

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКИЙ КОЛЕГІУМ»
ІМЕНІ Т. Г. ШЕВЧЕНКА
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ



Кафедра технологічної освіти та інформатики

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

3 КУРСУ

«Технології лісопильно-деревообробної галузі»

Частина 2.

«Технології деревообробної галузі»

Для підготовки здобувачів вищої освіти денної та заочної форми навчання галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 205 «Лісове господарство» першого (бакалаврського) освітнього рівня.



Чернігів 2026 р.

УДК 378.016:674.093(072)

М 54

Рецензенти:

Мачульський Г.М. – кандидат сільськогосподарських наук, завідувач кафедри лісового господарства та агротехнологій, Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка.

Єрмак С.М. – кандидат педагогічних наук, доцент, Директор інституту професійного розвитку, Пенітенціарна академія України.

Говоров Є. М.

М 54 Технології лісопильно-деревообробної галузі. Частина 2. «Технології деревообробної галузі»: методичні рекомендації. Чернігів: НУЧК імені Т.Г. Шевченка, 2026. 126 с

УДК 378.016:674.093(072)

Методичні вказівки до виконання практичних робіт призначені для виконання навчального плану студентами освітнього рівня «Бакалавр», галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», спеціальності Н4 205 «Лісове господарство», нормативної дисципліни «Технології лісопильно-деревообробної галузі».

Методичні рекомендації містять основні практичні роботи що передбачені навчальною програмою, в тому числі теоретичні матеріали необхідні для вивчення курсу, та і вказівки до виконання практичних робіт.

Рекомендації були розроблені як з врахуванням сучасних тенденцій розвитку лісового господарства, лісопильної та деревообробної галузі, так і з врахуванням особливостей змішаної форми навчання, що виразилося в збільшеному змісті теоретичних відомостей до практичних робіт.

*Рекомендовано до друку вченою радою ННІ професійної освіти та технологій
Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
(протокол № від 16 січня 2026 р.)*

© Говоров Є.М., 2026

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практична робота №1	
Сушіння деревини.....	5
Практична робота №2	
Технології та обладнання штучного сушіння деревини.....	17
Практична робота №3	
Основи різання деревини.....	28
Практична робота №4	
Види механічної обробки деревини.....	36
Практична робота №5	
Будова та класифікація деревообробних верстатів.....	42
Практична робота № 6	
Інструментальні матеріали деревообробного лезвійного інструменту.....	49
Практична робота № 7	
Круглопильні верстати.....	57
Практична робота № 8.	
Ріжучий інструмент круглопильних верстатів.....	63
Практична робота № 9.	
Фугувальні верстати.	77
Практична робота № 10	
Рейсмусові верстати.....	85
Практична робота № 11.	
Фрезерні верстати.....	91
Практична робота № 12.	
Фрезерні верстати з числовим програмним керуванням.....	100
Практична робота № 13.	
Шліфувальні верстати.....	115
Література.....	121
ДОДАТКИ.....	123

Вступ

На сучасному етапі розвитку технологій та промисловості, за умови світової тенденції до зростання попиту на деревину, ліси зазнають все більшого виснаження. Тому все більше уваги приділяється ощадливому використанню лісових ресурсів, мінімізації відходів лісопильної галузі, глибокому переробленню деревини, розширенню спектра всебічного використання деревинних матеріалів, вторинного перероблення деревинних відходів. Сучасні технології дозволяють розв'язувати ці питання.

Ще одною важливою та болючою темою для суспільства та держави є саме відсутність внутрішньодержавної глибокого перероблення деревини, а все що ми зараз спостерігаємо це в більшості лише реалізація на експорт круглих лісоматеріалів. Це питання вартує особливої уваги, адже глибинне перероблення - це багатомільярдні грошові обороти, мільйони залучених робітників, наповнення як міських, так і державного бюджету. Хорошим прикладом може слугувати досвід Німеччини, яка за площею лісів збігається з Україною, але при цьому являється не експортером, а імпортером деревини. Все завдяки розвинутій технологічній базі з перероблення та обробки деревини. До лісової та деревообробної галузі Німеччини долучено 1,2 мільйона працівників, щорічний оборот коштів 180 мільярдів євро.

Тому проміжним висновком може стати необхідність фактично нової індустріалізації лісопильної та деревообробної галузі, та самого лісового господарства в цілому.

Не слід забувати про те що ліс повинен виступати не лише сировинним ресурсом, але й відігравати ключову роль у стабілізації біосфери, забережні та відтворенні ландшафтів, у тому числі й аграрних. У майбутньому ведення лісового господарства повинно базуватись на принципах безперервного, невиснажливого і раціонального користування з метою задоволення потреб народного господарства і населення у деревині та іншій продукції лісу, а також комплексного використання усіх корисних властивостей лісу.

Тому метою вивчення курсу «Обладнання лісопильно-деревообробної галузі» є опановування здобувачами освіти фахових компетентностей з сучасних ощадливих та високотехнологічних методів обробки деревини.

Цілком логічним є поділ курсу на дві частини – «Обладнання лісопильної галузі» та «Обладнання деревообробної галузі», адже хоча наведені технології й мають багато спільного, але все ж мають свою чітко виражену специфіку та особливості. Тому і методичні рекомендації поділені відповідним чином.

В основу структури програми курсу «Обладнання лісопильно-деревообробної галузі» покладено вивчення базових понять галузі, технологій обробки, ознайомлення з сучасним верстатним обладнанням, практичні дії з його налаштування та експлуатації.

Особливу увагу необхідно приділяти інструктуванню з правил безпечної роботи, протипожежних заходів, виробничої санітарії та особистої гігієни.

При формуванні техніко-технологічних компетентностей рекомендується використовувати різноманітні технічні засоби навчання, наочність, мережу інтернет. Особливу увагу варто звертати на пояснення та демонстрацію способів виконання технологічних операцій, проведення тренувальних вправ з налаштування до роботи того чи іншого обладнання.

При вивченні курсу необхідно прищеплювати студентам звичку планувати свою діяльність, вчасно вивчати питання до самостійної підготовки, раціонально організувати робоче місце, дбайливо ставитися до обладнання та матеріалів.

Для всебічного технічного розвитку студентів доцільно, впроваджувати моделювання обладнання, робочих процесів галузі, спонукати студентів до проектно-технологічної діяльності, розв'язування технічних задач, знайомилися з сучасними досягненнями техніки та технологій галузі, з якими надалі вони можуть стикнутися у своїй професійній діяльності.

Практична робота №1 Сушіння деревини.

Мета роботи: Вивчити основні поняття що стосуються сушіння деревини, вплив сушіння на деревину, методику проведення.

Знати:

- теоретичні основи сушіння деревини;
- методи сушіння деревини;
- специфіку організації проведення та контролю сушіння деревини.

Вміти:

- обирати той чи інший метод сушіння деревини;
- планувати проводити та контролювати процес сушіння деревини;
- вміти визначати за специфічними ознаками якість сушіння деревини.

Обладнання та матеріали: сортамент сухих та сирих пиломатеріалів, довідникова література, прилади для вимірювання вологості.

Теоретичні відомості

Одним з найважливіших процесів обробки пиломатеріалів є їх сушіння. Завдяки цьому процесу дерево стає максимально міцним. До того ж сушіння запобігає можливості гниття та короблення пиломатеріалу. Вологість також впливає і розмір заготовок. Чим більше усихає матеріал, тим менше за габаритами він стає. **Правильне сушіння має бути організовано таким чином, щоб волога випаровувалась рівномірно.** Нові методи сушіння деревини знижують відсоток вологості до 6%.

Метою сушіння деревини є:

- мінімізація тенденції до усадки, деформації та розтріскування;
- зниження здатності набирати зайву вологість в процесі експлуатації (гігроскопічності);
- зменшення ваги для транспортування, отже, зниження собівартостівартості перевезення;
- підвищення міцності, довговічності та електричного опору;
- покращення якості обробки деревини, включаючи склеювання, фарбування та полірування.
- підвищення здатності до певної міри чинити опір нападу комах і грибків.
- зробити деревину придатною для ефектвної консерваційної обробки, інакше захисне покриття закріє зовнішні пори та спричинить гниття дерев'яної частини.

Так уже повелося, що сьогодні в масовому сушінні пиломатеріалів найбільш поширеними способами видалення зайвої вологи з деревини є **атмосферне** (повітряне) та **камерне сушіння**.

Атмосферне сушіння в порівнянні з камерною протікає в умовах мало сприяють просуванню вологи в деревині через відносно низьку температуру і неможливість регулювання вологості повітря. Тому вона неминуче супроводжується великою небезпекою появи тріщин та значним стиском сухої поверхні деревини. Єдиним методом зменшення небезпеки розтріскування є зменшення вентиляції штабеля, але цей захід, викликаючи уповільнення сушіння, тим самим створює небезпеку появи грибкових уражень на вологій поверхні деревини.

Хоча атмосферне сушіння і є найменш енерговитратним, слід все ж таки рекомендувати її як **попереднє підсушування свіжозрубаної деревини**, в першу чергу на підприємствах з великим обсягом переробки деревини (великих лісопильних підприємствах). При виробництві виробів з деревини більше підходить сушіння деревини у вигляді заготовок та пиломатеріалів у спеціальних приміщеннях - **сушильних камерах**, що забезпечує необхідну кількість сухих пиломатеріалів для подальшої переробки деревини.

Камерна сушіння деревини заснована на проведенні процесу при температурі та вологості повітря вище атмосферного, тобто. з більшою інтенсивністю. Крім того, при камерній сушці є можливість створення в сушильній камері необхідного рівня температури, вологості та швидкості руху повітря, що дозволяє регулювати процес в залежності від властивостей матеріалу і створювати найбільш сприятливі умови для його просихання.

Камерне сушіння пиломатеріалів є найбільш енергоємним технологічним процесом у лісопилянні та деревообробці.

МЕТОДИ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

Методи умовно можна поділити на два види:

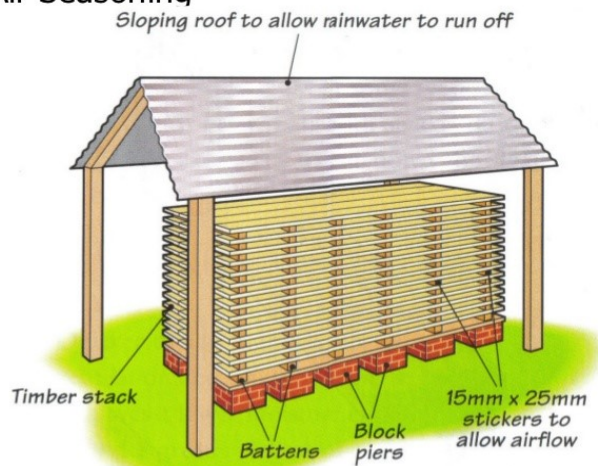
- природне атмосферне сушіння;
- штучне (камерне).

Найпоширенішим камерним сушінням на цей час є конвекційне сушіння у камерах.

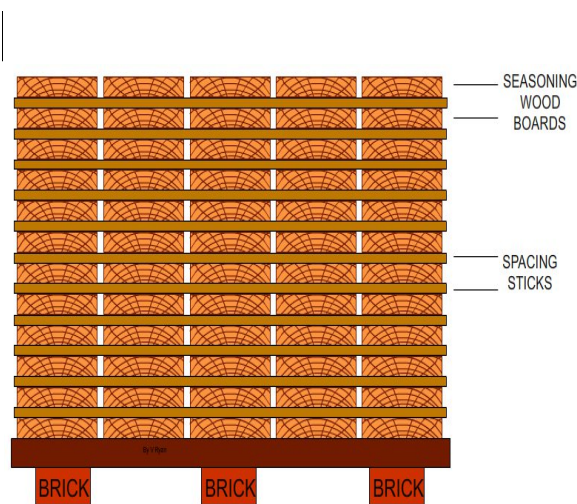
ПРИРОДНЕ АТМОСФЕРНЕ СУШІННЯ

Особливості атмосферного сушіння пиломатеріалів. Атмосферним сушінням називається спосіб сушіння пиломатеріалів у штабелях на спеціальних складах атмосферним повітрям без його підігріву. Атмосферне сушіння не втратило значення і нині. Вона проходить без витрат палива, електроенергії, не потребує застосування спеціального обладнання. У порівнянні з камерною має нижчу собівартість, а при правильному проведенні забезпечує високу якість продукції.

Air Seasoning



А)



Б)

**Рис. 1. Атмосферне сушіння в штабелях
А) під навісом; Б) правильна укладка дощок в штабеля.**

Стан атмосферного повітря не піддається регулюванню. На нього впливають клімат цієї місцевості, сезон та погода. На самому складі внаслідок випаровування з деревини великих мас вологи створюється свій мікроклімат. На його території повітря має знижену температуру, підвищену вологість та меншу швидкість руху порівняно з відкритим простором.

Стан повітря в штабелі залежить від густини укладання дощок. Чим щільніше укладені дошки, тим гірша продувність штабеля і, отже, тим нижча в ньому температура і вища насиченість повітря вологою. Зі зниженням вологості деревини температура повітря в штабелі збільшується, а ступінь насичення падає.

Під впливом вітру повітря у штабелі рухається у горизонтальному напрямку. Однак рух повітря в висохлому штабелі спостерігається і в безвітряну погоду. Такий рух проходить у вертикальному напрямку за рахунок різниці густини повітря.

Вдень нагріте повітря, що надходить у штабелі, охолоджується та рухається вниз. Увечері і вночі охоложене повітря, надходячи в штабелі, який зберіг вищу температуру, нагрівається в ньому і рухається вгору. Такий поділ напрямків руху повітря у штабелі дещо умовний. Практично в результаті взаємодії мас повітря, що переміщуються вертикально та горизонтально, виникають складніші за напрямком повітряні потоки.

При малій інтенсивності сушіння пиломатеріалів на складі можливе їх ураження деревозабивними та дереворуйнівними грибами. Тому процес сушіння доцільно прискорювати, застосовуючи розріджене укладання (з великими шпациями) для кращої

продувності штабеля. Але при цьому виникає інша небезпека - надмірна інтенсифікація процесу в умовах нерегульованого стану повітря може призвести до розтріскування пиломатеріалів.

Процесом атмосферного сушіння можна керувати шляхом відповідного розміщення штабелів на складі та належного укладання в них пиломатеріалів з урахуванням кліматичних особливостей району розташування підприємства. Правила атмосферного сушіння та зберігання на складах пиломатеріалів хвойних порід регламентовані відповідними стандартами.

До укладання штабелю відносяться такі вимоги:

- сам штабель слід розташовувати на висоті від 300 до 450 мм над рівнем землі;
- довгий брус перерізом 100x100 мм необхідно розташувати над підлогою, щоб служити каркасом для штабелювання бруса;
- стос (штабель) має бути на відстані від 2,5 до 3 м один від одного. Висота штабеля може бути до 3 м.

Перекладки (перекладні планки) повинні мати перетин 40x25 мм для дощок товщиною до 50 мм. Відстань між центрами перекладок в кожному шарі має становити 60 см для дощок товщиною до 50 мм.

Важливо! Торцеві зрізи пиломатеріалів втрачають вологу до 10ти разів швидше ніж пласті та кромки. Це викликає торцьове розтріскування деревини. Особливо це характерне твердим сортам деревини, які до того ж являються найбільш дорогими та цінними. Тому необхідне покриття для запобігання розтріскування торців під час атмосферного сушіння.

Цьому можна запобігти або звести до мінімуму, покривши кінці та зрізи всіх пиломатеріалів вологостійкою речовиною на відстані до 80 мм від кінців. Це можуть бути густий шар гудрону або бітумної фарби або парафін чи вапно.

Переваги атмосферного сушіння:

- 1) Економічність - у порівнянні з будь-якими іншими методами, собівартість цього виду сушіння мінімальна.
- 2) Технологічна простота - для організації знадобляться тільки навіси, які можна поставити будь-де, а сам процес сушіння відбувається без спеціального контролю.
- 3) За рахунок тривалості процесу висихання відбувається поступово, що знижує можливість появи тріщин.
- 4) Для твердих порід що схильні до утворення тріщин, таких як дуб, поєднання спочатку атмосферної сушки в подальшому з камерною, зменшує ризик утворення тріщин і сприяє більш рівномірному просушуванню.

Недоліки:

- 1) Вологість деревини при природному сушінні можна знизити лише до 15-22%. Тому деревину, витриману цим методом, не можна використовувати на певних роботах, для яких потрібна менша вологість.
- 2) Висока тривалість процесу - від кількох тижнів до року, більша залежність від погодних умов (температура та вологість повітря) та пори року.
- 3) Для укладання деревини потрібен великий простір. Тут можна говорити і про неефективне використання площ, і про великий цикл виробництва, що веде до втрат можливого прибутку.
- 4) Процес сушіння неможливо регулювати, що не завжди дозволяє отримати бажаний результат.
- 5) Деревина легко уражається комахами та грибками завдяки тривалому періоду витримки навіть за сприятливих умов.
- 6) В подальшому деревина висушена атмосферним методом більше піддається сезонним коливанням вологості, менш стабільна ніж деревина камерної сушки.

КАМЕРНЕ (ШТУЧНЕ) СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ (теорія сушіння).

Процес камерного сушіння це досить довготривалий та енергозатратний процес під час якого видалається надлишкова волога з деревини.

Є три основні вимоги та умови сушіння деревини:

— джерело енергії;

- механізм передачі тепла деревині;
- спосіб видалення води з деревини.

Теоретичні аспекти сушіння.

У більшості випадків для сушіння деревини використовується явище конвекції. **Конвекція це перенесення енергії у вигляді теплоти за допомогою речовини середовища, яке рухається (сушильного агента).**

Сушильний агент (як правило тепле повітря) передає тепло деревині, змушуючи вологу з неї випаровуватися. Відносна вологість повітря при цьому має бути достатньо низькою, щоб поглинати водяну пару, що виділяється деревиною.

Щоб свіжа волога деревина висохла, повітря має рухатися, щоб відводити вологу з поверхні деревини. Коли повітря стає надто вологим для ефективного сушіння деревини, має відбутися одна з двох речей, для продовження процесу сушки. **По-перше**, подальше підвищення температури повітря в печі зменшує його відносну вологість. Більш гаряче повітря здатне утримувати додаткову вологу, що виділяється з деревини. **По-друге**, виведення вологого повітря із сушильної камери та заміна його більш сухим. Швидке сушіння деревини з дуже гарячим сухим повітрям, безсумнівно, пришвидшує процес, але це зазвичай супроводжується деградацією, того чи іншого типу, як-от тріщини, зміна кольору поверхні, колапс (він же колапс серцевини), внутрішні напруження, що робить деревину іноді навіть непридатною для використання (особливо в деяких породах більше, ніж в інших).

Коли деревина висихає, усередині деревини розвивається **градієнт вологи**.

Для того, щоб контролювати процес сушіння деревини, **було введено поняття градієнта температури та вологості**. Волога переміщається з більш вологих шарів у більш сухі.

Те саме відбувається і з температурним градієнтом - волога переміщається з більш теплого місця в холодніше.

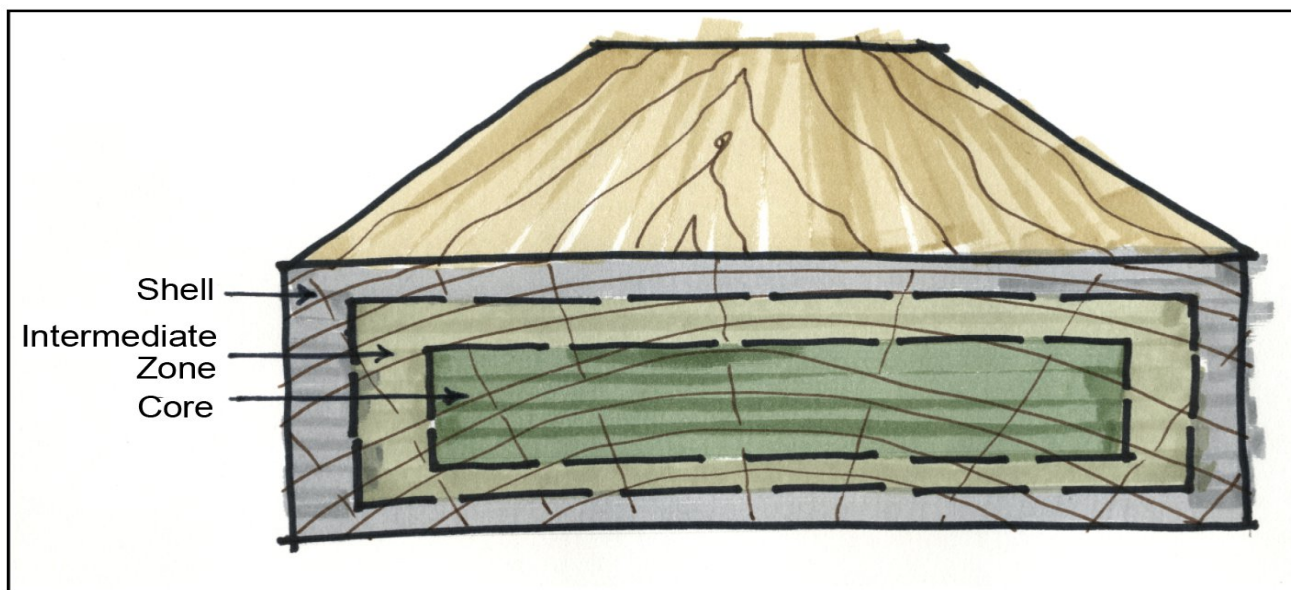


Рис. 2. Зони вологості в деревині під час сушіння.

Поперечний переріз дошки (Рис. 2) ілюструє три зони, які використовуються для опису градієнта вологості, тобто серцевину, проміжну зону та оболонку, але насправді між зонами немає чітких ліній.

Якщо в процесі сушіння не змінювати його інтенсивність, можуть виникнути внутрішні напруги, що викликають розширення внутрішніх шарів в одному випадку і звуження зовнішніх шарів в іншому, що призведе до розтріскування пиломатеріалу в усіх напрямках.

Щоб забезпечити якість деревини та звести до мінімуму кількість тріщин, часто необхідно періодично змочувати деревину гарячою парою (пропарювання).

У конвекційних камерах матеріал зазвичай обдувається зволженим повітрям, що знімає зовнішні напруги. Однак надмірне зволоження також небажане, воно призводить до появи внутрішніх тріщин, спричинених розширенням зовнішніх шарів.

