорну рифлену (протекторну) стрічку 2, що зменшує тертя між шліфувальною стрічкою і утюжком. Шліфувальна і опорна стрічка приводяться в рух від електродвигуна 6 через пасову передачу.

В інших шліфувальних верстатах довгий утюжок впливає на шліфувальну стрічку через опорну нерухому повстяну стрічку з приклеєним шаром дрібних скляних кульок. Поверхня кульок різко знижує коефіцієнт тертя утюжка об опорну стрічку, що запобігає нагріванню і швидкому зношуванню шліфувальної стрічки. Оброблювана деталь 4 подається у верстат стрічковим конвеєром 1. Він змонтований на станині з можливістю вертикального переміщення за допомогою важільної системи. Привод конвеєра здійснюється від індивідуального електродвигуна через ланцюговий варіатор і редуктор. Швидкість подачі можна регулювати безступінчасто від 2 до 14 м/хв.

Вибір режиму шліфування. Для виконання операції шліфування варто призначити зернистість шкурки, зусилля притиску її до виробу і швидкість подачі. На вузькострічкових верстатах використовують шліфувальну стрічку на паперовій основі. Зернистість (номер) шкурки вибирають залежно від твердості оброблюваного матеріалу і необхідної шорсткості поверхні.

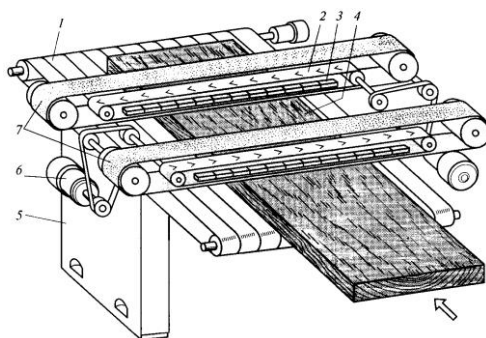


Рисунок 19.4. Схема двострічкового шліфувального верстата з конвеєрною подачею: 1 – стрічковий конвеєр; 2 – опорна стрічка; 3 – контактна балка; 4 – деталь; 5 – станина; 6 – електродвигун; 7 – шліфувальні стрічки

Величину питомого тиску на шліфовану поверхню приймають залежно від типу верстата і виду шліфування (зернистості шкурки):

Номер зернистості шкурки	32–50	10–20
Питомий тиск, кПа	5–20	2–5

Знаючи робочу площу утюжка ab , мм², і питомий тиск кПа, можна розрахувати зусилля притиску P , Н, шліфувальної стрічки до виробу по

формулі

$$P = 10^{-3} q a b.$$

Швидкість подачі і зусилля притиску - величини взаємозалежні. При великій швидкості подачі і невеликому зусиллі притиску шкурки окремі місця поверхні не прошліфовуються, при малих подачах і більших тисках можливі почорніння і припали деревини. Швидкість подачі і зусилля притиску встановлюють залежно від зернистості шкурки, породи деревини і умов шліфування. Рекомендовані значення приймають по таблицях, наявним в посібнику з експлуатації верстата.

3. Широкострічкові шліфувальні верстати

Широкострічкові шліфувальні верстати (ШлК-8) відрізняються більше високою продуктивністю, високою стійкістю шкурки, забезпечують одержання деталей більше високої якості і точності. Призначені вони для обробки щитових і плитних матеріалів шириною до 1000 - 1500 мм при механічній вальцьовій або конвеєрній подачі зі швидкістю 5 - 30 м/хв.

Шліфувальна нескінченна стрічка надівається на шківів і притискається до оброблюваної деталі довгим поперечним утюжком (рис. 19.5).

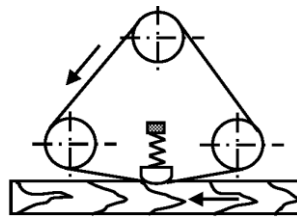


Рисунок 19.5. Схема широкострічкового шліфувального верстата

Конструкція верстатів. Широкострічкові верстати бувають з верхнім і нижнім розташуванням шліфувальних агрегатів, одноагрегатні і двоагрегатні. Одноагрегатні верстати з верхнім розташуванням випускають для шліфування деталей з найбільшою шириною 600 мм і більше.