Необхідність зміни потоку повітря

Незалежно від того, висушена деревина на повітрі чи в камері, повітря, що надходить у штабель деревини з одного кінця, має нижчу відносну вологість, ніж повітря, що виходить із штабеля на дальньому кінці. Повітря, що рухається, виходить із штабеля, холодніше, ніж повітря, що туди входить. Повітря охолоджується, передаючи тепло деревині, що забезпечує процес сушіння (рис 3).

Якщо повітря безперервно проходить крізь штабель деревини в одному напрямку, деревина на «підвітряній» стороні штабеля завжди висихає швидше, ніж деревина що знаходиться на іншій стороні. Це призводить до нерівномірного сушіння, де один край штабеля може бути на 3 або 4 % вологішим, ніж інший.

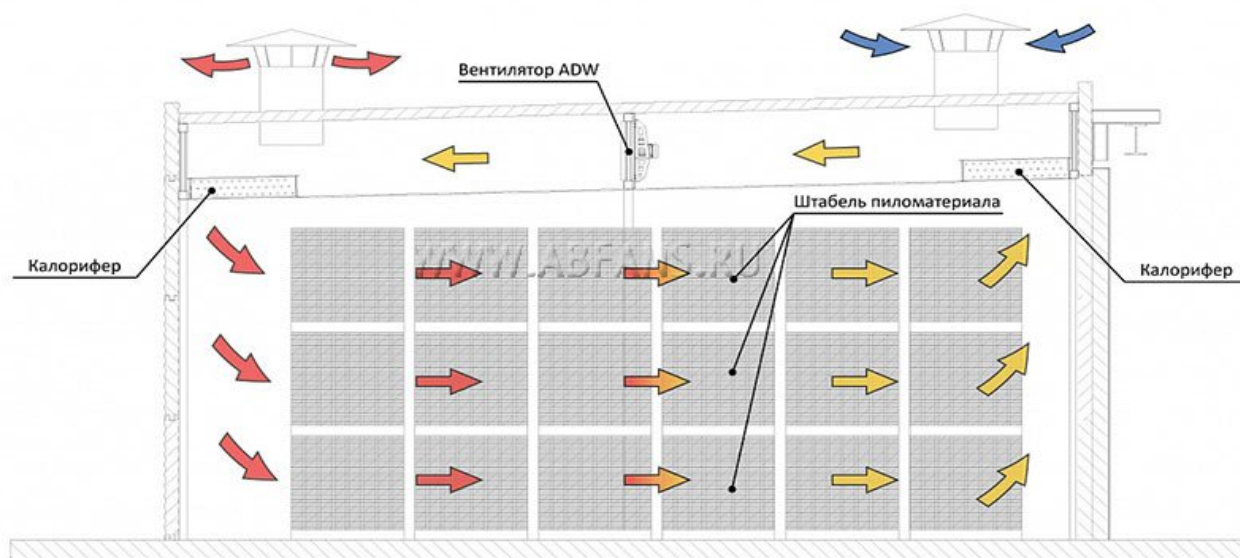


Рис. 3. Рух та охолодження повітря під час сушіння

В природному атмосферному сушінні зміни напрямку та швидкості вітру нейтралізують цей ефект, але він не піддається регулюванню. Якщо ж в штучній камері сушать широкий штабель деревини або деревину, яку особливо важко висушити, існує справжня потреба регулярно змінювати напрямок повітряного потоку всередині камери. Щоб досягти цього, обертання лопаті вентилятора змінюється на протилежне через рівномірні проміжки часу.

Ця невідповідність, обмежує розмір штабелів. Особливо це стосується природного сушіння, коли менше контролю над температурою, швидкістю або напрямком вітру. Однак слід зазначити, що швидкість повітря в камері або при атмосферному сушінні є найбільш важливою на початку сушіння.

Коли деревина висихає, значення руху повітря поступово зменшується, поки деревина не досягне приблизно 20% вологості. Далі основними критичними факторами для подальшого сушіння є вологість і температура, причому важливість руху повітря значно зменшується, чим сушішою стає деревина.

КЛАСИФІКАЦІЯ КАМЕР

Залежно від способу сушіння, що застосовується, сушильні пристрої, або сушильні камери, діляться на кілька класів:

- **газопарові конвективні**, звані для стислості просто **конвективними**, сушіння в нагрітому газовому середовищі;
- **рідинні**, сушіння в нагрітих гідрофобних та гідрофільних рідинах;

- **кондуктивні**, сушіння з передачею тепла матеріалу за допомогою теплопровідності при безпосередньому контакті деревини з нагрітими поверхнями;
- **діелектричні**, сушіння в електромагнітному полі СВЧ із передачею тепла матеріалу за рахунок діелектричних втрат;
- **радіаційні**, сушіння з передачею тепла матеріалу випромінюванням;
- **індукційна**, сушіння в електромагнітному полі промислової частоти з передачею тепла матеріалу від феромагнітних прокладок, що розміщуються всередині штабеля, нагріваються індуктивними струмами.
- **вакуумні**, сушіння деревини при зниженому тиску середовища.

Сушильні пристрої можуть працювати з різним поєднанням класів сушіння.

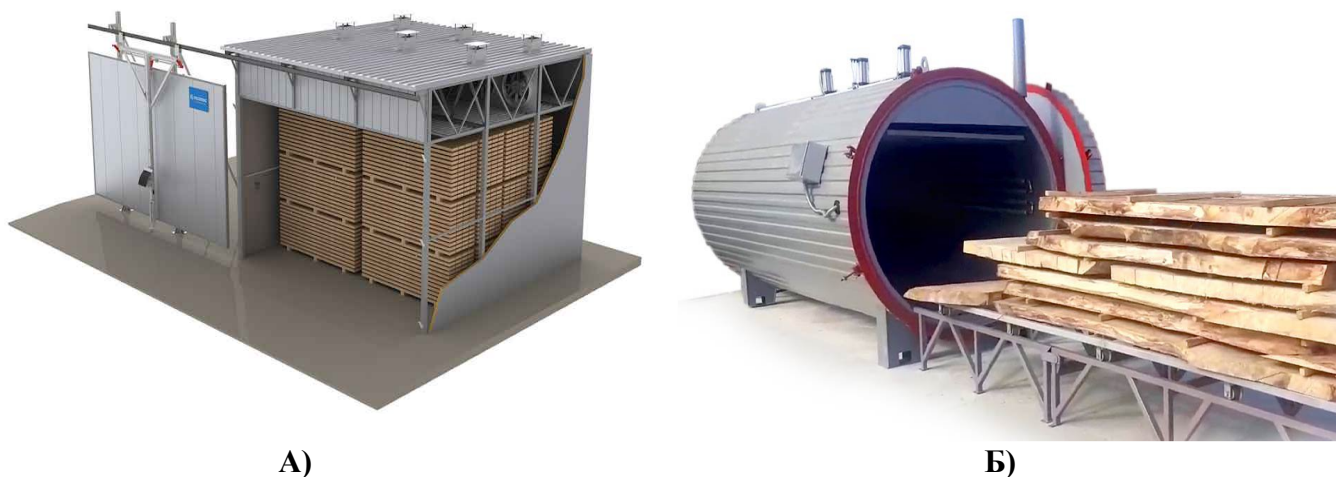
В залежності від типу сушильного агента:

За типом сушильного агента розрізняють камери **повітряні, газові** та діючі на **перегрій парі**. Останні часто називають **високотемпературними камерами**. Є камери, в яких сушильним агентом може бути вологе повітря і чиста перегріта пара, такі камери називають **пароповітряними**.

Повітря - сильний потік нагрітого повітря проганяється через штабель для випаровування вологи з матеріалу.

Пар - як тепловий агент використовується нагріта або перегріта до 180 градусів пара, який дозволяє досить швидко видалити будь-яку кількість вологи.

Газ – продукт згорання природних газів перемішаних з повітряним потоком.



А)

Б)

Рис. 2. Конструктивне виконання сушильних камер.

А) стандартна конвективна; Б) Вакуумна.

В залежності від руху сушильного агента:

Реверсивні тип конвекційного обладнання, в якому використовується спеціальний реверсивний вентилятор для зміни напрямку переміщення повітряних мас через штабель.

Камери безперервної дії - це камери, в яких пиломатеріали сушаться великими партіями безперервним потоком. Завод має форму довгого тунелю з входом і виходом, яким деревина транспортується по рейках. Камери характеризуються високою продуктивністю та якістю сушіння при прийнятному вмісті вологи.

Камери періодичної дії — камери набагато менші за тунельні камери і призначені для сушіння пиломатеріалів і колод невеликими партіями. Його легко регулювати, дозволяючи сушити деревину до вологості до 7%.

За характером побудови камери ділять на стаціонарні та збірні.

Стаціонарні камери - це споруди, елементи огорож яких формуються на місці зі звичайних будівельних матеріалів.

Збірні камери виготовляють на спеціальних заводах та монтують на місці будівництва з готових щитів та вузлів.

Крім цього поділу, камери також діляться за іншими специфічними технічними та конструктивними ознаками.

Також важливим параметром камер є **режими сушіння**, які впливають на його час проведення та кінцевий результат сушіння.

РЕЖИМИ СУШІННЯ

Режим сушіння деревини - це сукупність тепловлажностних впливів сушильного агента на пиломатеріал, що забезпечують задану якість та тривалість його сушіння.

Раціональним вважається режим, застосування якого забезпечує найменшу тривалість процесу сушіння та його економічність при збереженні цілісності сортиментів, заданої міцності та інших природних властивостей деревини.

Інтенсивність випаровування вологи при сушінні характеризується **жорсткістю режиму**. При однаковій мірі насиченості сушильного агента жорсткішим буде режим з підвищеною температурою, а при однаковій температурі - режим з меншим ступенем насиченості вологістю.

Залежно від породи та розмірів пиломатеріалів, а також вимог, які пред'являються до якості сушки, деревина може висушуватися режимами різних категорій за температурним рівнем.

Таблиця 1. Режими камерного сушіння деревини по типу камер.

Тип режиму сушіння / тип камер	Температура °С	Вологість %	Час сушки дні	Примітка
Нормальний (конвекційні камери)	60-80	10-12	20-40	Найбільш поширений, підходить для більшості видів деревини.
Низькотемпературний (конденсаційні, вакуумні камери)	30-40	10-12	5-90	Забезпечує мінімальні зміни у структурі деревини.
Високотемпературний (аеродинамічні, СВЧ, кондуктивні камери)	90-100 і більше	6-8	3-20	Прискорює процес сушіння, але вимагає більш акуратного контролю.

Примітка: на час сушки та його режими значною мірою впливає тип матеріалу (порода деревини) та його переріз (товщина).

Високотемпературні режими сушіння деревини

При використанні режимів високотемпературного процесу агентом сушіння служить перегріта пара при атмосферному тиску з температурою вище 90-100 °С. Високотемпературні режими сушіння забезпечують бездефектне сушіння пиломатеріалів при незначному зменшенні міцності на статичний вигин, розтягування та стиснення, при помітному зниженні міцності до 35 % на сколювання та розколювання з потемнінням деревини. У цих режимах рекомендується сушіння до експлуатаційної вологості пиломатеріалів цільового призначення для виробів, що працюють із великим запасом міцності.

Низькотемпературні режими сушіння деревини

При низькотемпературних режимах сушіння як сушильний агент використовується вологе повітря з температурою початкової стадії до 100 °С, хоча більш висока температура допускається на останній стадії процесу. Низькотемпературні режими сушіння пиломатеріалів поділяються на 2 групи: 1 – для хвойних порід, 2 – для листяних порід. Залежно від групи низькотемпературні режими сушіння мають кілька рівнів (ступенів). У процесі сушіння

пилотеріалів перехід з одного рівня на інший, що здійснюється за певною вологістю деревини. Наприклад, при сушінні деревини хвойних порід ці значення становлять 35% та 25%.

До низькотемпературних режимів сушіння відносяться **м'які, нормальні та форсовані режими**.

М'які режими сушіння забезпечують бездефектне сушіння пилотеріалів при повному збереженні природних фізико-механічних властивостей деревини, міцності, кольору та стану в ній смоли. Ці режими рекомендуються для сушіння до транспортної вологості експортних пилотеріалів, у яких не допускається виплавлення смоли, випадання сучків та зміна натурального кольору (потемніння деревини хвойних порід або пожовтіння букової та березової деревини від нагрівання). Наприклад, для хвойних порід завтовшки 32 - 60 мм. максимальна температура при м'якому режимі сушіння – 75 °С.

Нормальні режими сушіння забезпечують бездефектне сушіння пилотеріалів при повному збереженні показників міцності деревини з незначними змінами її кольору. Дані режими рекомендуються при сушінні деревини для внутрішнього споживання будь-якої вологості. Для хвойних порід завтовшки 50 - 60 мм. максимальна температура при нормальному режимі сушіння – 96 °С.

Форсовані режими сушіння забезпечують бездефектне сушіння пилотеріалів при збереженні міцності на статичний вигин, розтягування та стиснення, але при зниженні міцності на сколювання та розколювання до 20 % з потемнінням деревини. Такі режими рекомендуються при сушінні до експлуатаційної вологості пилотеріалів і призначені для виробів, що працюють з великим запасом міцності. Для хвойних порід завтовшки 50 - 60 мм. максимальна температура при форсованому режимі сушіння – 110 °С.

Також режими сушіння різняться відносно типу сушильних камер. Для прикладу вакуумні та конденсаційні камери використовують знижені температури (40-50°С).

ФІТОСАНІТАРНА ОБРОБКА ПРИ КАМЕРНОМУ СУШІННІ

Будь-яка неперероблена деревина може становити небезпеку для екології країн-імпортерів. У ній живуть і розмножуються різні шкідники, серед яких є і **карантинні організми**. Разом з пилотеріалами та дерев'яною тарою вони поширюються світом, перетинають державні та кліматичні кордони. Зупинити їх проникнення на нові території допомагає фітосанітарне знезараження. Ця процедура передбачає обробку деревини із застосуванням методів, що дозволяють знищити більшість паразитних у ній шкідливих організмів.

У свіжоспилянній та необробленій деревині хвойних та листяних порід можуть бути різні шкідливі організми. Небезпеку для екології представляють комахи-шкідники лісу, і навіть нематоди, які викликають захворювання дерев. Вони можуть селитися під корою або проникати всередину стовбура, де успішно переживають несприятливі умови (заморозки, спеку тощо).

Затверджені методи фумігації деревини

Як заходи, що підходять для винищення різних видів шкідників деревини, свою ефективність довели теплова обробка (НТ) та фумігація бромистим метилом (МВ).

Теплова обробка

У природному середовищі шкідники деревини та їх численне потомство гинуть внаслідок впливу різних факторів, серед яких чільне місце займають коливання температур. Масову загибель короїдів або вусанів можуть спровокувати тривалі заморозки та літня спека. Під впливом температури шкідники можуть впадати в захисний анабіоз, в якому здатні перебувати тривалий час, проте внаслідок занадто тривалого впливу несприятливого фактора вони гинуть.

Завдання температурної обробки – відтворити такі умови, за яких усі форми шкідливих організмів, які паразитують у деревині, будуть знищені. У процесі фітосанітарного знезараження подібних результатів можна досягти, якщо прогріти лісоматеріали до температури в середині деревини не нижче +56 °С і витримувати цю температуру щонайменше 30 хвилин. У разі виявлення стійких форм шкідників тепловий режим підбирається індивідуально. Різні види плісняви мають свої температурні межі виживання, але більшість грибків гине при показниках від 70°С. Щодо температури, яка вбиває спори грибка, то західні

компанії пропонують температуру 53-55°C для сосни. Загалом температура, яка використовується під час камерного сушіння, тобто, така що знищує всі грибки та комах у деревині, повинна перевищувати 60 °С. Температурна обробка деревини перед відправкою на експорт проводиться методом камерного сушіння, що дозволяє прогрівати лісоматеріали на всю глибину виробів і вбивати навіть личинок карантинних вусанів, які ховаються глибоко в колодах.

ДЕФЕКТИ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

Дефекти сушіння деревини характеризуються низкою показників.

Основними є:

- недосихання;
- нерівномірність просихання пиломатеріалів;
- видимі дефекти сушіння (тріщини, покоробленість);
- залишкові напруги;
- ураження грибком.

Видимі дефекти сушіння деревини

ТРИЩИНИ

Пластові тріщини утворюються в матеріалі в початковий період сушіння, коли діючі на поверхню напруги, що розтягують, перевищують межу міцності. Причина утворення пластових зовнішніх тріщин - занадто жорсткий режим сушіння деревини, відсутність проміжної теплообробки, а міра попередження - застосування раціонального режиму.

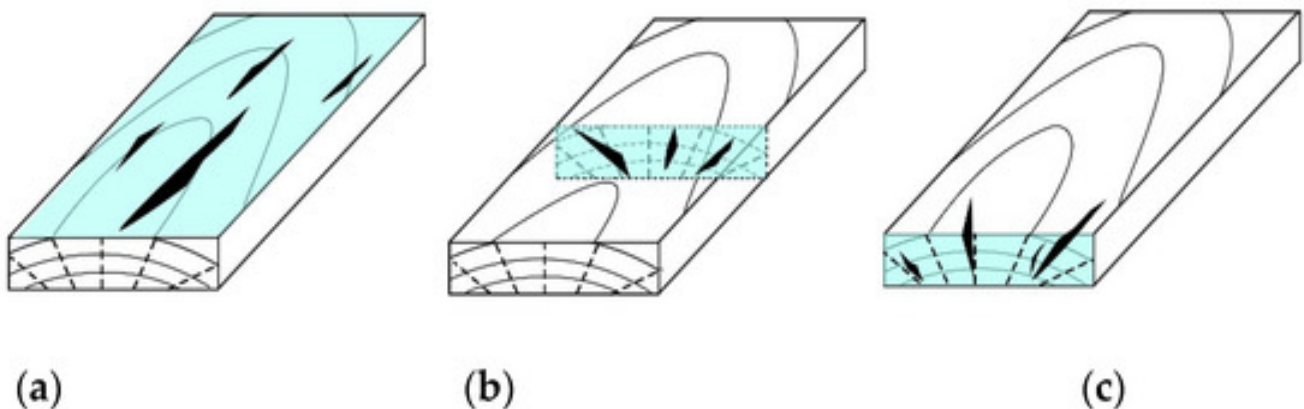


Рис. 3. Тріщини сушіння в пиломатеріалах:
а)- пластові; б) -внутрішні; в) –торцеві.

Внутрішні тріщини можуть з'явитися в кінці процесу і навіть після сушіння деревини, якщо в центрі сортименту виникли надмірно великі напруги, що розтягують. Щоб запобігти їх утворенню, оператору необхідно постійно контролювати стан сушильного агента та вологість деревини всередині камери щодо вибраного режиму сушіння.

З метою запобігання утворенню пластових та внутрішніх тріщин у процесі сушіння пиломатеріалів необхідно також проводити проміжну та кінцеву вологотеплообробку. Для цього необхідно обладнати сушильні камери системою зволоження.

Виникнення **торцевих тріщин** зумовлено більш інтенсивним сушінням торців порівняно із середньою частиною сортименту. Найбільш ефективний засіб попередження цього дефекту - замазування торців вологонепроникним складом.

Правильне укладання пиломатеріалів у штабелі, зокрема вирівнювання торців штабеля, розміщення крайніх прокладок урівень з торцями дощок зменшує кількість торцевих тріщин. Формування повногабаритного штабеля, застосування механізму притиску штабеля значно знижує торцеве розтріскування. Торцеві тріщини в цьому випадку бувають неглибокими, і при поперечному розкрії пиломатеріалів втрачають мінімальними.

Радіальні тріщини виникають при сушінні круглих лісоматеріалів та пиломатеріалів, що містять серцевинну трубку. Причина їх утворення - різна усушка у радіальному та тангенційному напрямках. Попередити їх появу при камерному або атмосферному сушінні неможливо навіть при самому обережному та повільному проведенні процесу. Щоб уникнути цього дефекту, при розкрій пиломатеріалів слід вирізати серцевину або стежити, щоб вона була на поверхні.

КОРОБЛЕННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

У процесі сушіння деревини покороблення відбувається внаслідок неправильної укладки штабеля, відсутності вологотеплообробки в процесі сушіння або через різницю властивостей даного пиломатеріалу в радіальному та тангенціальному напрямках. Дошки радіального розпилювання майже не коробляться.

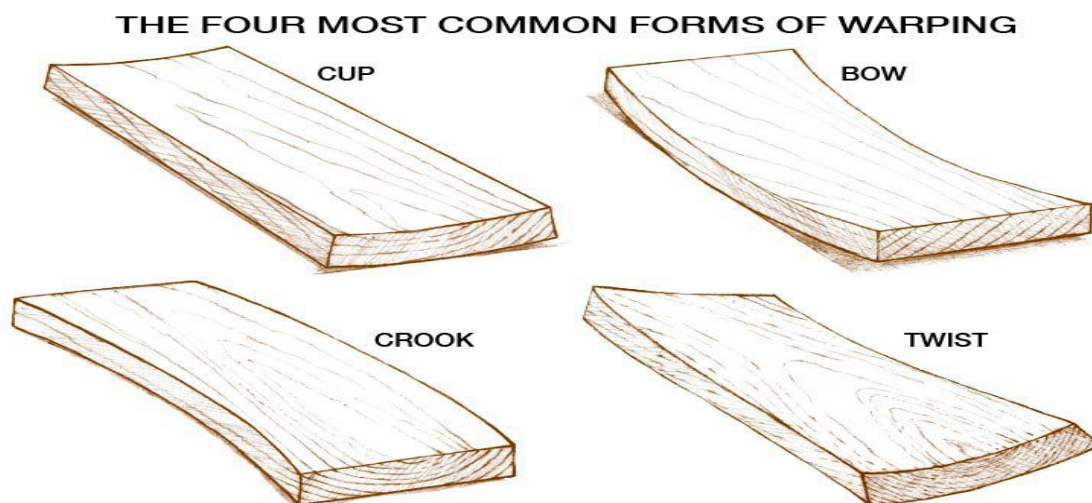


Рис. 4. Основні види короблення пиломатеріалів

Cup- поперечна; **Bow** - поздовжня по пласті; **Crook** - поздовжня по кромці; **Twist** - крилатість.

Короблення деревини після сушіння відбувається при вивантаженні штабеля з камери, що не остигнула, або при відсутності кінцевої вологотеплообробки у пиломатеріалу.

Запобігання коробленню

Для запобігання поперечній і поздовжній покоробленості дощок їх слід сушити в затиснутому стані, дотримуватись правил формування штабеля (укладати в один штабель дошки строго однакової товщини, застосовувати стандартні стругані прокладки, кожен ряд яких повинен знаходитися в одній вертикальній площині). Нижні ряди фіксуються масою самої деревини, крім двох - трьох верхніх рядів. Застосування надмірно жорстких режимів, особливо при сушінні пиломатеріалів листяних порід, також сприяє жолобленню пиломатеріалів. Механізм притиску штабелю дозволяє отримувати дошки верхніх трьох-чотирьох рядів без втрати якості.

Недосушування пиломатеріалів

Недосушування деревини відбувається при достроковому вивантаженні пиломатеріалів із сушильних камер, порушенні технології сушіння, недостатньої температури всередині сушарки або відсутність контролю вологості деревини в процесі сушіння.

Нерівномірне просихання

за товщиною матеріалу: виникає із застосуванням жорсткого режиму при значній кінцевій вологості деревини або при цементації пор у деревині.

по довжині штабелю: є наслідком нерівномірного розподілу або нагрівання повітря вздовж штабеля, завантаження штабеля меншої довжини, несправностей у вентиляторному устаткуванні, а також недостатньої герметичності дверей сушильної камери.

по ширині штабелю: відбувається при слабкому русі агента сушіння через штабель, нерівномірного розподілу повітря, недостатніх зазорах між штабелем та стінами сушильної камери або неправильного укладання штабеля.

по висоті штабелю: виходить через слабкий рух сушильного агента, неправильне укладання штабеля, недотримання товщин прокладок, недозавантаженість камери по висоті або нерівномірного розподілу повітря.

за обсягом штабелю: спостерігається при слабкій циркуляції повітря, поганій герметичності огорож або неправильному укладання штабелю.

Цвіль на матеріалі з'являється при недостатній циркуляції сушильного агента. Потрібно посилити рух повітря, застосувати реверсування потоку, підвищити температуру та проводити вологотеплообробку.

КАТЕГОРІЇ СУШІННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

Залежно від призначення пиломатеріалів, що висушуються, нормативами встановлено чотири категорії якості сушіння пиломатеріалів: I, II, III і 0.

I категорія якості сушіння – високоякісна сушіння пиломатеріалів до вологості 6 – 8 % при температурі не більше 60-70 °С. Дана категорія якості сушіння пиломатеріалів повинна забезпечити можливість механічної обробки та збирання деталей для високоточних відповідальних з'єднань, що впливають на експлуатаційні показники виробів (виробництво моделей, приладобудування, точне машинобудування та силові конструкції).

II категорія якості сушіння – підвищена якість сушіння пиломатеріалів до вологості 6 – 10 % при температурі не більше 75-85 °С. Допускається зниження міцності пиломатеріалів на сколювання та ударний вигин не більше 5%. Ця категорія якості сушіння пиломатеріалів потрібна для відповідальних з'єднань, від яких залежить якість виробів (виробництво столярно-будівельних виробів відповідального призначення, меблеве виробництво та ін.)

III категорія якості сушіння – середня якість сушіння пиломатеріалів до вологості 8 – 15 %. Дана категорія якості сушіння пиломатеріалів має забезпечити механічну обробку та складання деталей для менш відповідальних деталей (погонаж, тара та ін.)

0 категорія якості сушіння - сушіння пиломатеріалів до транспортної вологості 16 - 20 %.

Сушіння пиломатеріалів за I та II категоріями якості передбачає проведення вологотеплообробки. Також для пиломатеріалів I та II категорії якості сушіння рекомендуємо застосовувати системи автоматики.

Табл. 2. Нормативні показники якості сушки пиломатеріалів

Показники якості сушки	Категорії якості сушки пиломатеріалів			
	I	II	III	0
Средня кінцева вологість в штабелі %	7, 10	7, 10, 15	10, 15	16 - 20
Відхилення вологості окремих досок %	± 2	± 3	± 4	± 2.5 - 6
Среднє квадратичне відхилення вологості %	± 1	± 1.5	± 2	± 1.25 - 3
Перепад вологості по товщині доски %	1.5 - 3	2 - 4	2.5 - 5	не контролюється

Хід роботи

1. Порівняти візуально та визначити фізико-механічні показники деревини що пройшла камерне сушіння, деревини що пройшла атмосферне сушіння, та сирі деревини.

2. Визначити градієнт вологості (різницю вологості) зовнішнього та внутрішнього шару деревини камерного сушіння, деревини атмосферного сушіння та сирі деревини.

Отримані данні занести до табл. 3.

Таблиця 3.

Зразок 40x150x200 мм Поода: сосна	Вага гр.	Колір	Твердість НВ	Градієнт вологості %
Сира деревина				
Атмосферносуха				
Камерносуха				

Питання до самостійної роботи

1. Які основні фактори та фізичні явища впливають на сушіння пиломатеріалів?
2. Наведіть класифікацію камер для сушіння деревини;
- 3 Назвіть режими сушіння та категорії якості деревини камерного сушіння;
4. Назвіть температурні режими для фітосанітарної обробки деревини;
5. Порівняйте атмосферне та камерне сушіння, їх переваги та недоліки;

Форма звіту

Письмова відповідь.

Практична робота №2 Технології та обладнання штучного сушіння деревини.

Мета роботи: Вивчити основні методи та технології сушіння деревини, вплив того чи іншого методу сушіння на деревину.

Знати:

- теоретичні основи сушіння деревини;
- методи сушіння деревини;
- специфіку організації проведення та контролю сушіння деревини.

Вміти:

- обирати той чи інший метод сушіння деревини;
- планувати проводити та контролювати процес сушіння деревини;
- вміти визначати за специфічними ознаками якість сушіння деревини.

Обладнання та матеріали: сортамент сухих та сирих пиломатеріалів, довідникова література, прилади для вимірювання вологості.

Теоретичні відомості.

Якість пиломатеріалу залежить не лише від характеристик породи деревини, а й від ступеня просушування. Використання непросушених заготовок призводить до появи тріщин та деформацій у готових виробах, а також знижує їх естетичні та функціональні властивості. Щоб підготувати необроблений деревний матеріал для використання, застосовуються різні методи сушіння.

Сучасна деревообробна промисловість активно вирішує проблему сушіння деревини різними методами, що підходять для висушування всіх видів дерева. Кожен метод сушіння має свій технологічний процес, та своє специфічне обладнання.

На сьогоднішній день використовуються такі типи сушіння деревини, та відповідно і сушильні камери:

КОНВЕКТИВНІ СУШИЛЬНІ КАМЕРИ.

В даний час найбільш поширеним способом сушіння деревини є конвективний. Відповідно **найбільш поширеними камерними сушарками є конвективні камери.**

Деревина сушиться за допомогою обдування гарячим повітрям. Така сушильна камера відрізняється простою та надійною конструкцією, високою продуктивністю за рахунок великого обсягу завантаження. Як джерело тепла водогрійного котла установок використовуються відходи деревообробки (наприклад, тирса, дрова), що дозволяє знизити собівартість операції та економічно споживати енергію. Конвективний тип сушіння деревини дозволяє зробити це, на відміну від інших видів сушильних камер. Після сушіння в сушильній камері цього типу дерево стає міцним, довговічним, в подальшому виключається розтріскування готової продукції.

Сушка проводиться в камерах за рахунок нагрівання повітря та його інтенсивної циркуляції. Циркуляція як правило примусова, з використанням реверсивних вентиляторів. Нагрівання повітря здійснюється калориферами, якими пропускається нагріте повітря, пар (пароповітряні камери) або топкові гази (газові камери).

Час сушіння пористих порід дерева, таких як сосна, становить близько 1-2 тижнів. Це значно коротше, ніж сушіння в атмосферних умовах. Слід мати на увазі, що **тривалість сушіння деревини зворотна пропорційна максимальній температурі, обраного режиму сушіння.**

Але слід знати що при більш високих температурах відбувається потемніння кольору і знижуються властивості міцності деревини.

Принцип роботи конвективної сушильної камери

У конвективній камері передача тепла відбувається через повітря (сушильний агент), що проходить через теплообмінники (нагрівальні елементи), в яких циркулює теплоносій (гаряча

вода або перегріта пара). У сушарках, які використовують як теплоносії гарячу воду, зазвичай при температурі 95 °С, максимальна температура всередині камери не зможе перевищити 80 - 83 °С, що накладає певні обмеження на можливості скорочення тривалості сушіння пиломатеріалів.

Сушильний агент (повітря) циркулює камерою, проходячи через сушильні штабелі з пиломатеріалами і передаючи їм теплову енергію. Залежно від технології та стадії процесу сушіння можна змінювати параметри сушильного агента: зволожити за допомогою зволожувальних форсунок у камері; знизити вологість шляхом видалення вологого повітря через повітропроводи та заміни його більш сухим; змінити температуру сушильного агента знизивши температуру у теплообмінних калориферах; змінити швидкість та напрямок агента за рахунок зміни частоти та напрямку обертання вентиляторів.

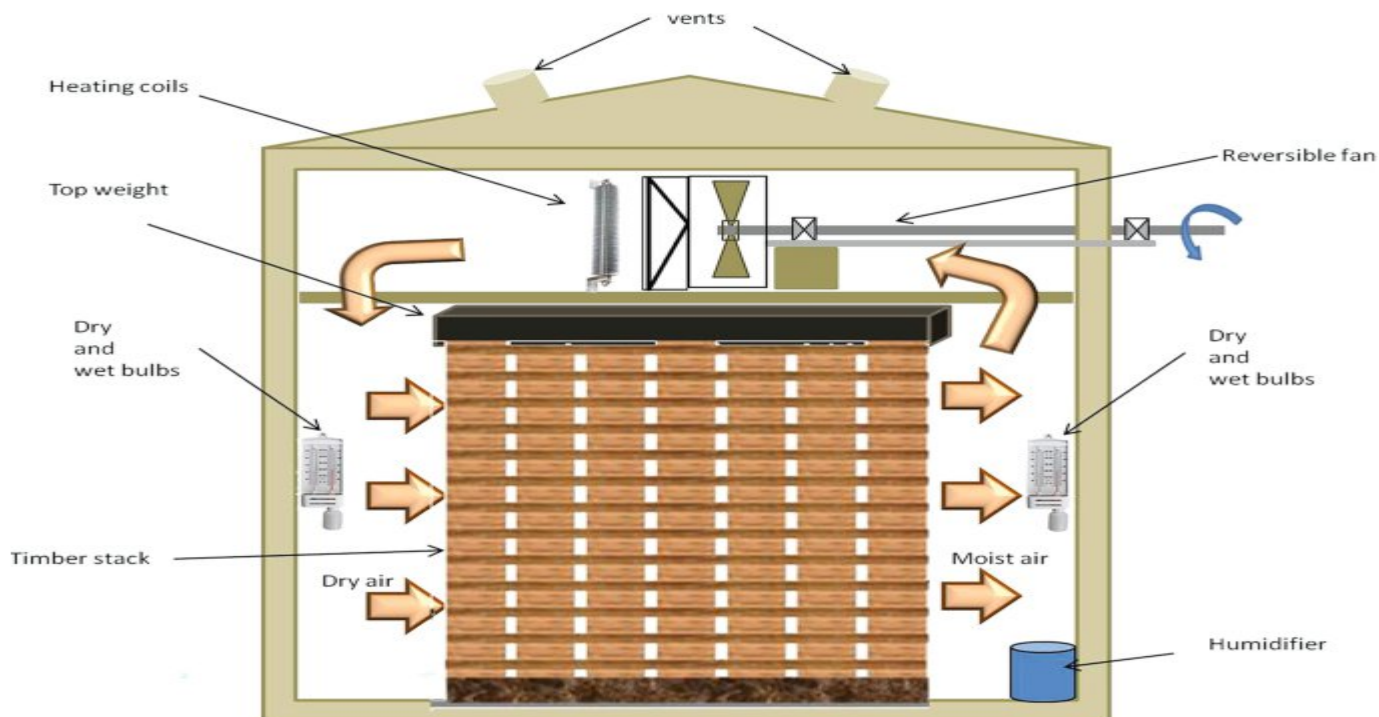


Рис. 1. Будова та принцип дії конвекційної сушильної камери.

Найпростіша камера складається з наступних елементів (рис 4):

1. Heating coils – нагрівальні батареї;
2. Top weight – верхня вага;
3. Dry and wet bulbs – сухі і вологі колби;
4. Timber stack – штабель деревини;
5. Dry air – сухе нагріте повітря;
6. Most air – охолоджене вологе повітря;
7. Humidifier – зволожувач повітря;
8. Reversible fan – реверсивний вентилятор;
9. Wents виходи для відводу вологого повітря.

Як правило по камері повітря циркулює за допомогою вентиляторів. Для ефективного сушіння використовується щонайменше 3-х вентиляторів. Це забезпечує рівномірне сушіння деревини та прискорює процес сушіння пиломатеріалів. При чому вентилятори мають реверсивну функцію, тобто час від часу змінюють рух повітря на протилежний. Цим досягається більш рівномірне розповсюдження нагрітого повітря.

Залежно від функціонального призначення деревини камери дають змогу вибирати кінцеву вологість сушіння. Датчики системи керування вимірюють температуру та вологість

повітря, вологість пиломатеріалу в камері. Залежно від породи деревини та параметрів оператор може регулювати основні параметри підтримки необхідного мікроклімату всередині камери.

Переваги:

Вологість пиломатеріалу можна зменшити до 6 %.

- процес сушіння можна регулювати за температурою та інтенсивністю, виходячи з виду пиломатеріалу, що дозволяє знизити ймовірність розтріскування, деформацій;
- значне скорочення термінів сушіння порівняно з атмосферною сушкою;
- потрібно менше виробничих площ;
- витримування фітосанітарних норм, при температурі більше 60°C гинуть комахи - шкідники та грибки;
- при високих температурах лігнін що міститься в деревині полімеризується і твердіє, в подальшому така деревина менш гігроскопічна, та більш стабільна ніж природного сушіння.

Недоліки:

- відсутність мобільності (на відміну від мобільних навісів, конвективна камера – це стаціонарна споруда);
- камерна сушіння вимагає значно більших фінансових вкладень, ніж з організації природної сушіння;
- надмірно інтенсивне сушіння призводить до появи великих тріщин.

КОНДЕНСАЦІЙНІ СУШИЛЬНІ КАМЕРИ

Конструктивно конденсаційна сушильна камера аналогічна до конвективної. Принципом сушки деревини залишається конвективний теплообмін, але на відміну від конвективної камери сушка в конденсаційній камері проводиться повністю ізольовано від навколишнього середовища. У ході сушіння потік теплого повітря подається до пиломатеріалів, де насичується вологою, що випаровується з деревини. Далі вологе повітря надходить у конденсаційну установку. При досягненні точки роси пара перетворюється на воду, тобто конденсується, стікаючи по стінках установки, після чого виводиться назовні. Важлива особливість процесу – сушіння відбувається при низькотемпературних режимах (близько 40°C), що обумовлено властивостями фреону.

При сушінні деревини на 1 кг випареної вологи витрачається до 1000-1600 ккал (4500-7000 кДж) енергії, тому найважливішим завданням є зниження енергоємності процесу сушіння деревини. **Конденсаційне сушіння вирізняється високою якістю сушіння і дуже низькими енерговитратами на процес сушіння.**

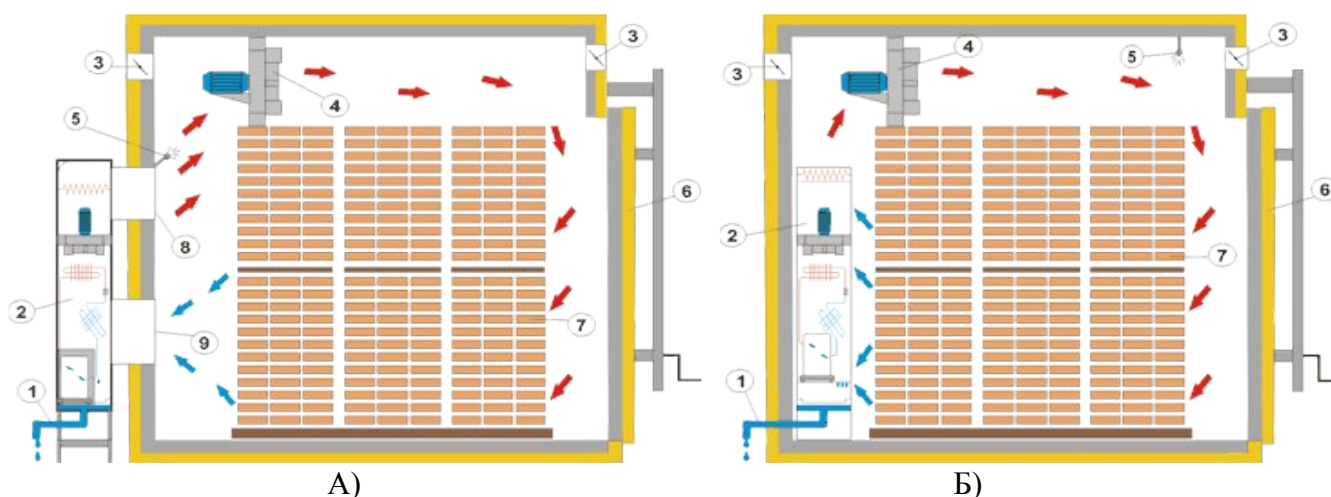


Рис. 2. Схема циркуляції повітря у конденсаційних сушильних камерах.

1-дренажна трубка, 2-конденсаційна установка зовнішня (А)або внутрішня (Б), 3-система повітрообміну, 4-вентиляторна панель, 5-зволоження, 6-двері з механізмом знімання, 7-штабель, 8-випускний канал конденсаційної установки, 9-всмоктуючий канал конденсаційної установки.

Принципово конденсаційні сушильні камери не відрізняються від традиційних конвективних. Тобто. агентом сушіння в них служить нагріте вологе повітря.

Основна відмінність конденсаційної камери полягає в тому, що нагріте вологе повітря не видаляється з камери як у більшості конвективних сушильних камер, а прямує в установку, де осушується, підігрівається і знову бере участь у процесі сушіння. **При цьому відбувається економія теплової енергії**, яка зазвичай витрачається на видалення з камери вологого агента, що відпрацював, при сушінні.

Енергоспоживання конденсаційних сушарок становить 0,25-0,45 кВтг на 1 кг випареної води в залежності від вологості матеріалу, і збільшується при її зниженні. Це приблизно **вдвічі менше** витрати енергії у звичайних конвективних камерах періодичної дії.

Вологовидалюча установка працює за принципом теплового насоса. Вентилятор переміщує повітря через випарник із системою охолодження, у якому температура повітря різко падає до точки роси. Волога, що міститься в повітрі, конденсується та видаляється з установки. **При конденсації 1 кг води вивільняється 0,65 кВт теплової енергії, яка віддається охолоджену повітрі в підігрівачі.** Тепло від компресора та вентилятора також підігріває зневоднене повітря. Повітря з вологовидалючої установки знову використовується для сушіння. Цей циклічний процес повторюється до тих пір, поки деревина не буде висušена до необхідної вологості. Тобто у **конденсаційній сушильній камері циркулює постійна кількість повітря**, відносна вологість якого регулюється спеціальним конденсаційним пристроєм.

ПОРІВНЯННЯ КОНВЕКТИВНИХ ТА КОНДЕНСАЦІЙНИХ СУШАРОК

Вартість установок. Вартість будівництва конвективної сушильної камери дещо нижча, ніж конденсаційної, тому що відпадають витрати на дороге конденсаційне обладнання.

Вплив на процес сушіння. Зниження вологості повітря в конвективних камерах проводиться виключно шляхом додавання тієї чи іншої кількості зовнішнього повітря. Завдяки цьому створюється деяка залежність від стану цього зовнішнього повітря: конденсаційні сушарки зовсім не залежать від будь-яких зовнішніх факторів, а тому в них можливе ретельніше регулювання процесу сушіння, необхідність якого тим більша, чим важче лісоматеріал піддається сушінню.

Якість сушіння. Конденсаційні сушильні камери привертають до себе увагу як сушарки, в яких можна найбільш якісно висušити деревину. Адже низькі температури середовища - це відсутність температурного навантаження на матеріал, отже, відсутність напруги в деревині.

Зміна кольору деревини. Зміна кольору деревини, причиною якої найчастіше є окислювальна реакція, особливо при високих температурах, посилюється при конвективному сушінні. Оскільки конденсаційне сушіння відбувається в умовах замкнутого процесу, тобто без постійного доступу кисню зі свіжим повітрям, реакція зміни кольору пригнічується.

Визначення вологості. Волога, що випарувалася з деревини, видаляється з конденсаційної сушарки у вигляді рідини, і її кількість легко виміряти. За кількістю віддаленої таким чином вологи з деревини можна з досить високою точністю знати поточну та кінцеву вологість деревини, а також на основі даних розробити спосіб автоматичного контролю за процесом сушіння.

Стерилізація деревини. При низькому рівні температури середовища в конденсаційних камерах не відбувається стерилізація деревини (тобто вона може уражатися грибками), зниження рівня гігроскопічності не спостерігається (тобто деревина легко набирає вологу з повітря і змінює свою вологість).

Скорочення енергозатрат. Враховуючи, що конденсаційний спосіб сушіння все ж таки дає скорочення енерговитрат, перспективною є розробка нових конденсаційних сушильних камер з холодильними установками на холодоагенті, що дозволяє застосовувати не тільки м'які, але і нормальні режими сушіння з температурами 60-70 °С.

Продуктивність. Через властивості фреону, який використовується як холодоагент, в конденсаційних камерах застосовуються низькотемпературні режими сушіння з температурою 45-50°С. При підвищенні температури сушильного агента більше 45 ° С ККД конденсаційних

сушарок знижується. Тому продуктивність їх мала, оскільки тривалість процесу в 2-3 рази більша, ніж у традиційних конвективних камерних сушарках.

Експлуатаційні витрати. Крім того, необхідно також враховувати і підвищені експлуатаційні витрати конденсаційних сушарок (купівля фреону, підтримка у працездатному стані обладнання для конденсації).

Сушіння специфічних матеріалів. Конденсаційна сушка застосовується, перш за все, для висушування чутливої деревини (матеріал великих перерізів, сортименти твердолистяних порід, що важко висихають), тобто тієї деревини, яка вимагає особливо ощадного висушування. Так як таке висушування деревини, як правило, проводиться при низьких температурах (до 40 °С), небезпека тріщиноутворення і короблення значно знижена. Крім цього, зменшуються дефекти поверхні, зміна забарвлення та колапс клітин.