Двоагрегатні верстати забезпечують дворазове шліфування щитів за один прохід шкурками різної зернистості. Їх випускають для шліфування деталей шириною до 1100 мм з нижнім або верхнім розташуванням агрегатів.

На рис. 19.6 наведений *одноагрегатний широкострічковий шліфувальний верстат з верхнім розташуванням*, призначений для площинного шліфування щитових деталей по товщині. Два обклеєні гумою приводних барабана 3 обертаються від електродвигуна 8. На верхній ролик 6 і барабани надіта широка шліфувальна стрічка 5. Верхній ролик оснащений механізмом підйому і автоматичним пристроєм з пневмоциліндром 7, що забезпечує хитання осі ролика. Внаслідок хитання ролика шліфувальна

стрічка має осцилюючий рух вздовж барабанів.

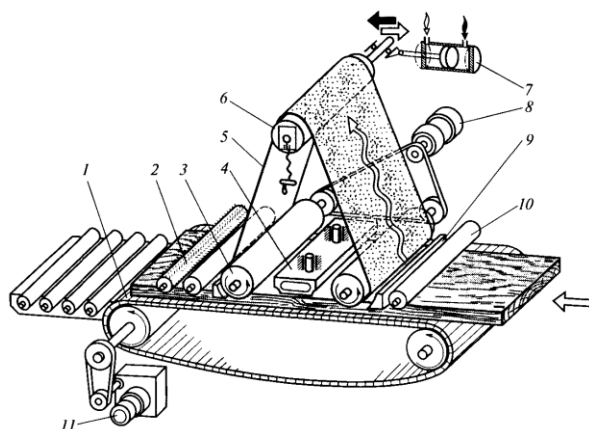


Рисунок 19.6. Одноагрегатний широкострічковий шліфувальний верстат з конвеєрною подачею: 1 – конвеєрний механізм подачі; 2 – щітка; 3 – барабан; 4 – утюжок; 5 – шліфувальна стрічка; 6 – ролик; 7 – пневмоциліндр; 8, 11 – електродвигуни; 9 – притиск; 10 – притискний ролик

Шліфувальна стрічка притискається до оброблюваного матеріалу утюжком 4, керованим стисненим повітрям. Конвеєрний механізм подачі 1 розмішений в столі, якому можна переміщати по висоті. Привод конвеєра здійснюється через варіатор і пасову передачу від електродвигуна 11.

Від пилу оброблена поверхня очищається обертовою щіткою 2. Заготівки займають у верстаті необхідне положення за допомогою притисків 9 і роликів 10, встановлених спереду і за шліфувальною стрічкою верстата.

На рис. 19.7 зображений двоагрегатний широкострічковий шліфувальний верстат з верхнім розташуванням шліфувальних агрегатів, призначений для шліфування верхньої пласти деталі двома шкурками різної зернистості. Верстат складається зі шліфувальних агрегатів 3 (з контактним вальцем) і 1 (з контактною балкою), приводного конвеєра 4 і механізми настроювання конвеєра на товщину шліфованої деталі.

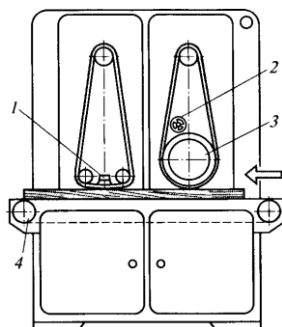


Рис. 19.7. Широкострічковий шліфувальний верстат з верхнім розташуванням агрегатів: 1, 3 – шліфувальні агрегати; 2 – маховичок настроювання на товщину зішліфовуваного шару; 4 – конвеєр

В багатоагрегатних верстатах використовують інший набір шліфувальних агрегатів: перший агрегат з широкою шліфувальною стрічкою і контактною балкою, а другий - з вузькою стрічкою, що рухається поперек подачі деталі.