Специфіка застосування. Для невеликих підприємств можна рекомендувати конденсаційну сушильну камеру з невеликим обсягом завантаження, коли необхідно забезпечити економне сушіння деревини особливо твердих листяних порід, таких як дуб, бук, граб, ясен, тоді це буде економічно виправданим рішенням. Але за високих цін на електроенергію конденсаційне сушіння не настільки вигідне і рентабельне.

Висновки. Для масового сушіння пиломатеріалів, переважно хвойних порід деревини (сосна, ялина, модрина) конденсаційні сушильні камери що неспроможні конкурувати з конвективними, тим більш при сушінні пиломатеріалів до низької кінцевої вологості деревини (8-10%). Найбільш ефективно можна використовувати конденсаційні сушильні камери на великих лісопильних підприємствах, коли потрібне сушіння великої кількості деревини хвойних порід, насамперед до транспортної вологості (18-20%).

Конденсаційні сушильні камери ефективно використовувати у тандемі із традиційними конвективними сушильними камерами. У такому випадку пиломатеріали спочатку висушуються в конденсаційній камері, а потім досушуються по необхідності до експлуатаційної вологості у конвективній камері. За такого варіанта буде забезпечена висока якість пиломатеріалів і витрати на сушіння будуть мінімальними.

Лісосушильна техніка постійно вдосконалюється у бік підвищення якості сушіння пиломатеріалів та зниження її собівартості. Тому з'являються нові технології та режими сушіння деревини. Яскравими прикладами такого розвитку є режими з переривчастою циркуляцією повітря та зміною швидкості потоку. Спостерігається збільшення ролі автоматики сушильних камер у процесі сушіння та зменшується участь у ньому операторів.

ГАЗОВІ СУШИЛЬНІ КАМЕРИ

Газова сушильна установка включає лише пальниковий пристрій і сушильне простір. Така сушарка працює в такий спосіб. Топкові гази, одержувані в пальному пристрої, суміші зі свіжим повітрям, подаються в сушильне простір камери. Для зниження температури газів використовується сушильний агент робочого об'єму камери, змішування цих двох компонентів відбувається в зоні розрядження рециркуляційного вентилятора. Підготовлений таким чином агент сушіння, нагнітається вентилятором до матеріалу, що висушується. Пройшовши через матеріал і випарувавши з нього вологу, частина відпрацьованих газів видаляється з камери, а їх велика частина направляється до вентилятора для змішування з газами топки, тобто для повторного утворення сушильного агента.

Таким чином, **в газовій сушильній установці відсутня як проміжний теплоносій вода або пара**, так і первинний перетворювач теплоти (котел або повітряний теплообмінник). Внаслідок цього, загальний ККД використання тепла по відношенню до вихідного палива збільшується приблизно вдвічі, значно знижується вартість спорудження установки, що не потребує котельні та сантехнічних елементів, можливість швидкого введення в експлуатацію сушарки, і, що важливо в сучасних умовах, екологічна чистота процесу, оскільки немає димної труби котельні. Продукти повного згоряння мають всі фізичні властивості нагрітого повітря, як сушильного агента, що має однакові теплотехнічні характеристики (температуру, ентальпію, окремі критеріальні величини).

Для отримання бездимних топкових газів найбільш зручні природні та штучні гази - їх легко транспортувати, процес їх горіння стабільний, автоматичне регулювання температури досягається за допомогою стандартних приладів.

ВАКУУМНІ СУШИЛЬНІ КАМЕРИ

Вакуумне сушіння деревини - технологічний процес, що представляє собою термічну обробку деревини (видалення надмірної вологи з дерева) під дією постійного розрідження повітря (вакууму). У створених умовах відбувається вбирання вологи зовнішніми шарами деревини від глибших. Таким чином знімаються внутрішні напруги деревини та ймовірність деформації та виникнення тріщин знижується.

Ця технологія була розроблена 1964 р. італійським ученим Ернесто Паньоці. Вакуумне сушіння скорочує період обробки пиломатеріалів та покращує їх фізичні властивості.

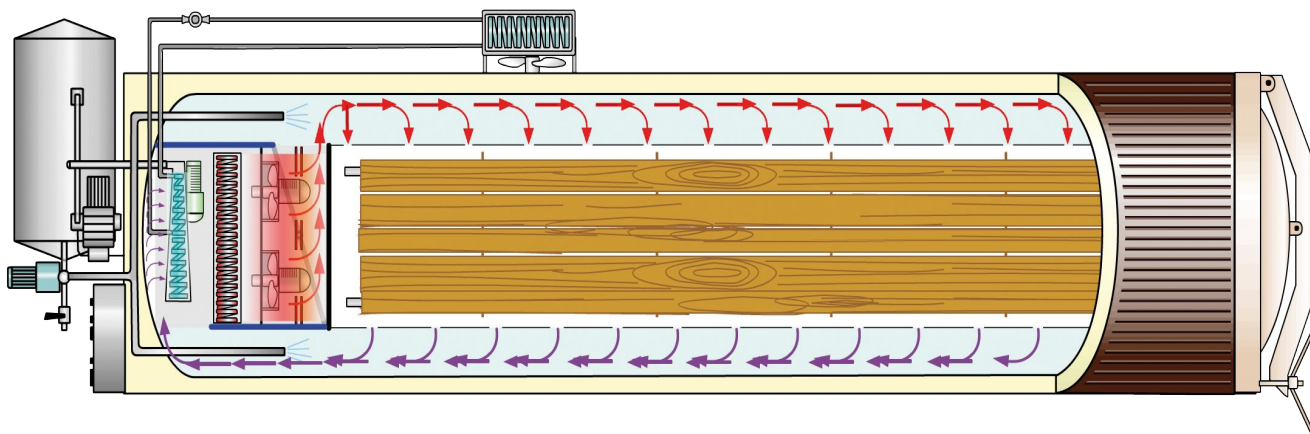


Рис. 3. Вакуумна сушильна камера (розріз, вид зверху).

Процес сушіння у вакуумних камерах

Під час вакуумної сушіння деревини подається тепло під тиском нижче атмосферного. Джерело тепла, яке визначає тип системи вакуумного сушіння, складається з одного із чотирьох типів нагрівання:

1. **Проведення тепла прямим контактом** (гарячим валиком або електричним килимом): тепло передається деревині через контакт з гарячою поверхнею, може циркулювати гаряча вода через алюмінієві пластини, при цьому відбувається прямий контакт з кожним шаром пиломатеріалів.

2. **Конвекція з використанням циклів гарячого повітря** (циклічні системи): дерево нагрівається за допомогою конвекції за допомогою фази нагрівання при нормальному атмосферному тиску, а потім іде фаза вакууму, в якій тиск знижується. Цей цикл повторюється, поки пиломатеріали не висохнуть.

Нагадаємо, що конвекція — це передача тепла за допомогою циркуляції нагрітого газу, наприклад повітря. У вакуумі, немає повітря (або кількість повітря сильно зменшена); тому тепло не може передаватися через конвекцію під час фази вакууму.

3. **Конвекція з використанням перегрітої пари:** перегріта пара використовується в умовах низького тиску і подається примусово через шари деревини.

4. **Радіочастотний або діелектричний нагрів:** нагрів здійснюється за допомогою змінного електромагнітного поля, яке примушує полярні молекули води в деревині рухатися вперед і назад при зміні напрямку поля. Ці швидкі зрушення або вібрація спричиняють нагрівання деревини.

Крім джерела нагріву, є інші основні елементи вакуумної камери - це резервуар що знаходиться під відємним тиском і вакуумний насос. Резервуар - це камера, в якій складають пиломатеріали і відбувається висихання (рис. 4). Вакуумний насос створює відємний тиск

(вакуум) в камері, під тиском знижується температура кипіння води, що дозволяє деревині сушитися при більш низькій температурі.

Вода з деревини видаляється двома механізмами: об'ємним потоком та дифузією. Потік складається з об'ємного потоку водяної пари та об'ємного потоку вільної води. Тому що вода кипить або перетворюється на газ при значно нижчих температурах у вакуумі більша частина води перетворюється на водяну пару (об'ємний потік водяної пари).

Об'ємний потік пари рухається поздовжньо через природні канали структури деревини, як це відбувається при життєдіяльності дерева, виходячи з пиломатеріалів із торцевого зрізу у вигляді води та пара. Деяке дифузійне сушіння відбувається через пиломатеріали ребра і грані; однак об'ємний потік є основним механізмом для руху води в пиломатеріалах, висушених під вакуумом. Цим вакуумна сушка відрізняється від звичайної сушки. При звичайному конвекційному сушінні дифузія є основним механізмом сушіння, а об'ємний потік водяної пари майже не виникає.

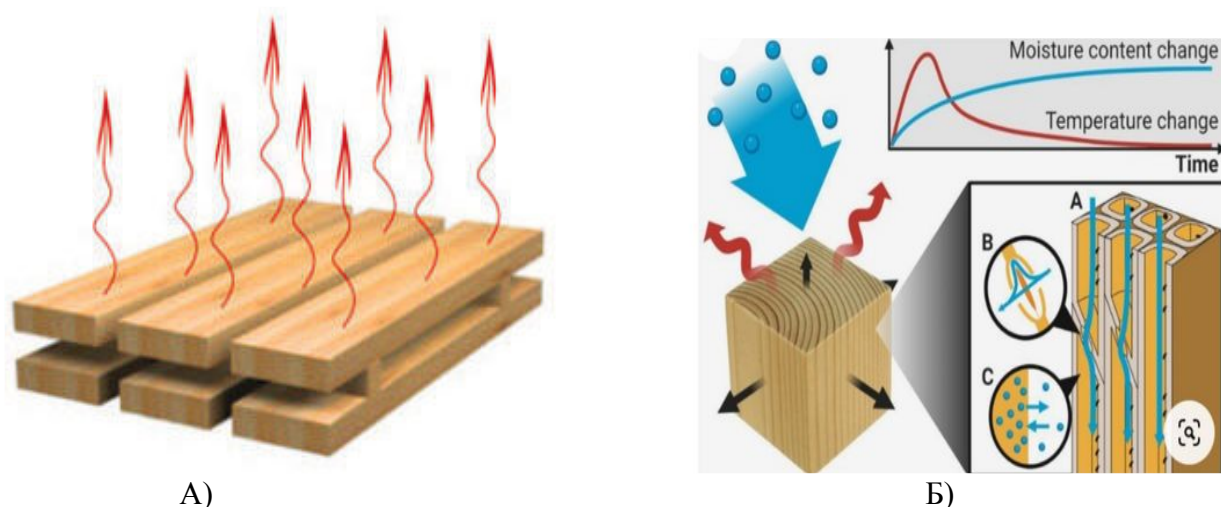


Рис. 4. Випаровування вологи

А) дифузне (конвектаційні камери) Б) об'ємним потоком та парою через торець деревини (вакуумне сушіння).

Переваги вакуумної сушки

1. Однією з ключових переваг є зменшення часу висихання деревини. Наприклад, клен товщиною 25мм був висушений у вакуумній камері за 2 доби (58 год), а в конвектаційній до такої ж вологості за 12 днів (288 годин). Ця перевага ще більш виражена з товстими пиломатеріалами.

2. Вакуумна піч також може бути енергоефективнішою в порівнянні зі звичайною паровою технологією. Частково це пов'язано з часом сушіння, що описане раніше.

3. Вакуумні печі використовують нижчі температури сушіння, що економить енергію та може дозволити деревині зберегти більше свого початкового стану та колір.

4. Ще однією перевагою нижчих температур сушіння є те, що міцнісні властивості деревини вищі, оскільки деградація спричиненого сушінням при високій температурі відсутня.

5. Низкотемпературна сушка також зменшує внутрішні напруги що виникають при високотемпературній.

6. У вакуумних печах екстрагують органічні сполуки і конденсується разом із водним конденсатом.

Безпосередньо вакуумний спосіб сушіння не забезпечує необхідну експлуатаційну вологість матеріалу та застосовується тільки для сушіння пиломатеріалів до транспортної вологості, тобто до 22%. Лише поєднання цього способу з конвективним, кондуктивним або діелектричним дозволяє досягти необхідної кінцевої вологості при скороченні тривалості процесу сушіння в 2-10 разів.

ВАКУУМНО-КОНВЕКТИВНІ СУШИЛЬНІ КАМЕРИ

При вакуумно-конвективному способі сушіння деревини матеріал спочатку прогривають, а потім вакуумують.

У деревині, нагрітій до температури кипіння води, відбувається випаровування вільної води з порожнин клітин за рахунок теплоти, що акумулювалася. Утворена пара видаляється з матеріалу під впливом надлишкового тиску.

Етапи вакуумногосушіння з використанням циклів гарячого повітря (циклічні системи):

Сушіння здійснюється в **3 етапи**:

1. Початкове прогривання дощок. На цьому етапі проводиться первинна теплова обробка поверхні деревини. Прогрівання провадиться без вакуумного тиску. Температура матеріалу змінюється залежно від режиму сушіння.

Сушіння. На цьому етапі включається помпа, призначена для видалення повітря із сушильної камери. Під час цього процесу волога накопичується на зовнішніх шарах деревини. Вакуумна помпа рівномірно розподіляє вологу, що запобігає розтріскуванню та викривленню матеріалу. Вода, що вийшла на поверхню, випаровується і виводиться з корпусу сушильного апарату.

Після припинення пароутворення, тобто. охолодження деревини, її знову нагрівають. Цикл багаторазово повторюють до досягнення необхідної кінцевої вологості. Тривалість циклів та їх параметри залежать від породи деревини, товщини та вологості матеріалу.

Кондиціонування. На цьому етапі дошки, що пройшли фазу сушіння, охолоджуються. Вони відновлюють свою твердість та міцність. Процес кондиціонування здійснюється при включеній помпі, що запобігає деформації оброблюваних заготовок. Коли дошки охолонули до кімнатної температури, їх виймають із камери.

Більшість сушильних камер оснащуються **гідравлічним пресом**. Ця деталь призначена для збереження форми дощок під час їхньої термічної обробки. Прес при вакуумному сушінні дозволяє запобігти деформації заготовок та усунути їх зовнішні дефекти.

Таким чином, скорочується тривалість процесу сушіння деревини в 2-3 рази в порівнянні з конвективним способом при збереженні високої якості сушіння. Процес сушіння в вакуумних камерах повністю автоматизований

СВЧ ПРЕС-ВАКУУМНІ СУШИЛЬНІ КАМЕРИ

Це поєднання технології вакуумного сушіння з сушінням струмами високої частоти.

Плюс цієї технології – матеріал виходить рівним, без деформацій та короблення. Для тонких матеріалів, таких як шпон або ламінат дошки для підлоги, високочастотна вакуумна сушка деревини не тільки забезпечує короткий цикл сушіння, але й усуває проблему викривлення. Добре підходить до цінної, товстої та твердої екзотичної деревини. Ефективно усуває внутрішню напругу в деревині.

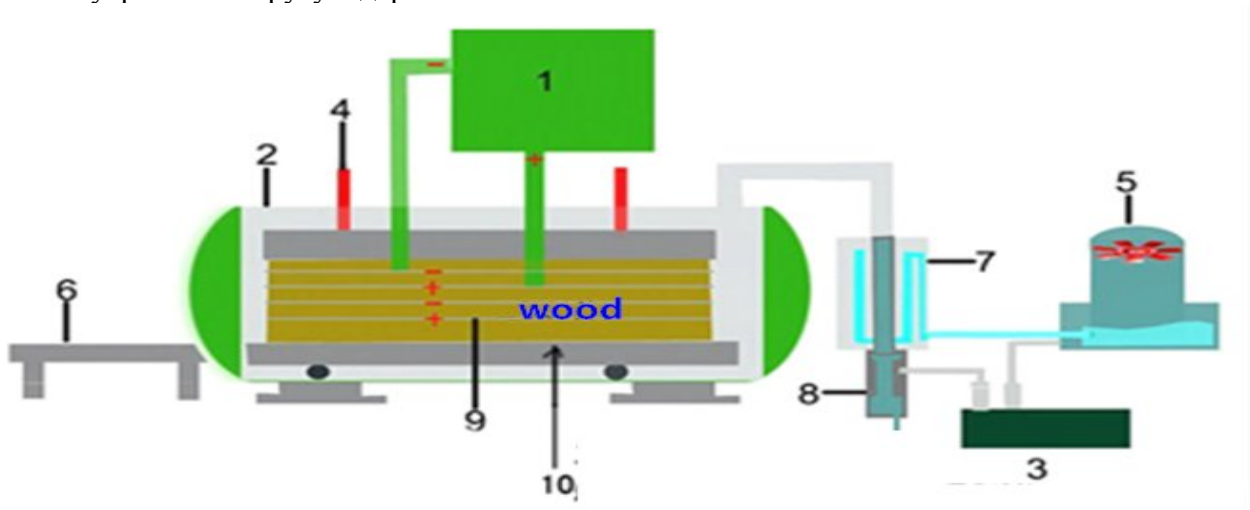


Рис. 5. Будова високочастотної вакуумної сушильної камери.

1. HF generator — ВЧ генератор;
2. Drying container — ємність для сушіння;
3. Vacuum pump — вакуумний насос;
4. Hydraulic pressure — гідравлічний притисний пристрій;
5. Feeding track — живильна магістраль;
6. Cooling tower — охолоджуюча платформа;
7. Cooling unit — холодильна установка;
8. Vapor separator — паровіддільник;
9. HF heating electrode plate — ВЧ нагрівальна електродна пластина;
10. Feeding device — Живильний пристрій.

Порівняння вакуумного сушіння та конвективного:

Переваги

- найменша ймовірність розтріскування матеріалу;
- швидкість сушіння;
- універсальність, підходить для будь-яких пиломатеріалів;

Недоліки:

- великі витрати на електроенергію;
- дороге обладнання;
- невеликий об'єм завантаження (приблизно 5-8 м³) зводить нанівець перевагу швидкості процесу при необхідності просушити велику кількість матеріалу.

СВЧ – СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ СТРУМАМИ ВИСОКОЇ ЧАСТОТИ

Технологія сушіння деревини високочастотними струмами ґрунтується на використанні електромагнітного поля, яке впливає на органічний матеріал з високою частотою.

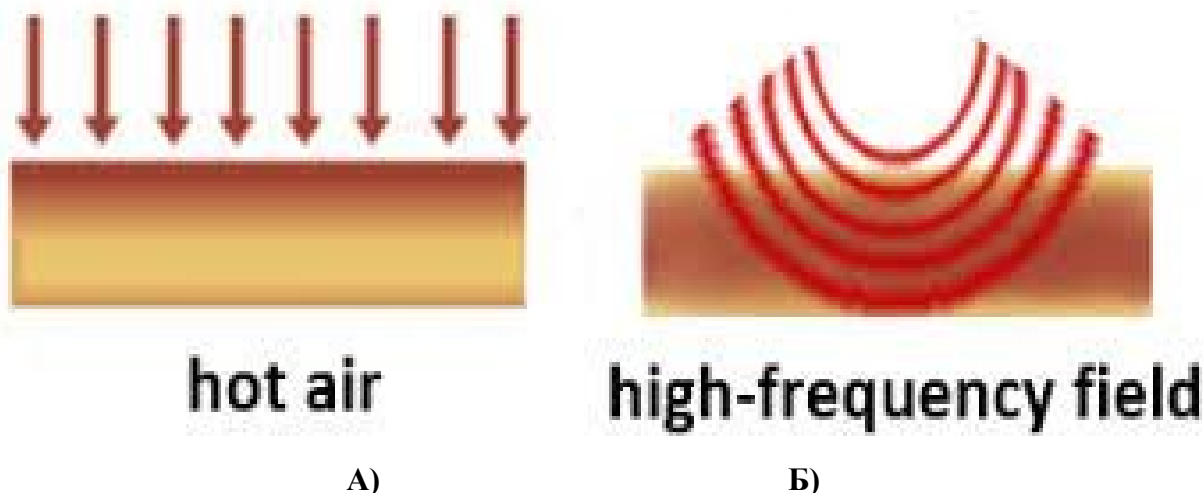


Рис. 6. Порівняння конвекційної сушки (А) з високочастотною (Б).

СВЧ-сушіння деревини - це процес, в якому молекули води нагріваються та випаровуються під впливом електромагнітного поля, що створюється потужними соленоїдами або іншими типами випромінювачів. Особливістю цієї технології є швидкість, з якою деревина рівномірно нагрівається по всій довжині.

Завдяки генерації тепла безпосередньо всередині матеріалу немає необхідності в додаткових джерелах тепла, тому СВЧ сушіння деревини характеризується швидкістю і якістю. Сушіння СВЧ дозволяє отримати пиломатеріали високої якості за рахунок рівномірного нагрівання зсередини до поверхні та інтенсивнішого видалення вологи по всій структурі.

У той же час вартість сушіння 1 м³ через високе споживання електроенергії вище, ніж у більшості технологій. Крім того, через високу вартість обладнання цей метод не набув широкого поширення, і багато компаній вибирають вакуумні сушарки як альтернативу.

КОНТАКТНІ КОНДУКТИВНІ СУШИЛЬНІ КАМЕРИ

Контактне сушіння деревини Метод заснований на передачі тепла деревині через контакт з нагрітими поверхнями. Застосовується у виробництві тонких та плоских пиломатеріалів – таких, як шпон, фанера тощо. У процесі сушіння пиломатеріали затискаються між металевими плитами, нагрітими до 150°C. Видалення вологи забезпечується обдуванням вентиляторами, процес безперервно контролюється системами автоматики. Нагрів у таких установках здійснюється топковими газами, паром чи струмами високої частоти.

Переваги:

- оскільки пиломатеріали в процесі сушіння знаходяться під тиском, весь об'єм нагрівається рівномірно та одночасно, що повністю виключає деформацію.
- вкрай швидкий цикл сушіння - від кількох хвилин.
- компактні розміри агрегату.

Недоліки:

- висока собівартість кубічного метра;
- пожежонебезпечність - оскільки деревина контактує з нагрівальною поверхнею;
- низька продуктивність;
- при надмірній витримці можливе потемніння деревини.

АЕРОДИНАМІЧНІ СУШИЛЬНІ КАМЕРИ

Аеродинамічні сушильні камери для деревини є однією з найвідоміших технологій, що широко використовуються. Цей метод використовується з давніх-давен і досить часто, оскільки дозволяє досягти прийнятної вмісту вологи 8% по всій довжині пиломатеріалу.

Принцип роботи аеродинамічної сушарки ґрунтується на циркуляції нагрітого повітря в замкнутому просторі - **той самий конвективний теплобмін**. Повітря частково нагрівається за допомогою нагрівачів, а частково за рахунок стиснення через лопаті вентилятора.