Іноді замість вузькострічкового шліфувального агрегату встановлюють валець або барабан з абразивним губчатим покриттям для остаточного чистового вирівнювання шліфованої поверхні.

Вибір режиму роботи. Процес шліфування на широкострічкових верстатах будують так, щоб одночасно зі зменшенням шорсткості поверхні знизити глибину місцевих нерівностей. Облицьовані щити на шліфувальні верстати надходять з шорсткістю поверхні Rm_{max} , рівною 100–200 мкм. Шліфуванням шорсткість поверхні Rm_{max} доводять до 32–6 мкм під обробку поліефірними лаками і 16 мкм – під обробку нітролаками.

При шліфуванні облицьованих щитів виконують кілька проходів: перше шліфування - попереднє (чорнове) - стрічкою зернистістю 12-16; друге - проміжне - стрічкою зернистістю 10-12 і третє - остаточне (чистове) - стрічкою зернистістю 6-8.

Режими шліфування облицьованих щитів наступні: швидкість різання 20-28 м/с, швидкість подачі 5-25 м/хв, величина її залежить від породи деревини, товщини зішліфованого шару (0,02-0,1 мм), номера зернистості шкурки, ступеня затуплення і тиску при шліфуванні. При шліфуванні, що вирівнює, облицьованих щитів з застосуванням контактної прогумованої вальця тиск повинен бути 10-20 кПа, з застосуванням контактної притискної балки шириною до 60 мм - 5-15 кПа, при чистовому шліфуванні - відповідно 8-15 і 2-8 кПа. При забезпеченні заданої шорсткості поверхні швидкість подачі вибирають з умови максимального завантаження електродвигуна шліфувальної стрічки.

При шліфуванні деталей в процесі обробки режими призначають залежно від способу і матеріалу покриття. Ворс після ґрунтування знімають при невисокій швидкості стрічки (1-2 м/с), а лакове покриття шліфують зі швидкістю не більше 12 м/с, тому що при більшій швидкості лакова плівка сильно розігрівається і руйнується.

4. Дискові (комбіновані) шліфувальні верстати

Циліндрові шліфувальні верстати. В циліндрових шліфувальних верстатах ШЛЗЦ12-2, ШЛЗЦ19-1 шліфувальна стрічка надіта на поверхні трьох циліндрів. Подача оброблюваних деталей конвеєрна.

Дискові шліфувальні верстати. В дисковому шліфувальному верстаті шліфувальна шкурка кріпиться на одному або двох дисках, а заготівка базується на столі. Верстати забезпечуються ще бобіною (шліфувальним барабаном) для обробки криволінійних поверхонь. Такі верстати випускаються з маркою ШЛДБ-4, ШЛДБ-6М.

На верстаті ШлДБ-6М (рис. 19.8) можна шліфувати плоскі поверхні деталей диском і опукло-вгнуті поверхні - вертикальною еластичною бобіною.



Рисунок 19.8. Шліфувальний верстат ШлДБ-6М

Діаметр робочої зони шліфувального диска дорівнює 750 мм. Столи верстата можуть нахилитися до площини диска на кут -30° - $+45^{\circ}$ і до вертикальної осі бобіни - на $\pm 30^{\circ}$. Швидкість різання шліфувального диска діаметром 750 мм дорівнює 35 м/с. На верстаті встановлено два електродвигуни загальною потужністю 4,5 кВт.

Дискові шліфувальні верстати мають ручну подачу і призначені для чорнового шліфування деталей.

Конструкція верстатів. Дискові шліфувальні верстати використовують для чорнового і чистового шліфування деталей, зняття прогинів у зібраних рамках, вирівнювання кутів і видалення звисів. Їх випускають комбінованими з двома шліфувальними дисками і бобіною (рис. 19.9).

На станині 6 верстата встановлений електродвигун 2 з двостороннім виходом вала. На кінцях вала укріплені два шліфувальних диски 1 і 4, що обертаються з частотою 750 об/хв. В інших верстатах шліфувальний диск змонтований на окремому валу, що обертається від електродвигуна через пасову передачу. Для швидкої зупинки диска є стрічкове гальмо, що діє від електромагніта. На кронштейні 10 знаходиться вертикальний шпиндель, на кінці якого закріплена шліфувальна бобіна 8, що робить 4300 об/хв. Шпиндель з бобіною через пасову передачу обертається від індивідуального електродвигуна, розміщеного в станині. Крім обертання бобіна робить осьовий коливальний рух (2,3 1/с) від ексцентрикового механізму. До верстата додаються змінні бобіни діаметром 90 і 120 мм.

Оброблюваний матеріал базується на столах 5, 7 і 9, які можна нахилити під необхідним кутом. На столах укріплені напрямні лінійки 3, використовувані при площинному шліфуванні деталей. Шліфувальні диски обгороджені кожухами, які служать також приймачами для збору пилу і приєднання до системи видалення відходів обробки матеріалів.

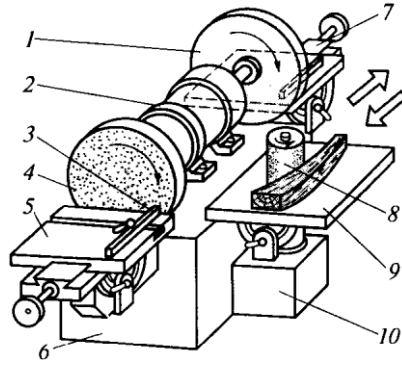


Рисунок 19.9. Комбінований шліфувальний верстат з двома дисками і бобіною: 1, 4 – шліфувальні диски; 2 – електродвигун; 3 – напрямна лінійка; 5, 7, 9 – столи; 6 – станина; 8 – бобіна; 10 – кронштейн

5. Продуктивність шліфувальних верстатів

Продуктивність шліфування характеризується наведеними нижче показниками.

— *Питома продуктивність шкурки* $a_{ш}$ - це номінальний об'єм (1 см^3) матеріалу, який знімається з (1 см^2) поверхні під час переміщення шкурки на 1 см :

$$a_{ш} \left[\frac{\text{см}^3}{\text{см}^2 \times \text{см}} \right]$$

— *Питома продуктивність процесу* a_n - це номінальний об'єм (1 см^3) матеріалу, який знімається з 1 см^2 поверхні, що обробляється, за 1 хв .

$$a_n = a_{ш} v_e \left[\frac{\text{см}^3}{\text{см}^2 \times \text{см}} \right] \quad \text{або} \quad \left[\frac{\text{см}^3}{\text{см}^2 \times \text{хв}} \right]$$

де v_e - абсолютна швидкість різання, см/хв .

3. *Повна продуктивність процесу* A_n - це номінальний об'єм матеріалу, який знімається з поверхні (1 см^3), що обробляється, на всій площі контакту, за 1 хв :

$$A_n = a_n F_K = a_n B l_K \left[\frac{\text{см}^3}{\text{см}^2 \times \text{хв}} \right] \quad \text{або} \quad \left[\frac{\text{см}^3}{\text{хв}} \right],$$

де F - площа контакту, см^2 ; B - ширина контакту, см ; l_K - довжина контакту, см .

Отримаємо залежність для визначення питомої продуктивності шліфувальної шкурки $a_{ш}$ за результатами експериментальних досліджень, тобто

$$A_n = a_{ш} v_e B l_K$$

або

$$a_{ш} = \frac{A_n}{v_e l_K B} \left[\frac{см^3}{см^2 \times см} \right]$$

Питому продуктивність шкурки $a_{ш}$ також можна визначити за емпіричною формулою

$$a_{ш} = 1,12 \times 10^{-6} (q / \rho) \sqrt{d_i} a_m a_n a_p,$$

де q - питомий тиск, кПа; ρ - густина деревини, Г/см³; d_i - розмір зерен основної фракції даного номера зернистості, мм; a_m - поправочний множник, який ураховує вплив матеріалу абразиву (електрокорунд - 1; креміль - 1,3); a_n - поправочний множник, який ураховує спосіб нанесення абразивних зерен на основу (гравітаційний - 1; електростатичний - 1,25); a_p - поправочний множник, який ураховує гостроту шкурки (гостра - 1,4; середньої гостроти - 1,0; тупа - 0,7).