Аеродинамічні сушильні камери зазвичай будуються у вигляді прямокутних коробів із добре ізольованими стінками.

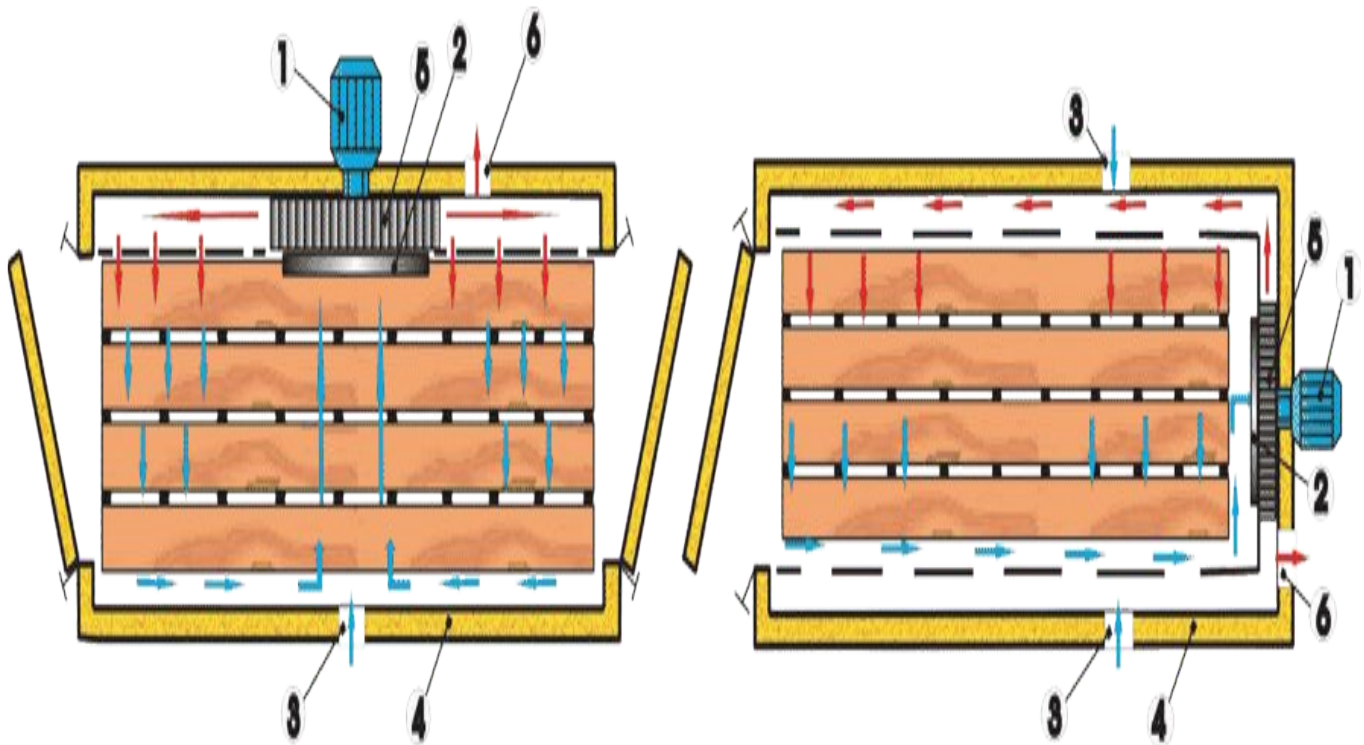


Рис. 7. Схема роботи сушильної аеродинамічної камери.

1–Електродвигун сушильної камери; 2–жалюзі; 3–припливний канал системи повітрообміну; 4–корпус сушильної камери; 5–відцентровий вентилятор; 6–витяжний канал системи повітрообміну.

Внутрішня стінка аеродинамічної сушарки для деревини ущільнена вологонепроникним матеріалом, через який конденсат стікає у спеціальний колектор.

Технологія повітряно-сушильного опалення дозволяє отримувати пиломатеріали досить гарної якості, але вони стають досить дорогими через велику витрату електроенергії для потужного повітряного вентилятора. Крім того, повітряний потік через велику різницю до і після вентилятора нерівномірно розподіляється по всьому об'єму, що призводить до нерівномірного нагрівання пиломатеріалів.

Також існує необхідність повного заповнення камери. Якщо об'єм не повністю заповнений деревиною, якість сушіння буде низькою.

Аеродинамічні сушильні камери мають досить просту конструкцію, тому їх можна виготовити самостійно. Однак високі енерговитрати та час сушіння близько 20 днів, залежно від продуктивності вентилятора, роблять його менш енергоефективним рішенням.

Вакуумна технологія набагато ефективніша за аеродинамічні сушарки. Вона вимагає менше електроенергії та прискорює виробництво деревини у 2 рази. Вакуумні камери можуть бути підключені до твердопаливного котла, що в кілька разів економічніше, ніж сушіння в аеродинамічній камері з споживанням великої кількості електроенергії.

ІНФРАЧЕРВОНІ СУШИЛЬНІ КАМЕРИ

Обробка дерева інфрачервоними променями. Такий спосіб дозволяє за короткий час отримати практично сухий матеріал, з яким можна працювати. Однак, вартість обладнання та покриття витрат за час його використання суттєво підвищують вартість готової продукції, обробленої у такий спосіб. Сушарка для інфрачервоної деревини має великі габарити, тому її установка вимагає великої площі. Інфрачервоне сушіння діє на вологу всередині дерева, змушуючи її нагріватися і виходити через мікротріщини в деревині. Ротаційний метод сушіння деревини дозволяє зменшити кількість мікротріщин у дереві та зменшує внутрішню напругу в матеріалі. За рахунок цього досягається баланс випарювання вологи та збереження необхідної пружності.

СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ В РІДИНАХ

Сушіння деревини в рідкому середовищі. Процес сушіння в рідкому середовищі пов'язаний із рідинами, які не вступають у реакцію з водою. Це можуть бути різні олії, жири, парафіни та інші склади, які не розчиняються у воді та не розбавляють її. Для просушування дерева в таких рідинах необхідно створити та підтримувати температуру понад 100 градусів. Дерево, що занурюється, також нагрівається і відбувається випарювання вологи з нього. Оскільки температура масла вища за температуру кипіння води, волога виходить через розширені волокна дерева. Різна густина рідин полегшує процес випарювання і рідина виходить на поверхню.

Виварювання дерева в солі

Цей метод заснований на тому, що солоня вода добре витісняє з волокон деревини капілярну вологу. А варіння завдяки нагріванню прискорює процес заміщення капілярної вологи солоною водою і подальшого просушування.

Процес просушування

підготовлені шматки дерева (звичайно невеликі) закладають у ємність із 20%-ним розчином солі (250 г на літр води); рідину поступово, на повільному вогні, доводять до кипіння та зберігають повільне кипіння (томлення) на 2...3 години. Тривалість виварювання залежить від того, наскільки великі фрагменти та яка порода дерева використовується. Для різнорідних порід варто орієнтуватися на найтвердіші і щільніші - вони вимагають тривалішого варіння;

після завершення варіння дерево дістають з розсолу і просушують у приміщенні, що добре вентилується, при кімнатній температурі.

З гарячої, щойно витягнутої з розсолу деревини, рідина випаровується дуже швидко, у міру остигання процес сповільнюється. **А найголовніше - виварена деревина після сушіння практично не схильна до розтріскування.**

Хід роботи

1. Згідно теоретичного матеріалу практичної роботи та технологічних вимог підберіть технологію та режими сушіння для наступних прод:

- а). Дуб – для столярно-меблевого виробництва;
- б). Береза – до транспортної вологості;
- в). Сосна – для столярно-будівельних робіт;
- г). Торцьові спиля різних порід – для декоративних робіт.

Данні занесіть до таблиці 1.

Таблиця 1.

Матеріал	Початкова вологість	Кінцева вологість	Тип сушильної камери	Режим сушіння	Температурний діапазон
Дуб					
Береза					
Сосна					
Торцьові спиля					

Питання до самостійної роботи

1. Назвіть найпоширеніший камерний метод сушіння деревин і чому саме він?
2. Назвіть сучасний найбільш популярний метод сушіння твердих цінних порід схильних до розтріскування;
3. В чому принципова різниця між вакуумними та конвективними сушильними камерами?
4. З якими технологіями поєднується вакуумне сушіння деревини?
5. В чому особливість сушіння деревини в рідинах?

Форма звіту

Письмова відповідь.

Практична робота №3 Основи різання деревини.

Мета роботи: Вивчити теоретичні та практичні аспекти процесу різання деревини.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння:

Знати:

- фактори що впливають на зусилля та чистоту обробки при різанні деревини;
- основні поверхні та кути деревообробних різців;
- основні параметри різання (швидкості різання, швидкості подачі, подачу на один зуб) та їх вплив на процес різання та якість обробки поверхні;
- процеси різання деревини за технологічним призначенням.

Вміти:

- визначати основні кути та поверхні на деревообробних інструментах;
- розраховувати основні параметри режиму різання деревини;
- визначати процеси різання деревини за технологічним призначенням;

Обладнання та інструменти: деревообробні ріжучі інструменти, деревообробні верстати, плакати, вимірювальні інструменти, наочність.

Короткі теоретичні відомості

Різанням називається обробка, що полягає в утворенні нових поверхонь шляхом відділення поверхневих шарів матеріалу з утворенням стружки. Крім різання в деревообробці застосовують і розкрій матеріалу, тобто його поділ на окремі заготовки без утворення стружки (наприклад, ножицями, отримання шпону луценням або строганням).

Деревина складається з волокон, розташованих уздовж стовбура та з'єднаних між собою. Міцність на розрив вздовж волокон значно вища, ніж міцність на розрив уперек волокон. Тому різання деревини у різних напрямках супроводжується неоднаковою витратою енергії та вимагає застосування інструментів з різною формою (геометрією) ріжучих елементів.

Залежно від виду механічної обробки деревини застосовують різні конструкції дереворізальних інструментів (однолезовий, багатолезовий, з поступальним або обертальним рухом).

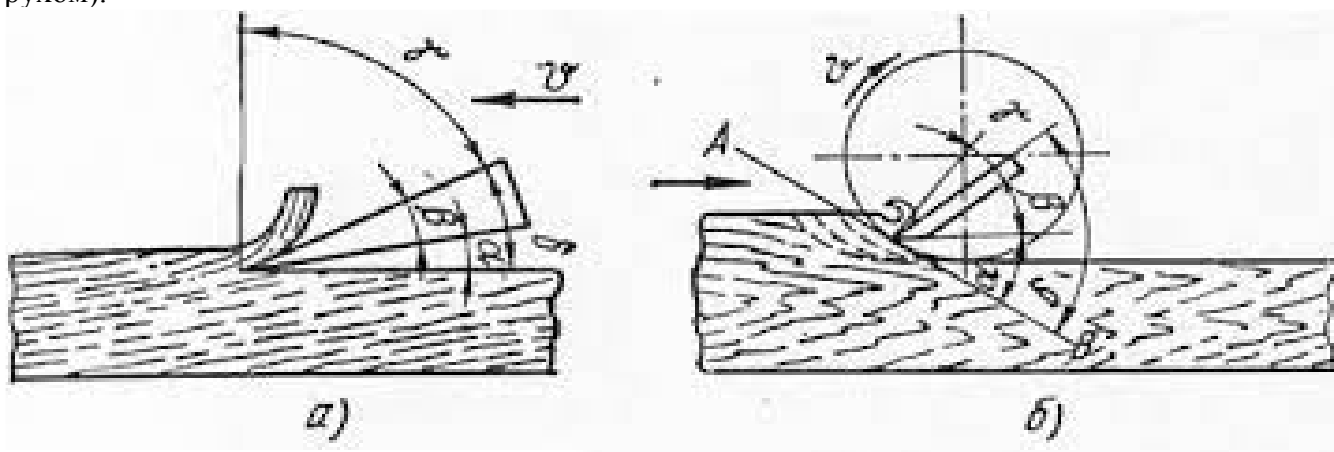


Рис. 1. Кути при різанні: а) лезвійним інструментом з поступальним рухом; б) лезвійний інструмент з обертальним рухом.

Обов'язковий елемент різального інструмента - лезо у формі клина (рис. 1).

Воно утворюється двома основними поверхнями – передньою (по якій сходять стружка) та – задньою (оберненою до заготовки) та двома допоміжними – бічними. Кромка леза інструменту, утворена перетином передньої та задньої поверхонь леза, називається **головною ріжучою кромкою**.

При різанні розрізняють такі кути:

передній кут гамма- γ між передньою поверхнею леза і площиною, перпендикулярної напрямку руху різання;

кут загострення бетта- β , що утворюється передньою та задньою поверхнями леза;

задній кут альфа α , утворений задньою поверхнею леза і площиною різання.

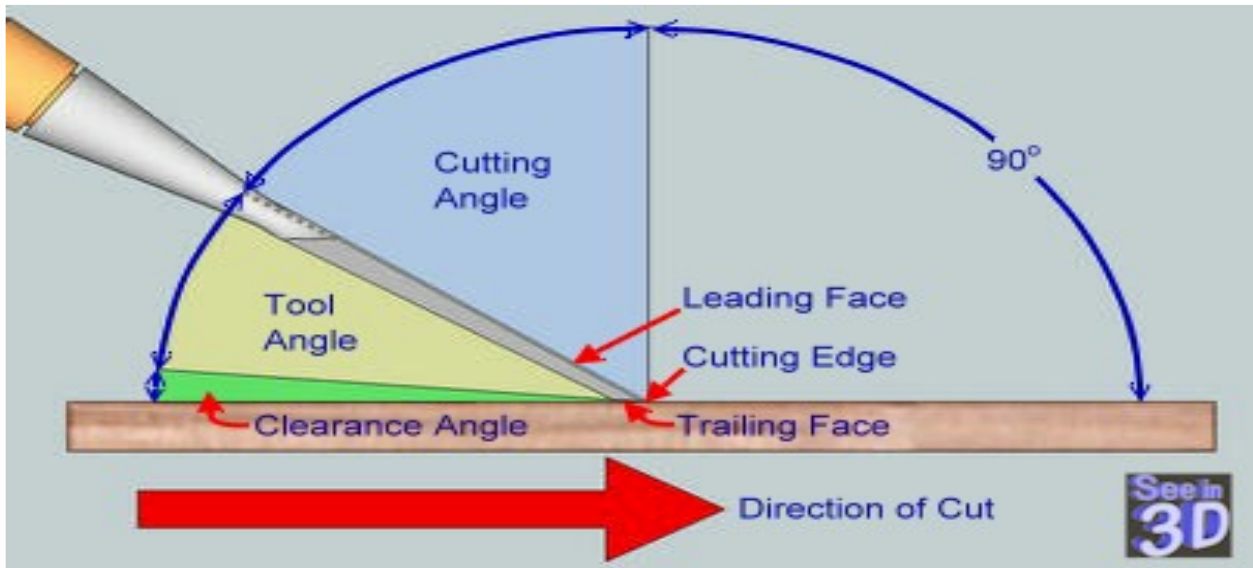


Рис. 2. Кути різання; зелений-задній кут альфа α , жовтий- кут загострення бетта- β , блакитний- передній кут гамма- γ ; Trailing Face – задня поверхня, Leading Face – передня поверхня, Cutting Face – ріжуча кромка.

УМОВИ ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СИЛУ РІЗАННЯ

На силу, необхідну при різанні, впливають кути різання і загострення різця, кут нахилу різця, твердість дерева, напрямок різання, ступінь затуплення різця, тертя різця або стружки, ширина леза різця і вологість дерева.

Ріжуча кромка зосереджує всю силу, що рухає інструмент, у своїй точці. І оскільки гострий край торкається лише невеликої частини дерев'яної поверхні, опір обмежений крихітною ділянкою-вузькою смужкою. **Чим гостріше вістря леза, тим менший опір, і тим менша сила, необхідна для різання.** Волокна деревини відокремлюються уздовж вузької лінії, описаної траєкторією інструменту, і поверхня зрізу виглядає гладкою та рівною. Затуплений інструмент торкається більшої площі поверхні. Отже, виникає більший опір, і для різання потрібно більше сили. Волокна обробляються по більш широкій, погано вираженій лінії, і поверхня виходить не рівною, занадто шорсткою.

Але гострота леза — не єдиний фактор, який впливає на силу та якість різку. Кут, під яким інструмент заточений, кут, під яким він занурюється в деревину, і форма ріжучої кромки також визначає, як ріже інструмент.

Кут заострення різця β . При невеликому куті заострення різця потрібно менше зусиль на різання. Однак малий кут не забезпечує необхідної міцності різця, особливо при різанні деревини, що володіє значною твердістю, наприклад дуба, бука, граба, модрина та ін. лезо швидко затупляється і навіть викрошується, у зв'язку з чим приходиться часто робити заточку і зміну різця. На це витрачається багато часу. Тому на практиці кут заострення роблять значним — в 20—30° для ручних інструментів і 35—45° для механізованих.

Задній кут **альфа α** . Щоб уникнути тертя задньої поверхні різця по деревині, задній кут повинен бути не менше 10° до площини різання. Сам розмір цього кута не особливо важливий, поки він повинен бути. За відсутності цього кута ріжуча кромка не буде контактувати з деревиною, ковзаючи по ній.

Кут різання **лямбда б**, це кут, під яким ріжуча кромка стикається з деревиною і вимірюється між передньою поверхнею та площиною різання. Часто його вимірюють складаючи кути **α+β**. Цей кут більше, ніж будь-який інший кут, контролює те, як інструмент ріже. Чим менше кут різання, тим менше зусиль потрібно для занурення різця в деревину. Однак сильно зменшити кут різання не можна, так як від цього буде знижена стійкість різця і чистота обробки, також може виникнути тертя між задньою поверхнею інструменту та заготовкою що викликати їх перегрів.

При малому куті різання він піднімає деревні волокна, коли їх розрізає; при великому куті різання інструмент стискає волокна, а потім зрізає їх.

Оскільки волокна важче стискати, ніж піднімати, сила, необхідна для видалення певної кількості деревини, зростає зі збільшенням кута різання. Отже, потрібно або прикласти більше зусилля, або знімати більш тонку стружку.

Передній кут – **гамма-γ** знаходиться між перпендикуляром проведеним до площини різання та передньою поверхнею. Його вплив подібний до кута різання **лямбда б**.

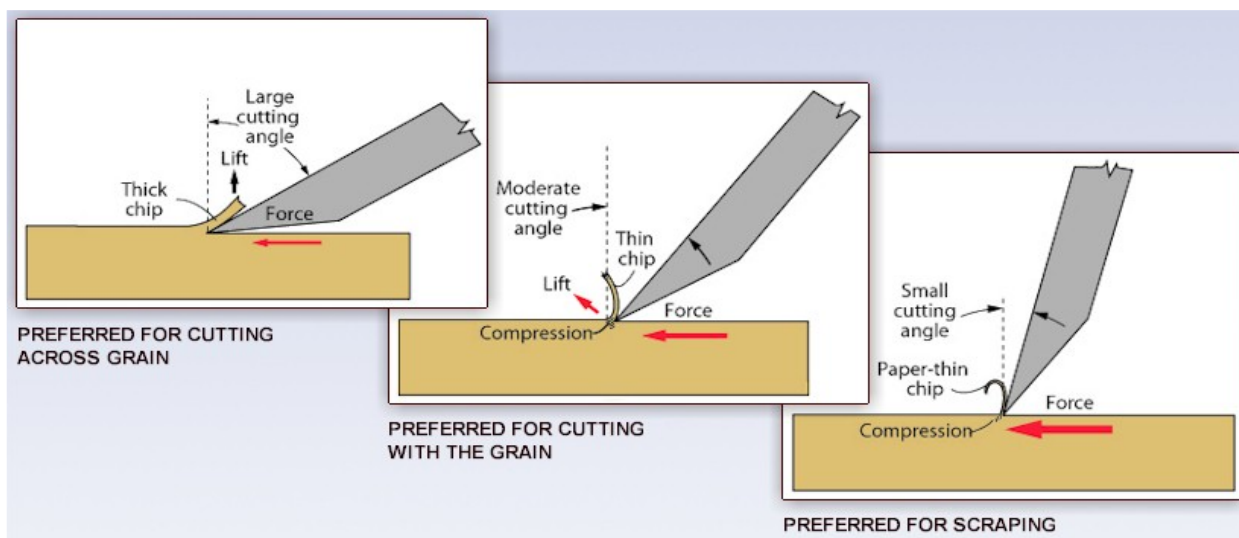


Рис. 3. Зміна кута різання **лямбда б** (**гамма-γ**) та його вплив на обробку.

Отже на зусилля різання впливають:

- порода деревини;
- ступінь її вологості;
- форма різця та гострота його ріжучих кромки;
- температурні умови (мерзла, пропарена, нагріта).

Так, якщо прийняти за **одиницю (1) опір різанню деревини сосни**, то у липи воно становитиме 0,8, у ялини — 0,9...1, у вільхи, модрини—1,1, берези — 1,2...1,3, бука— 1,3...1,5, дуба - 1,5...1,6.

Зі збільшенням вологості від нуля до точки насичення волокон (вологість 30%) механічна міцність деревини зменшується, з підвищенням температури міцність та пружні властивості деревини знижуються.

ФОРМА ПРОФІЛЯ РІЖУЧОГО ЛЕЗА

На силу різання також впливає форма леза, що утворюється при його загостренні. **Існує три види профіля** — опуклий (канельний), увігнутий (порожнистий) і плоский. Рубаючі інструменти, такі як сокири, часто мають опуклу форму профіля. Кут загострення при цьому значний і потребує великої сили для різання, але ріжуча кромка дуже міцна.

Інструменти для легких навантажень, такі як стамески для різьблення, іноді мають увігнутий профіль. Це зменшує кут загострення, що полегшує різання та подальшу правку леза, але ріжуча кромка стає менш довговічною. Плоский профіль забезпечує хороший баланс між легкістю різання та довговічністю.