Сила та потужність під час шліфування. Під час шліфування можуть виникати дотична P_z , нормальна P_y та осьова P_x сили (рис. 19.10).

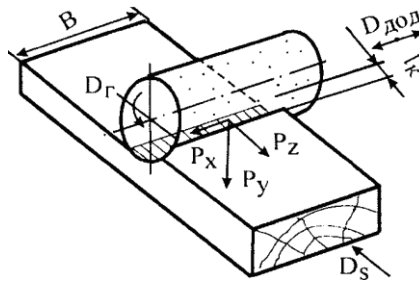


Рисунок 19.10. Схема дії сил різання під час шліфування з осциляцією інструмента

Ці сили є сумою відповідних сил на всіх різальних абразивних зернах, які контактують із заготовкою, що обробляється.

Найпростіше силу P_z можна визначити, знаючи середню площу перерізу F_{cp} , мм² умовного зрізу та питому силу шліфування P_{num} .

$$P_z = P_{num} P_{cp}$$

Середню площу перерізу F_{cp} можна визначити як

$$F_{cp} = \frac{100A}{v_e}$$

На сьогодні відсутні значення питомої сили шліфування для конкретних умов оброблення й тому дотична сила визначається як сила тертя, яка залежить від сили P_y нормального тиску та площі контакту F_{cp}

$$P_z = P_y f_{ш}; \quad P_y = 0,1 \cdot q F_{cp}$$

де $f_{ш}$ - коефіцієнт шліфування (тертя); q - питомий тиск на площі контакту, кПа.

Коефіцієнт шліфування $f_{ш}$ залежить від зернистості та величини затуплення абразивних зерен і властивостей матеріалу, що обробляється

$$f_{ш} = (0,425 + 0,19 \sqrt{d_i}) a_n a_p,$$

де a_n - поправочний множник на породу деревини, що обробляється (береза - 1; сосна - 0,95; дуб - 0,85).

У разі шліфування ДСП $f_{ш} = 0,75 \dots 0,45$ (більше значення приймають для шкурок зернистістю 40 і вище та для значних припусків на оброблення).

Потужність шліфування N_p визначається залежно від особливостей схеми шліфування.

Для шліфування стрічкою з її базуванням на нерухомому столі

$$N_p = 0,1 q F_{cp} (f_{ш} + f) v$$

де f – коефіцієнт тертя основи шкурки по базовій поверхні ($f = 0,3 \dots 0,4$).

Потужність шліфування абразивним циліндром визначиться як

$$N_p = 0,1 q F_{cp} f_{ш} v.$$

Продуктивність шліфувальних верстатів, шт./зм., вираховується за формулою:

$$Q = \frac{Tv_s K_d K_M n_0}{n_{II} l}$$

де n_0 – кількість одночасно оброблюваних заготовок, шт.; n_{II} – кількість проходів на одну заготовку з одного боку, шт.; l – довжина заготовки, м.

Контрольні питання

1. Дайте характеристику вузькострічкових, широкострічкових, циліндрових і дискових шліфувальних верстатів. 2. На які групи підрозділяють шліфувальні верстати по призначенню? 3. Які матеріали застосовують для виготовлення шліфувальних шкурок? 4. Розкажіть про принцип роботи вузькострічкових шліфувальних верстатів. 5. Як вибирають шкурку залежно від виду шліфування? 6. Розкажіть про прийоми роботи на вузькострічкових шліфувальних верстатах з рухомим столом. 7. Перелічіть основні складальні одиниці широкострічкового шліфувального верстата. 8. В чому полягає налаштування широкострічкового шліфувального верстата? 9. Розкажіть про принцип дії дискового шліфувального верстата і про прийоми роботи на ньому.

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 2

Курс лекцій

ГРАДИСЬКИЙ Юрій Олександрович

СОСЄДКО Марія Олександрівна

Формат 60x84 /16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 10.
Наклад ___ пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44