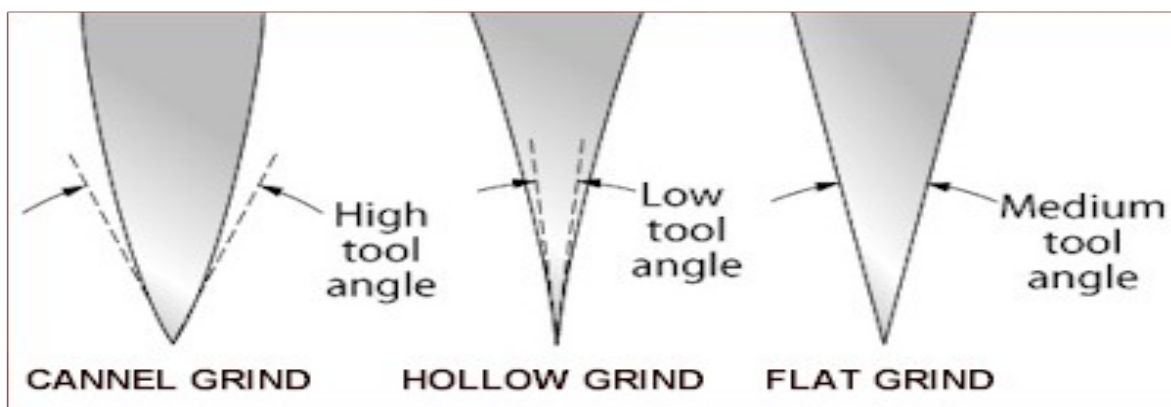


Рис. 4. Форми профіля леза інструментів: опукла, увігнута та плоска.

Чистота обробки деревини різанням визначається величиною і кількістю наявних на оброблюваній поверхні нерівностей: вм'ятин, виколів, виривів та ін.

На чистоту різання впливають:

- напрямок різання відносно волокон;
- розташування і підпор волокон перед різцем;
- надламування стружки при різанні;
- товщина зніманої стружки;
- заточка різця, кути і швидкість різання;
- кількість діючих різців;
- швидкість подачі;
- особливості будови дерева.

На чистоту обробки особливо впливає **ступінь затуплення різця**. Коли ріжуча кромка зношується, геометрія змінюється. Ріжуча кромка заокруглюється, при чому більше на задній поверхні, ніж на передній, оскільки задня поверхня контактує з деревиною. У цьому випадку кут загострення збільшується, а задній кут зменшуються. Для проходження інструменту крізь деревину потрібно все більше зусиль, і поверхня різку стає грубішою. В процесі роботи такий затуплений резець не перерізає волокна а здавлює, зминає і розриває їх. При цьому підвищується необхідна сила різання в порівнянні з різанням гострим різцем.

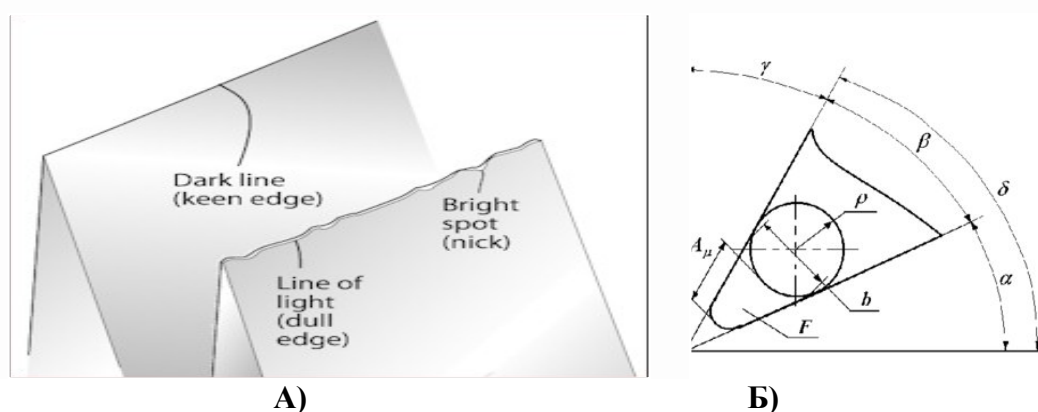


Рис. 5. Затуплення ріжучої кромки

А) Dark line – кромка темна, рівна та гостра; **Line of light** – кромка світла з зазубринами-затуплена; **bright spot (nick)** – яскрава пляма (зазубрина);

Б) Радіус заокруглення кромки - чим більший тим кромка більш затуплена.

Візуальне визначення стану затуплення ріжучої кромки

Для визначення стану затуплення інструменту існують спеціальні вимірювальні оптичні прилади, але це можна визначити і візуально. Огляньте ріжучу кромку під яскравим світлом.

Оскільки поверхні гострого інструменту має малий радіус заокруглення, ріжуча кромка не відбиває світло. Але як тільки кромка зношується, округла поверхня відбиває лінію світла. Також можна бачити викрошування і нерівності ріжучої кромки. Після чотирьох годин безперервної роботи в середньому реzeць затуплюється так, що необхідна сила для розрізання зростає приблизно в 1,5 рази.

КІНЕМАТИКА ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ

Для здійснення процесу різання необхідно не менше двох робочих рухів:

Головний рух різання – рух різця або заготовки що забезпечує видалення одного шару що зрізається.

Відносний рух різця (або заготовки), в результаті якого утворюється стружка, називається **рухом подачі**.

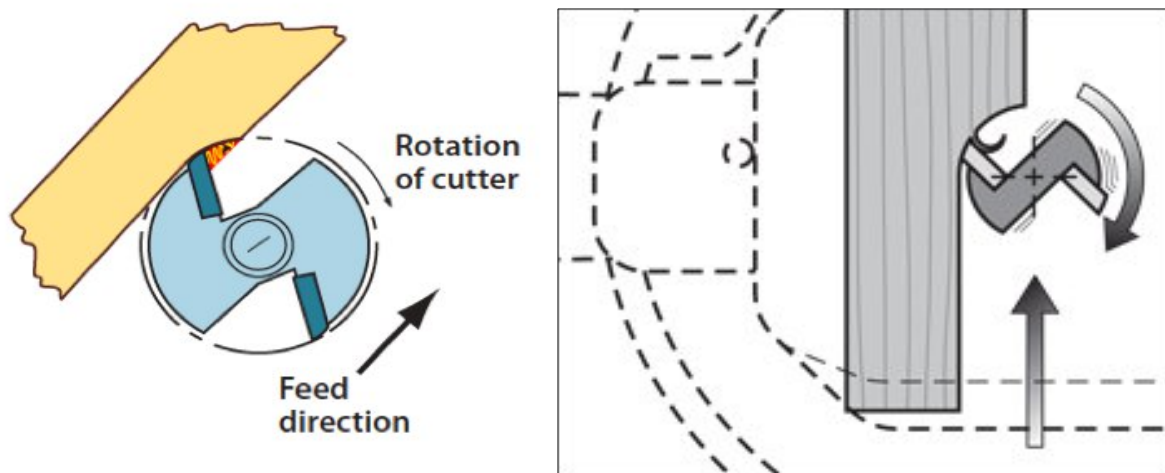


Рис. 6. Рухи при зізанні

Rotation of cutter – обертальний головний рух різання; **Feed direction** – поступальний рух подачі.

В механічній обробці головний рух - найчастіше це обертальний рух різця, рух подачі - найчастіше це рух заготовки, але не завжди, наприклад при точінні – головний рух виконує заготовка що обертається, а рух подачі - це поступальний рух різця що обробляє заготовку.

В процесі роботи рух різання та рух подачі можуть співпадати, або бути протилежними один одному. Так виникає **попутна** та **зустрічна обробка**.



Up Milling

Down Milling

Рис. 7. Зустрічна та супутня обробка

Up Milling – зустрічна обробка; **Down Milling** – супутня обробка

У більшості випадків в деревообробці застосовується зустрічна обробка (**при ручній подачі заготовок супутня обробка взагалі заборонена**), але в ряді випадків при фрезеруванні на вестатах з ЧПУ, або в форматно-розкроечних верстатах використовується і супутнє фрезерування та пиляння.

СКЛАДОВІ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ

До основних параметрів, що характеризують процес різання, відносяться швидкість різання, швидкість подачі, та подача на один зуб.

Швидкість різання (V). Швидкістю різання називається швидкість руху різця, а точніше точки на різальній кромці, що вимірюється як лінійна швидкість в **метрах за секунду (м/с)**. Чим більша швидкість різання, тим чистіше оброблена поверхня. При високій швидкості різання волокна перерізаються тиском різця значно раніше, ніж вони деформуються або відщепляються від деревини, тим самим покращується якість обробки. Тому деревообробні верстати працюють зі швидкістю різання, **що досягає 70-100 м/сек.**

Швидкість різання для круглопилкових, фрезерних, шипорізних і свердлильних верстатів виражається формулою:

$$n = \frac{v D n}{1000 \times 60}$$

Де: **V**- швидкість різання, **D** – діаметр ріжучого інструменту, мм; **n** – частота обертання інструменту, об /хв, **π- 3.14**, або залежність довжини кола від його діаметру.

Таким чином ми знаходимо лінійну швидкість точки що знаходиться на кромці різця - тобто відстань яку вона проходить за одиницю часу (1 сек).

Але слід пам'ятати що збільшення швидкості різання веде до підвищення відцентрової сили в інструменті і може призвести до його руйнування. Також значно збільшується сила тертя в зоні різання, що веде до перегріву інструменту та заготовки. Тому рекомендована швидкість різання для різців з вуглецевої та швидкоріжучої сталі - **40-60 м/с**, для інструментів з металокерамічними напайками - **50-70 м/с**.

Швидкість подачі (Vs або u). Швидкість подачі - це швидкість насунання матеріалу, що обробляється на інструмент, або навпаки, ріжучого інструменту на матеріал. Швидкість подачі вимірюють у **метрах за хвилину (м/хв)**.

Підвищення ступеня подачі при сталій швидкості різання, викликає збільшення товщини стружки і веде до **зниження чистоти обробки поверхні**. У зв'язку з цим для отримання необхідної чистоти при великих швидкостях подачі збільшують кількість обертів ріжучого інструменту, встановлюють більше ріжучих ножів на інструмент. Швидкість подачі для верстатів з механічною подачею вимірюється в м/хв і визначається за формулою:

$$u = \frac{v D_1 n_1}{1000}$$

Де **u** – швидкість подачі, м/хв.; **D1** – діаметр валиків в мм, мм; **n1** – частота обертання валиків, об/хв.

Швидкість подачі в значній мірі впливає на якість обробки та на сили що діють в зоні різання, навантаження на ріжучі інструменти. Так наприклад, при збільшенні швидкості подачі зростає хвилястість та шорсткість обробленої поверхні. Тому в залежності від потрібної якості обробки швидкість подачі визначається **подачею на зуб** (ніж) ріжучого інструменту:

$$S_z = \frac{1000 u}{n z}$$

Де: **Sz** – подача на зуб, мм. **u** – швидкість подачі, м/хв.; **n** – частота обертання ріжучого інструменту, об/хв.; **Z** – кількість зубців ріжучого інструменту;

Взагалі розрізняють наступні види подачі:

- **на оберт S_o** – подача, що відповідає одному обороту інструменту або заготовки (мм/об.);
- **на зуб S_z** – подача, що відповідає переміщенню інструменту або заготовки на один крок зубців ріжучого інструменту (мм/зуб);
- **на хід S_x** – подача, що відповідає одному ходу інструменту або заготовки (мм/хід);
- **на подвійний хід S_{2x}** – подача, що відповідає одному подвійному ходу інструменту або заготовки (мм/дв. хід).

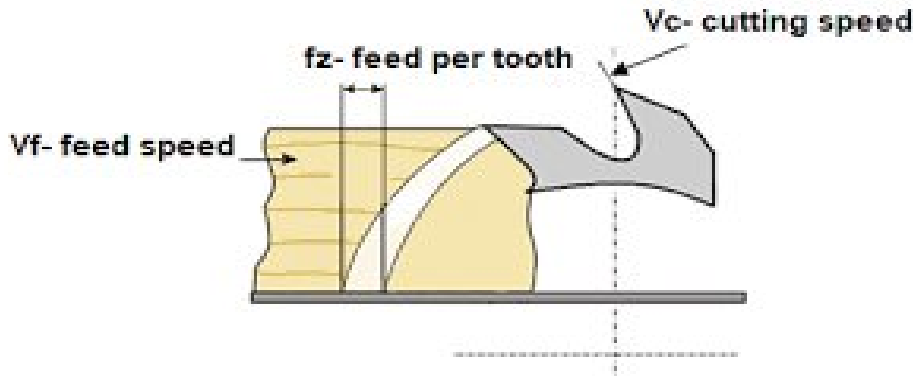


Рис. 8. Основні складові процесу різання

V_c -швидкість різання (м/хв),

V_f -швидкість подачі заготовки (м/хв),

f_z - розмір подачі на один зуб (мм).

Часто для підбору режимів різання замість розрахунків за формулами користуються вже готовими довідниковими таблицями.

Хід роботи

1. Ознайомтеся з теоретичними відомостями роботи;
2. За допомогою кутомірів та шаблонів визначіть основні розміри кутів на дереворізальному інструменті (фрезах, свердлах, пилах) запропонованих викладачем;
3. Визначіть основні поверхні на дереворізальному інструменті, та знайдіть поверхні (чи поверхню) по якій відбувається заточка інструмента;
4. За допомогою мікроскопа чи збільшувальних лінз вивчіть стан ріжучих кромek наявного деревообробного інструменту;
5. Розрахуйте за формулою швидкості різання, реально діючу швидкість різання наявних у деревообробних верстатів (круглопилельного, фугувального, фрезерного, рейсмусового).
6. Розрахуйте за формулою швидкості подачі заготовки реально діючу швидкість подачі рейсмусового верстата.
7. Користуючись формулою розрахунку подачі на один зуб, розрахуйте розмір подачі верстатів що є в наявності і мають механічну подачу.

Питання до самостійної роботи

1. Вивчіть та занотуйте геометрію ріжучого деревообробного інструменту;
2. Опишіть вплив кутів та поверхонь різця на якість обробки при різанні;
3. Назвіть фактори що впливають на зусилля при різанні, та чистоту обробленої поверхні?
4. Дайте характеристику швидкості різання та швидкості подачі, їх вплив на процес різання та якість обробки поверхні;
5. Назвіть переваги та недоліки зустрічної та супутньої обробки, наведіть приклади та сфери використання того чи іншого способу.

Звіт до роботи

1. Письмова відповідь.

Практична робота №4

Види механічної обробки деревини.

Мета роботи: Вивчити види механічної обробки деревини, та відповідні ним дереворіжучі інструменти.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

Знати:

- Основні види механічної обробки деревини;
- основні види дереворіжучих інструментів та їх призначення;
- види нестандартних робіт (гнуття, пресування, брашування).;

Вміти:

- Підбирати вид обробки деревини в залежності від технологічного процесу;
- розрізняти дереворізальні інструменти за зовнішніми ознаками;
- планувати технологічний процес підбираючи вид обробки та інструменти.

Обладнання та інструменти: верстати моделей ФПШ-5, СТД-120М, КС-2, Ф-4, ТП-200, СР-3, ріжучі інструменти, плакати, вимірвальний інструмент.

Короткі теоретичні відомості

Види механічної обробки деревини

Процеси різання деревини розрізняють за технологічним призначенням на: пиляння, фрезерування, свердління, точення, стругання, шліфування тощо. Їх можна характеризувати кінематикою, тобто. видом відносного руху заготовки та ріжучого інструменту.

Пиляння - (рис. 1, а,б) спосіб закритого різання деревини пилками з метою отримання заготовок та деталей заданих розмірів та форми. Пиляння здійснюють зазвичай обертається круглою пилкою або пильною стрічкою, що рухається, з зубами. При пилянні круглою пилкою головний рух різання D_r обертальний і зуби рухаються круговою траєкторією зі швидкістю V , а рух подачі D_s зі швидкістю V_s робить або заготовка, або супорт з пилкою.

При пилянні стрічковою пилкою зуби здійснюють безперервний прямолінійний головний рух різання D_r зі швидкістю V , а заготовка переміщається в напрямку подачі зі швидкістю V_s перпендикулярно головному руху.

Фрезерування — (рис. 1, в, г) різання деревини фрезою, що обертається, при якому траєкторією різання є циклоїда. Мета фрезерування - отримання деталей заданих розмірів або форми та забезпечення чистоти оброблених поверхонь.

При фрезеруванні різці фрези здійснюють головний рух різання D_r по круговій траєкторії, а прямолінійний поступальний рух подачі D_s може здійснювати заготовка, або інструмент.

Фрезерування залежно від положення ріжучої кромки щодо осі її обертання розрізняють **циліндричне, конічне, торцеве, торцово-конічне, профільне та пазове.**

При профільному фрезеруванні одержують задану форму поперечного перерізу оброблюваної деталі інструментом, у якого ріжучі кромки мають складний криволінійний профіль. Фрезеруванням можна утворити не тільки складний криволінійний профіль кромки чи торця, а також і форму самої заготовки.

Пазове фрезерування (рис. 2, г) - процес закритого різання кінцевими фрезами з метою одержання в заготовках гнізд та пазів. Відмінна риса цього виду фрезерування - наявність двох рухів подачі: осьового D_{s1} та дотичного (бічного) D_{s2} .

Свердління - процес закритого різання деревини свердлом для одержання наскрізних або ненаскрізних, а також ступінчастих отворів в деталях. Свердло зазвичай здійснює головне рух різання (обертання) D_r , а рух подачі D_s у бік осі обертання може виконуватися або свердлом, або заготовкою.

Деревообробні свердла мають свою форму, геометрію та профіль, що відмінна від сверел по металу. Також як правло сверла по деревині виготовляють з менш твердих та дорогих сортів сталі (деревина значно легше обробляється порівняно з металами).

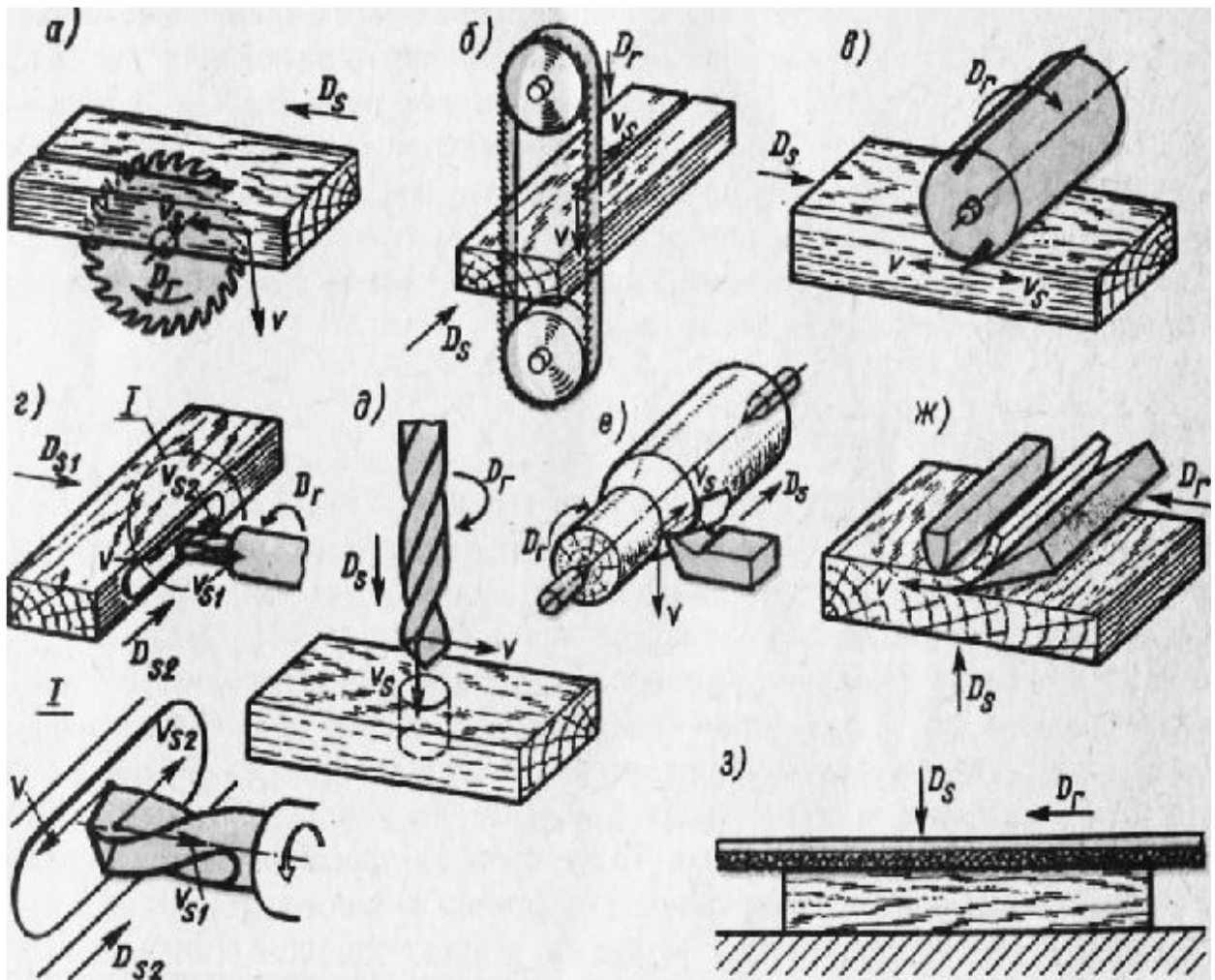


Рис. 1. Процеси різання

а - пиляння круглою пилкою, **б** - пиляння стрічковою пилкою деревини: **в** - фрезерування, **г** - фрезерування пазове кінцевою фрезею, **д** - свердління, **е** - точіння, **ж** - стругання, **з** - шліфування

Точіння - процес різання деревини, при якому заготовка здійснює головний рух різання D_r , а рух подачі D_s забезпечується супортом з різцем або вручну. Залежно від напрямку руху подачі буває точення поздовжнє, радіальне чи складне. При поздовжньому точенні різець переміщається зі швидкістю V_s паралельно до осі обертання заготовки (рис. 2, е). Результуючий рух різання при поздовжньому точенні є гвинтовою лінією. Радіальне точення проводиться при подачі різця по радіусу кола обертання. Таке точення використовують при обробці торця деталі, що обертається. Результуючий рух різання при радіальному точінні — **спіраль Архімеда**.

Точіння з подачею різця одночасно вздовж і впоперек осі обертання заготовки застосовують для отримання складних профілів деталей обертання.

Стругання - різання деревини ножом, коли головне рух різання D_r (рис. 2, ж) і рух подачі D_s прямолінійні і протікають у часі почергово. Стругання застосовують при отриманні струганого шпону.

Шліфування - обробка поверхні деревини абразивними інструментами (шліфстрічкою шліфшійткою, або шліфколами) з метою досягнення заданої шорсткості або точності розміру деталі. Різцями при шліфуванні є зерна твердих абразивних матеріалів, які приклеєні до паперової або тканинної основи (рис. 2, з). Абразивні зерна зрізають стружки дуже малої товщини, тому шліфуванням досягають низької шорсткості поверхні. Головний рух різання D_r при шліфуванні виконує зазвичай абразивний інструмент, а рух подачі D_s - заготовка або

супорт з шліфувальним інструментом. Шліфування як правило це кінцева операція перед нанесенням декоративно-захисного покриття.

Слід зауважити що вищепераховані методи обробки деревини порушують зв'язок між волокнами деревини, фактично перерізаючи руйнують їх. При більшості подібних видів обробки неминучі втрати на утворення відходів у вигляді тирси чи стружки. Але є два методи при яких волокна не руйнуються – це **гнуття та пресування**.

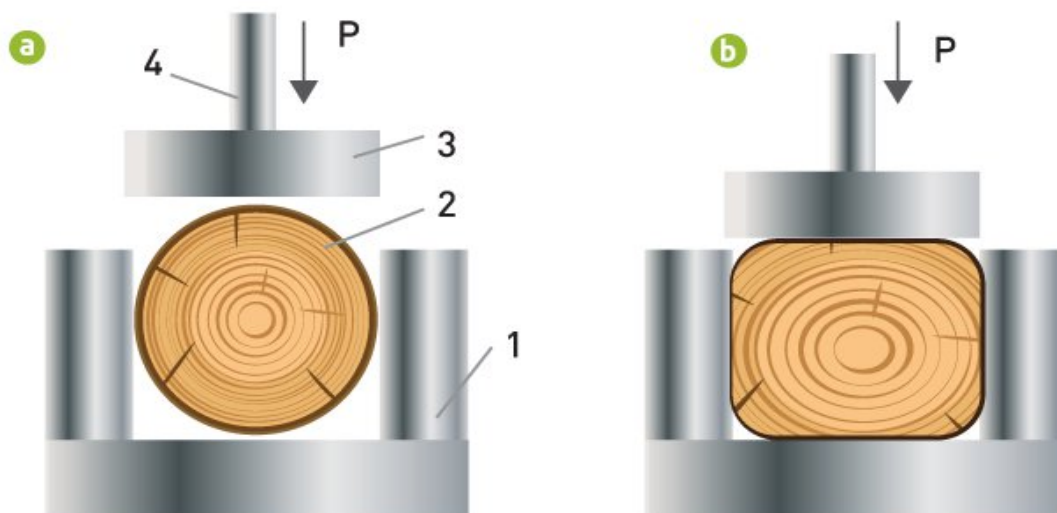


Рис. 2. Пресування деревини

Зміна перерізу заготовки в ході пресування: а – на початку процесу, б – наприкінці процесу. 1 - матриця пресу; 2 - заготовка; 3 - прес; 4 - шток пресу; P – тиск.

Пресування використовується як сучасний метод для виробництва модифікованої деревини. Методи модифікування деревини м'яких листяних порід, що мало використовуються, для створення заміника цінної деревини твердих листяних порід відомі давно, розробляються і нові. Шляхом пресування бруса та дощок з натуральної деревини осики, тополі, берези, вільхи деструктивним методом можна підвищити щільність деревини до 800 кг/м³ і навіть до 1400 кг/м³ порівняно з щільністю вихідної деревини 400–600 кг/м³.

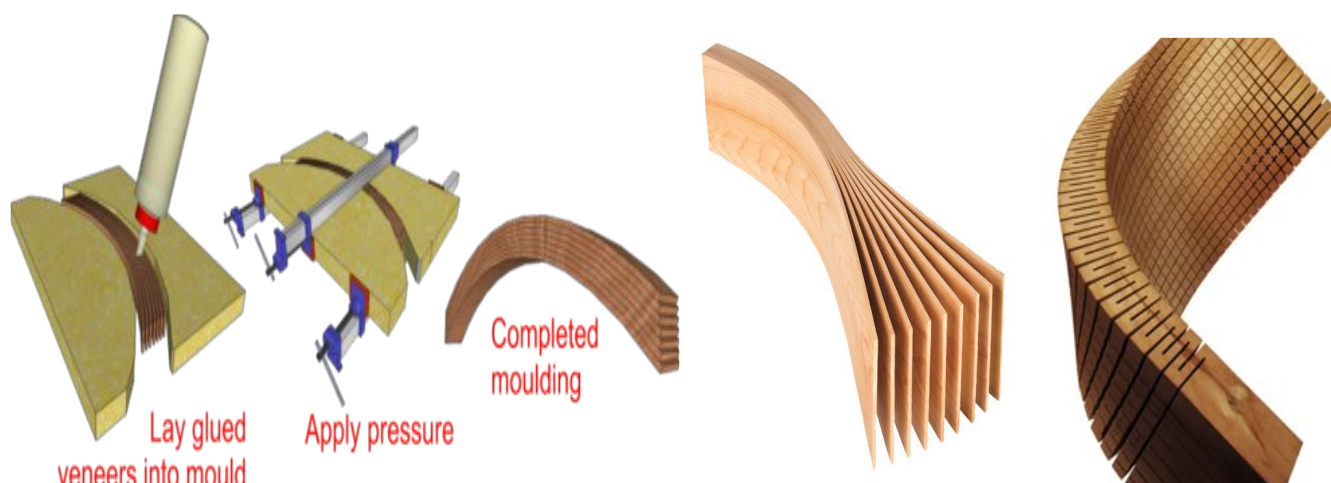


Рис. 3. Гнуття деревини

Гнуття – технологічний процес надання деревині криволінійної форми, зберігаючи при цьому цілісність заготовки. В основі процесу – природна пластичність деревини. Спрощено склад деревини можна уявити як волокна целюлози, скріплені природним клеєм - **лігніном**.

Щоб деревина не тріснула при згинанні, лігнін необхідно розм'якшити або частково зруйнувати. Частина речовини перетворюється на колоїдний стан, деревина витримує деформацію. У процесі висихання колоїдні речовини тверднуть, задана форма зберігається.

На заготовку впливають за допомогою води та пару, нагрівання, витримки у гарячій воді, деформації у воді, нагріву в мікрохвильовій печі, хімічних реагентів.

Розрізняють **холодне, гаряче** гнуття, та за допомогою хімічних реагентів (**хімічне гнуття**).

Також останнім часом все більшої популярності набирає метод механічної обробки поверхні деревини – **брашування**.

Брашування (від англ. Brush - щітка) - це особливий і нестандартний метод обробки деревини. Найчастіше брашування використовується у виробництві підлогових покриттів.

Полягає в тому, що з верхнього шару деревини спеціальною щіткою вибираються м'які волокна, внаслідок чого виходить поверхня з яскраво вираженою структурою річних кілець. Цей ефект часто називають «**штучним старінням деревини**», оскільки час впливає на незахищену деревину схожим чином. В результаті виходить поверхня з рельєфом чітко виражених річних кілець та деревних прожилок. Такий метод підкреслює натуральну красу та текстуру дерева.

Брашування може бути **легким і глибоким**. При першому варіанті за допомогою пластикових щіток м'які волокна видаляються так, що залишається трохи помітна шорсткість. Глибоке брашування виконується спочатку металевими щітками, а потім пластиковими із синтетичного волокна. Інструмент глибоко проникає у деревину, видаляючи м'які тканини на глибину 2-3 мм. Дошка виходить дещо шорсткою, з яскраво вираженим малюнком річних кілець. У заводських умовах для брашування використовуються спеціальні **брашувальні верстати** зі змінними щітками.

Також є схожа технологія — **піскоструминна обробка деревини**, коли м'які волокна видаляються не щітками, а потоком піску. Піскоструминна обробка створює м'якіші перепади, тому якщо брошувана щітками дошка на дотик шорстка, то піддана піскоструминній обробці - гладка.

Найкраще піддаються брошуванню породи деревини з чітко вираженими твердими і м'якими шарами річних кілець (наприклад: більшість хвойних порід, дуб, ясен, горіх, мербау, кемпас, венге, дусія, ятоба). Брашування не застосовується для бука, клена, груші, вільхи, вишні, тика. Після брошування деревину можна покрити лаком, олією або воском за стандартною технологією.

Брашування відкриває широкі можливості з особливого тонування деревини, так як з'являється можливість пофарбувати основну деревину в один колір, а пори в інший колір (ефект патини або «декапе»).



Рис. 4. Брашування деревини (металевими щітками).

Дереворіжучі інструменти механічної обробки деревини

Дереворіжучий інструмент загального призначення (див. рис.5) складають пили (стрічкові, рамні, круглі дискові), ножі (товсті для стругання та тонкі для фрезерування), фрези (насадні та кінцеві), свердла та зенкери, долота, токарні різці, шліфувальні стрічки. Спеціальний верстатний деревообробний використовується при виготовленні окремих видів виробів з деревини (діжок, олівців, музичних інструментів тощо) та має обмежене поширення.

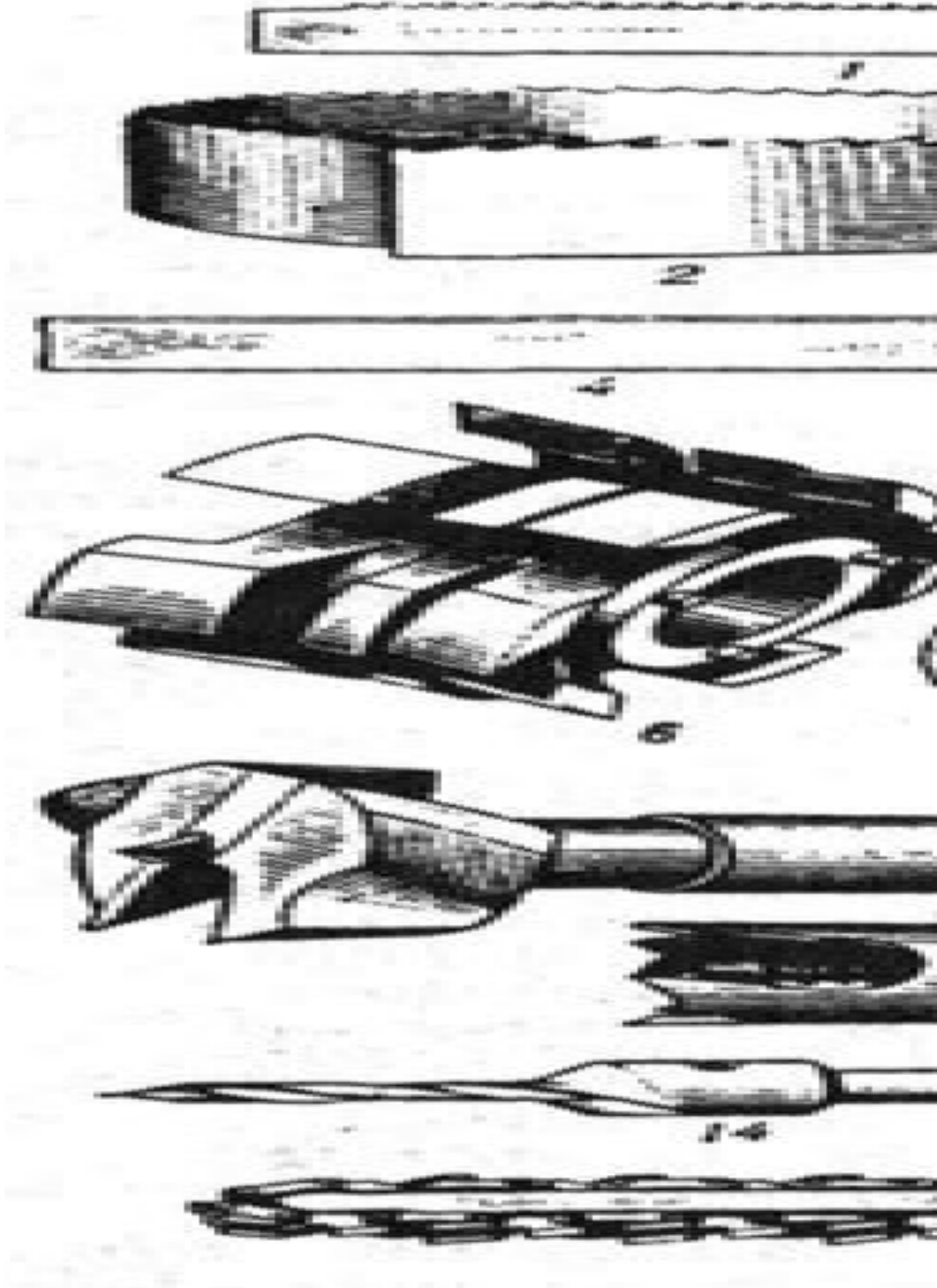


Рис. 5. Верстатний дереворізальний інструмент загального призначення:

1 - пила смугова (рамна); 2 - пила стрічкова; 3 – пила кругла (дискова); 4 – ніж для фрезерування; 5 - ніж для стругання; 6 та 7 - фрези насадні; 8 та 9 - фрези кінцеві; 10 – свердло Ферстнера; 11 – свердло спіральне торцьове; 12 – свердло спіральне з підрізувачами; 13 – свердло пробочне (пробочник); 14 – свердло з зенкером, 15 – свердло комбіноване ступінчасте; 16 - ланцюгове долото.

Механічну обробку деревини виконують двома способами: **різанням і тиском**. Робоча машина для обробки деревини різанням називають **верстатом**, а для механічної обробки тиском – **пресом**.

До кожного виду механічної обробки деревини розроблене відповідне обладнання та ріжучі інструменти.

Відповідно кожен вид обробки може виконувати цілий ряд верстатів:

Пиляння – круглопилкові (циркульні), стрічковопилкові, лобзикові, торцовочні, форматно-розкроювальні;

В лісопильній промисловості – рамні, стрічкові та дискові пилорами, багатопильні та брусочні верстати;

Стругання – строгальні та луцильні верстати для отримання шпону;

Фрезерування – фугувальні (повздожньо фрезерні), рейсмусові, фрезерні, копіювальні, фрезерні з ЧПК, оциліндровочні.

Свердління – свердлильні та свердлильно-пазувальні верстати, свердлильно-присадочні верстати;

Довбання – свердлильно-довбальні верстати, ланцюгово-довбальні верстати.

Точіння – токарні з підручником та суппортом, з ЧПК, токарно-фрезерні, круглопалочні верстати, лобові токарні верстати.

Шліфування – шліфувальні, шліфувально-калібрувальні, асцилярні, стрічкові, дискові, гріндери тощо.

Порядок виконання роботи

1. Вивчити назви основних видів механічної обробки деревини;
2. Диференціювати верстатне обладнання майстерень за призначенням та видом робіт, заповнити таблицю 1;

Таблиця 1.

№	Назва верстату	Вид робіт	Різальний інструмент

3. розглянути види робочих різальних інструментів що використовуються на верстатах;
4. вивчити ознаки за якими класифікуються різальні інструменти для певного виду обробки, зробити опис, данні занести в таблицю 2;

Таблиця 2.

№	Назва ріж.інструменту	Призначення	Робочі характеристики

5. Розглянути запропонований викладачем виріб з деревини, визначити види робіт які були застосовані для його виготовлення, записати послідовність;

Питання до самостійної роботи

1. Назвіть основні види механічної обробки деревини;
2. Які види обробки не руйнують волокна деревини? опишіть їх;
3. Які дереворізальні інструменти для механічної обробки ви знаєте?
4. Назвіть основні інструменти та методи брашування деревини;
5. Назвіть верстати що використовують відповідні методи обробки деревини.

Звіт до роботи

1. Письмова відповідь.

Практична робота №5

Будова та класифікація деревообробних верстатів.

Мета роботи: Вивчити види та класифікацію деревообробних верстатів. При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

Знати:

- основні види деревообробних верстатів;
- загальну будову деревообробних верстатів;
- основні вузли та механізми деревообробних верстатів, їх призначення;
- класифікацію та індексацію деревообробних верстатів;

Вміти:

- розрізняти деревообробні верстати за зовнішніми ознаками;
- розшифровувати маркування, індексацію та основні параметри д/о верстатів;
- планувати технологічний процес підбираючи вид обробки та відповідні верстати.

Обладнання та інструменти: верстати моделей ФПШ-5, СТД-120М, КС-2, Ф-4, ТП-200, СР-3, ріжучі інструменти, плакати, вимірювальний інструмент.

Короткі теоретичні відомості

Будь-який верстат є комплексом механізмів руху, передавання і різання, а також механізмів управління, регулювання і контролю. Часто досить умовно всі конструктивні частини верстатів ділять на дві групи: **основні частини** та **допоміжні**.

Основні та допоміжні конструктивні частини деревообробних верстатів

До складу кожного верстата входять наступні основні конструктивні частини:

- станина,
- робочий стіл,
- робочий вал (шпindelь),
- ріжучий інструмент;
- силовий агрегат (електродвигун).

До допоміжних пристроїв відносяться:

- обгороджування, направляючі і притискні пристрої,
- пуско – гальмівні пристосування;
- пристосування для мащення і ін.

Станина – масивна конструкція, на якій закріплюються всі його вузли та деталі. Станина служить основою верстата, вона сприймає зусилля, що діють між окремими елементами верстата, вібраційні та динамічні навантаження, а також навантаження від матеріалу, що обробляється.

Станини можуть бути литими чавунними чи звареними стальними. Їх виготовляють порожнистими, зазвичай коробчатого перерізу, забезпечуючи при цьому необхідну стійкість. Конфігурація та розміри станини залежать від призначення та конструкції верстата.

Робочі столи призначені для установки заготовок в потрібне для обробки положення. Конструктивно вони виконуються нерухомими, переставними, поворотними, такими, що нахилиються, розсувними і т.д. Найчастіше робочі столи є чавунною плитою, точно вивіреною і шліфованою.

Робочі вали (шпindelі) з обертальним рухом ріжучого інструменту - шпindelі, ножові та пиляльні вали - служать для його закріплення та обертання. У верстатах з поступальним рухом ріжучого інструменту вони призначені або тільки для його закріплення, або закріплення та повідомлення прямолінійного руху різання або подачі.

До них пред'являють дуже високі вимоги з точки зору міцності, точності виготовлення, врівноваженості. Робочі вали виготовляють із сталі способом точіння з подальшим шліфуванням. По діаметру мають стандартизовані параметри (20; 22; 30; 32; 40; 50мм; і т.д.)

На супортах закріплюють робочі ріжучі інструменти, заготовки, чи інші органи верстата. Залежно від конструкції верстата робочі органи, закріплені на супорті, можуть переміщатися тільки в одному напрямку (наприклад, вертикальному), у двох (вертикальному та горизонтальному) або у двох напрямках і під кутом.

Робочий привод включає в себе двигун і проміжні ланки, що зв'язують двигун з елементами верстата (наприклад, пасова передача або муфта, що зв'язує вал електродвигуна з ножовим валом). Іноді в проміжних ланках немає потреби, наприклад, коли вал електродвигуна служить одночасно пильним валом або шпинделем.



Рис. 1. Робочий вал фугувального верстата (А), та шпіндель фрезерного ЧПК верстата (Б).

Ріжучі інструменти в деревообробці мають різне призначення, різноманітні за формою, розмірами і конструкцією. До них відносяться пили (рамні, дискові, стрічкові), плоскі, фасонні і циклювальні ножі, фрези, свердла, довбальні ланцюги, токарні різці, шліфувальна шкірка тощо.. Виготовляють ріжучі інструменти з вуглецевих, легованих та високолегованих швидкорізальних сталей.

Направляючі пристрої у вигляді лінійок, косинців, кареток служать для напрямку руху заготовок при обробці. Упори служать для правильної орієнтації заготівлі у певному положенні щодо ріжучого інструменту.

Притискні пристрої необхідні для утримання заготовок при обробці в заданому положенні. Конструктивно вони виконуються у вигляді пружин, роликів, ексцентриків; можуть бути гідравлічними, пневматичними, механічними і т.д. Притискачі забезпечують щільне прилягання заготовок до робочих столів чи напрямних лінійок під час виконання прохідних операцій.

Захисні пристрої або пристрої, що захищають, і обмежують та виключають доступ людини в небезпечну зону. Вони захищають електродвигуни, ріжучий інструмент або робочий вал, передавальний механізм і інші небезпечні частини верстата. Конструктивно вони виконуються у вигляді кожухів, захисних щитків, козирків, штор, ковпаків. Існують і спеціальні віялові та кігтьові пристрої – останні запобігають небезпечному зворотному руху (викиданню) заготовки з зони різання.

Органи керування призначені для включення та відключення приводів робочих органів та органів подачі. У верстатах сучасних моделей здійснюється автоматичне та напівавтоматичне керування їх роботою; окремі приводи включаються та вимикаються у певній, заздалегідь заданій послідовності або при певному положенні заготовки. Системами керування багатьох верстатів передбачено автоматичне вимкнення приводу, якщо він несправний.

Гальмівні пристрої призначені для плавного або екстреного, швидкого гальмування ріжучих інструментів, механізмів приводу або деталей, що обробляються. Вони виконуються у вигляді кнопок, рукояток, рубильників, важелів. Можуть мати механічний, електричний (електромагнітний) та інші приводи. Часто вмонтовані за поєднані з органами керування, але іноді винесені і окремо.

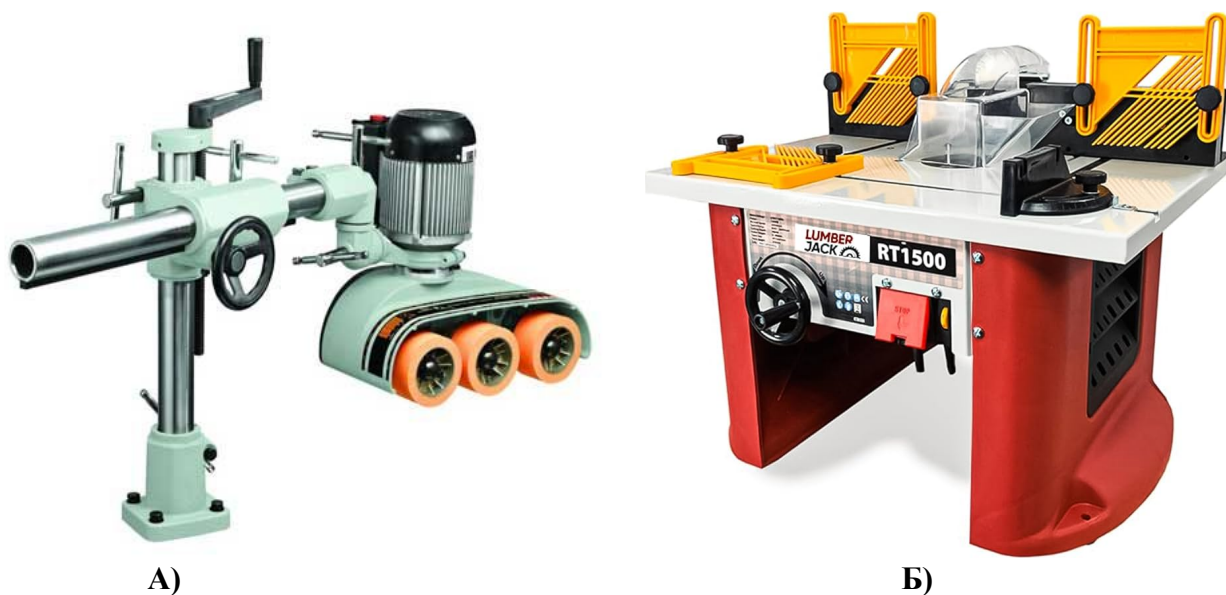


Рис. 2. Автоподавач фугувального верстата (А) та прижимні пристрої (гребінки) фрезерного верстата (Б).

Пристрої подавання та знімання заготовок призначені для подачі заготовок у верстат та знімання зі верстата оброблених заготовок або деталей та укладання їх у транспортабельні пакети.

Пристрої для заточування призначені для фугування та заточування різального інструменту безпосередньо на верстаті.

Пристрої для налаштування застосовуються на всіх верстатах і служать для зміни положення напрямних та опорних елементів щодо ріжучого інструменту, а також положення притискних та подавальних органів щодо опорних елементів верстатів. Виконуються у вигляді маховичків, рукояток та важилів, знаходяться у доступному і зручному місці. Часто обладнані спеціальними шкалами та лініями для точного налаштування.

Пристрої для видалення відходів являють собою екстаустерні приймачі, що приєднуються до трубопроводів, по яких деревний пил і стружка, що утворюються при обробці деревини, видаляються з цеху.

Пристрої для мащення (лубрикатори) служать для підведення мастила до поверхонь, що труться.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВЕРСТАТНОГО ОБЛАДНАННЯ

Поділ верстатів за конструктивними ознаками.

За конструктивними ознаками деревообробні діляться на верстати загального призначення, універсальні (комбіновані) та спеціалізовані.

Верстати загального призначення застосовують на різних виробництвах для виконання невеликої кількості (зазвичай одної) технологічної операції. До них відносяться круглопилкові, свердлильні, стругальні, фрезерні, рейсмусні та інші верстати.

На **універсальних (комбінованих) верстатах** виконують різноманітні технологічні операції, зазвичай суміжні в технологічному процесі. На цих верстатах на одній станині змонтовані супорти для установки різних інструментів (пил, свердел, фрез, ножових головок) або вони розміщуються на одному робочому валу. Такі верстати частіше застосовують в індивідуальному виробництві і учбових майстернях (наприклад, ФПШ-5).

Спеціалізовані верстати (наприклад, шипорізний, присадочний) призначені для обробки однотипних деталей та однотипних операцій.

Залежно від характеру відносного переміщення заготовки та ріжучого інструменту верстати підрозділяються на:

- циклові,
- циклопрохідні,
- позиційно-циклопрохідні,
- багатопозиційні,
- прохідні.

У **циклових** верстатах оброблювана деталь нерухома, а подача здійснюється ріжучим інструментом верстата (в маятникових круглопилкових, свердлильних верстатах, і ін.).

У **циклопрохідних** верстатах деталь переміщається відносно ріжучого інструменту і після закінчення робочого циклу повертається у вихідне положення (у шипорізних верстатах).

У **позиційно – циклопрохідних** верстатах частина операцій виконується при русі заготовки відносно ріжучого інструменту; потім заготовку зупиняють і проводять подальші операції на даній позиції. Після закінчення робочого циклу деталь повертається у вихідне положення для подальшої обробки (наприклад, в комбінованих свердлильних торцювальних верстатах).

На **багатопозиційних** верстатах виконують різні операції, поєднані за часом. Деталь в процесі циклу обробки займає декілька позицій, що відповідає різним операціям.

У **прохідних верстатах** заготовки рухаються безперервним потоком відносно ріжучого інструменту і, не повертаючись у вихідне положення, проходять весь процес обробки.

Окрім вказаних конструктивних різновидів, верстатів можуть **бути одно- і багатопозиційні, одно- і багатосторонні** залежно від числа оброблюваних сторін заготовок.



А)



Б)

Рис. 3. Верстат загального призначення (рейсмусний А) та універсальний, комбінований (рейсмусно, фугувальний, пильний Б).

По ступеню механізації верстати діляться на:

- напівмеханізовані
- механізовані.

До **напівмеханізованих** відносяться верстати з механізованим процесом обробки, але з ручною подачею заготовки (наприклад, фугувальні).

До **механізованих** відносяться верстати з механізованими, але не автоматизованими основними і допоміжними процесами (рейсмусові).

По **рівню автоматизації** верстати ділять на:

- напівавтоматичні (частина операцій автоматизована);
- автоматичні (всі операції автоматизовані).

По **точності обробки** верстати ділять на 4 класи: низької точності – клас **Н**; середньої точності – клас **С**; підвищеної точності – клас **П**; особливо точні – клас **О**.

До верстатів низької точності як правило відносять обладнання першого технологічного ряду, для чорнової обробки деревини.

Класифікація та індексація деревообробних верстатів

Існує велика кількість ознак, якими можна класифікувати обладнання. Найбільш поширена класифікація за технологічними та конструктивними ознаками. За технологічною ознакою деревообробне обладнання підрозділяється на дереворізальне загального та спеціального призначення, клеїльно-складальне, пресове, оздоблювальне та сушильне. З'явилися також багатоопераційні автоматичні машини та лінії, в яких виконуються різні комбінації технологічних операцій (обробка різанням, облицьовування, збирання, сушіння та ін.).

Верстати за класифікаційними ознаками поділяються на такі класифікаційні групи:

Число одночасно оброблюваних деталей.

- Одно-, дво-, три-, багатопредметні;
- Одно-, дво-, три-, багатопотокові.

Число одночасно оброблюваних сторін деталі:

- Одно-, дво-, три-, чотиристоронні;

Число позицій обробки:

- Одно-, дво-, три-, чотири-, багатопозиційні.

Число шпинделів із головним робочим органом.

- Одно-, дво-, три-, чотири-, багатопшпіндельні

Схема (траєкторія) руху деталі, що обробляється.

- Із замкнутою або розімкнутою схемою руху;
- з прямолінійною або криволінійною траєкторією.

Компонування машини.

- Вертикальна, горизонтальна, кругова, зіркоподібна

Ступінь конструктивної наступності.

Оригінальні конструкції, уніфіковані, нормалізовані, агрегатовані.

Характер відносного переміщення подачі оброблюваної деталі та інструменту.

- Циклові - з переривчастим переміщенням деталі або інструменту
- прохідні - з безперервним переміщенням деталі.

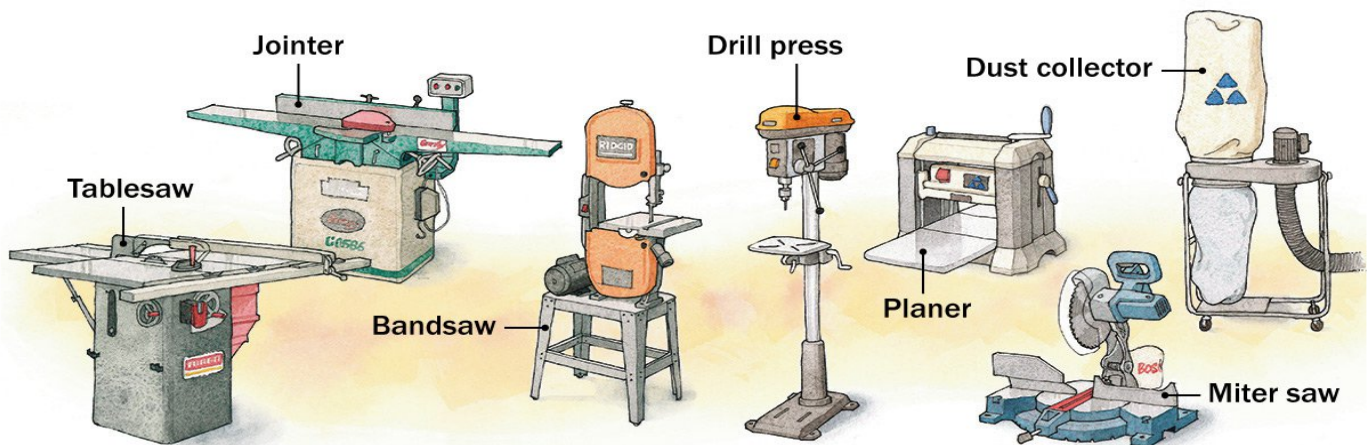


Рис. 4. Види верстатного обладнання

Tablesaw – круглопильний верстат (циркулярка); **Bandsaw** – стрічковопильний верстат (стрічкова пила); **Jointer Drill press** – свердлильний верстат; **Planer** – рейсмусовий верстат; **Miter saw** – пила настільна торцювальна; **Dust collector** - стружковідсос

За технологічною ознакою верстати загального призначення поділяються на такі типи:

- обкорувальні;
- лісопильні рами;
- стрічковопильні;
- круглопильні;
- поздовжньо-фрезерні;
- фрезерні;
- шипорізні;
- свердлильні;
- свердлильно-пазувальні;
- довбальні;
- токарні;
- шліфувальні.

Маркування верстатів

Для відмінності типів і моделей деревообробного верстатобудування прийнята буквено-цифрова індексація верстатів.

Для індексації застосовують поєднання літер і цифр, причому перша літера, як правило, є початковою літерою позначення типу або виду верстата, а друга і третя – початкові літери основної відмітної ознаки верстата. Цифри, що стоять після літер, характеризують величину основного параметра верстата, а у разі наявності декількох моделей одного типу, то і черговий її номер.

Кожному верстату по єдиній системі привласнюють свій номер або індекс (наприклад, фугувальний – СФ, рейсмусовий, – СР, свердлильний, – СВ).

Технічну характеристику верстатів визначають кількісні і якісні показники виражені цифрами. Це розміри оброблюваних заготовок, швидкості подачі і різання, число шпинделів та ріжучих інструментів, габарити верстата, ширина столів, висота центрів, потужність приводу і ін.

Приклади індексації:

Ф2К-2 означає верстат фрезерний, двошпиндельний, з карусельним столом, 2ї моделі;

ЛС80-5 - верстат стрічковопильний, столярний, діаметр роб. шківів 800 мм, 5та модель;

ШД10-3 – верстат шипорізний (Ш), двосторонній (Д), для шпильок завдовжки до 100 мм (10), третя модель (3);

СР6-8 – верстат рейсмусовий (СР), з максимальною шириною обробки 600 мм (6), восьма модель (8);

ТД-120 – токарний верстат по дереву (ТД); висота центрів (120 мм).

Літерно-цифрова індексація деревообробних верстатів

Окорочний — ОК

Лісопильні рами:

- Вертикальна — Р

- Двоповерхова — 2Р

- горизонтальна — РГ

Стрічковопильні верстати:

- для розпилювання колод вертикальні— ЛБ

- горизонтальні— ЛГ

- ділильні— ЛД

- Столярні— ЛС

Круглопильні верстати:

- для поздовжнього розкрою — ЦД

- Для поперечного розкрою — ЦТ
- Для форматного розкрою — ЦТФ
- Фугувальний** — СФ
- Рейсмусовий** — СР
- Чотирьохсторонній поздовжньо-фрезерний** — С
- Фрезерний** — Ф
- Шліфувальний** — Шл
- Шипорізні для рамного шипа:**
 - односторонні — ШО
 - двосторонні — ШД
- Шипорізні для ящичного шипа:**
 - Прямого — ШП
 - ластівчин хвіст — ШЛХ
- Свердлильний** — СВ
- Свердлильно-пазувальний** — СВП
- Довбальний з фрезерним ланцюгом** — ДЦ
- Токарний** — Т
- Круглопалочний** — КП

Порядок виконання роботи

1. Вивчити назви основних деревообробних верстатів;
2. Диференціювати на верстатному обладнанні майстерень основні та допоміжні вузли та механізми, зробити опис характеристик, робочих параметрів;
3. Розглянути види робіт що виконуються на деревообробних верстатах;
4. Вивчити ознаки по яким класифікуються д/о верстати;
5. Вивчити умовні позначення д/о верстатів, розшифрувати наявне верстатне обладнання;
6. Всі данні занести до таблиці 1 та 2.

Таблиця 1.

№	Назва верстату	Основні робочі органи	Допоміжні робочі органи

Таблиця 2.

№	Назва верстату	Маркування	Основні параметри	Вид робіт	Ріжучий інструмент

Питання до самостійної роботи

1. За якими ознаками класифікуються д/о верстати?
2. Перелічіть основні та допоміжні вузли та механізми д/о верстатів.
3. назвіть основні види та маркування лісопильного та деревообробного обладнання;
4. Що є основними параметрами д/о верстатів?

Звіт до роботи

- 1 Контрольна робота з класифікації та будови д/о верстатів.

Практична робота №6

Інструментальні матеріали деревообробного лезвійного інструменту.

Мета роботи: Вивчити види та класифікацію інструментальних матеріалів дереворізального інструменту.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння:

Знати:

- основні марки інструментальних сталей, та їх властивості;
- види легуючих елементів та їх вплив на властивості сталей;
- що таке сталіти та металокерамічні сплави, їх властивості;
- методику підбору та застосування інструментальних матеріалів;

Вміти:

- візуально розрізняти основні види інструментальних матеріалів;
- розшифровувати маркування інструментальних матеріалів;
- класифікувати чинники, що впливають на обробку та стійкість інструментів;
- підбирати матеріал для конкретних умов роботи ріжучого інструменту;

Обладнання та матеріали: дереворізальні інструменти виготовлені з різних видів інструментальних матеріалів, різні види твердосплавних напайок, твердомір ТК-1.

Короткі теоретичні відомості.

Для оптимального підбору режущого інструменту за його характеристиками необхідно звернути увагу на показники твердості, міцності, зносостійкості, красностойкості і жаростійкості, ударної в'язкості, термодинамічної і циклічної міцності, теплоємності, теплопровідності. Робоча частина режущого інструменту не повинна містити рідких і дорогостоячих матеріалів і легко оброблятися.

В даний час немає матеріалу, який би ідеально підходив для роботи з будь-якими матеріалами і відповідав усім вищезазначеним вимогам. Але інструментальні матеріали досить добре вивчені і згруповані за призначенням і характеристикам, серед яких можна виділити:

- вуглецеві сталі.
- леговані сталі;
- швидкоріжучі сталі;
- дисперсійні інструментальні сплави;
- твёрді сплави;
- мінералокерамічні сплави;
- природні твёрді мінерали - рубін, сапфір, алмаз;
- синтезовані твёрді мінерали - кубічний нітрид бора;

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ СТАЛІ І СПЛАВИ

Сталь - сплав заліза з вуглецем, де вуглецю менше 2%. У складі сталі присутні постійні домішки: марганець Mn (0,7...0,8 %), кремній Si (0,1...0,3 %), фосфор P (~ 0,07 %), сірка S (~ 0,06 %).

Якщо простіше - сталь є сплавом заліза (не менше 45%) і вуглецю (до 2,14%). Останній підвищує характеристики міцності металів, при цьому знижує їх пластичність. Контроль за вмістом вуглецю дозволяє отримувати кілька видів сталі:

- низьковуглецеву - вміст вуглецю не більше 0,25%.
- середньовуглецеву – не більше 0,6%.
- високовуглецеву – 0,6 – 2,14%.

За призначенням інструментальна сталь ділиться на сталь для різальних інструментів, вимірювальних інструментів та штампові сталі. Нас цікавлять в данній роботі лише інструментальні сталі та композитні матеріали для обробки деревини.

ВУГЛЕЦЕВІ СТАЛІ

Першим матеріалом для виробництва різального інструменту застосовували вуглецеву ріжучу сталь, цей матеріал відомий вже з давніх часів і добре вивчений.

Інструментальна вуглецева сталь – це високовуглецева сталь з вмістом вуглецю від 0,7% і вище. Ця сталь відрізняється високою твердістю та міцністю (після остаточної термообробки) та застосовується для виготовлення інструментів. Випускається наступних марок: У7; У8; У8Г; У9; У10; У11; У12; У7А; У8А; У8ГА; У9А; У10А; У11А; У12А. Поділяється на вуглецеву інструментальну гарячекатану, ковану, калібровану сталь.

Інструментальна вуглецева сталь ділиться на **якісну** та **високоякісну**. Зміст сірки та фосфору в якісній інструментальній сталі – сірка – до 0,028%, фосфор – до 0,030%. високоякісна: сірка – до 0,018%, фосфор – до 0,025%.

До групи якісних сталей відносяться марки сталі без літери А (наприкінці маркування), до групи високоякісних сталей, зі зниженим вмістом сірки та фосфору, а також шкідливих домішок інших елементів - **марки сталі з літерою А** .

Розшифровка маркування: **У** - вуглецева, наступна за нею цифра - середній вміст вуглецю в десятих частках відсотка, **Г** - підвищений вміст марганцю, **А** - підвищеної якості.

Перевага вуглецевих інструментальних сталей полягає, в основному, в їх малій вартості та досить високій твердості в порівнянні з іншими інструментальними сталями. До недоліків слід віднести малу зносостійкість та низьку теплостійкість - при нагріванні ріжучої кромки інструменту понад 250-300 ° С відбувається відпуск з втратою твердості.

Використання:

У7, У7А Для інструментів по дереву: сокир колун, стамесок, долот; пневматичних інструментів невеликих розмірів: зубил, обтискання, бойків; ковальських штампів; голкового дроту; слюсарно-монтажних інструментів: молотків, кувалд, борідків, викруток, комбінованих плоскогубців, гострогубців, бічних кусачок, рибальських гачків та ін.

У8, У8А, У8Г, У8ГА, У9, У9А Для виготовлення інструментів, що працюють в умовах, що не викликають розігріву ріжучої кромки та обробки дерева: зенківок, сокир, стамесок, долота, пилки ручні.

У10, У10А, У11, У11А У12, У12А У13, У13А Для виготовлення ручних та машинних інструментів, що повинні мати підвищену твердість та зносостійкість і працюють в умовах, що не викликають розігріву ріжучої кромки (з низькими швидкостями різання та подачі): пили, фрези, свердла, ножі для деревообробних верстатів.

Механічна міцність ріжучого інструменту з цього матеріалу досить висока, але цей матеріал має мінімальний ресурс роботи з усіх відомих інструментальних сталей і сплавів у зв'язку з низькою теплостійкістю і зносостійкістю. Найчастіше з вуглецевої сталі виготовляють не дорогий ручний та машинний інструмент для обробки деревини.

ЛЕГОВАНІ СТАЛІ

Легована сталь - сталь, що містить крім заліза і вуглецю (вуглецева сталь) інші елементи (як правило мтали), що спеціально вводяться до її складу. Метою введення добавок може бути покращення механічних властивостей (міцність, пластичність, ударна в'язкість, прожарювання), хімічна або теплова стійкість (нержавіючі та котлові, швидкорізальні сталі), магнітні якості. Тобто леговані сталі - це сталі з високими експлуатаційними властивостями за рахунок додавання в них легуючих елементів.

Легуючі елементи – елементи, зміст яких перевищує звичайне граничне значення сталей. Зміна хімічного складу металу шляхом запровадження легуючих добавок називається **легуванням** сталі.

Додавання легуючих елементів здійснюється двома способами:

Об'ємним – компоненти проникають у глибинну структуру матеріалу шляхом їх додавання до шихти або розплаву.

Поверхневий – введення легуючих компонентів лише верхній шар сталі на глибину 1-2 мм. Такий метод надає матеріалу певні специфічні характеристики, при цьому відбувається економія коштовних легуючих елементів.

Умовне позначення	елемент	Хімічний елемент
А	Азот	N
Б	Ніобий	Nb
В	Вольфрам	W
Г	Марганець	Mn
Д	Мідь	Cu
Е	Селен	Se
К	Кобальт	Co
М	Молібден	Mo
Н	Нікель	Ni
Р	Бор	B
С	Кремній	Si
Т	Титан	Ti
Ф	Ванадій	V
Х	Хром	Cr
Ц	Цирконій	Zr
Ю	Алюміній	Al

Табл. 1. Умовні позначення легуючих елементів.

ЛЕГУЮЧІ ЕЛЕМЕНТИ

Хром (Cr) Забезпечує комплексний ефект: підвищуючи параметри твердості та міцності практично не впливає на ударну в'язкість та втомну міцність сплаву. Істотно покращує антикорозійні властивості, а при концентрації більше 12% здатний зробити сталі нержавіючими.

Кремній (Si) Один з основних компонентів більшості сталей. Розкислює сталь, підвищує міцність і знижує пластичність. Не впливає на зварюваність та корозійну стійкість сплавів.

Нікель (Ni) Сприяє збільшенню міцності, твердості та ударної в'язкості без погіршення відносного подовження. Покращує корозійну стійкість, жароміцність та зварюваність.

Марганець (Mn) Один з основних розкислювачів та легуючих елементів, що збільшує твердість, міцність, стійкість до атмосферних впливів, але негативно впливає на пластичність та ударну в'язкість.

Вольфрам (W) Утворює високоміцні карбіди, що зумовлює збільшення твердості та зносостійкості з відповідним зниженням пластичності. Значно підвищує теплостійкість.

Ванадій (V) Сприяє формуванню дрібного зерна. Значно збільшує твердість, механічну та втомну міцність. Також позитивно впливає на прожарювання і жаростійкість.

Кобальт (Co) Підвищує антиокислювальні властивості за високих температур. Збільшує магнітну проникність та опір ударним навантаженням.

Молибден (Mo) Збільшує межу текучості, тимчасовий опір та втомну міцність, погіршує пластичність і не впливає на ударну в'язкість. Дещо покращує корозійну стійкість, в т.ч. за підвищених температур.

Титан (Ti) Сприяє формуванню дрібнозернистої структури. Покращує оброблюваність з одночасним підвищенням параметрів міцності, знижує ударну в'язкість і практично не впливає на пластичні характеристики.

Ніобій (Nb) Сильний карбідоутворюючий елемент. Навіть у малих кількостях різко підвищує міцність, меншою мірою – твердість.

Алюміній (Al) Покращує окалиностійкість та опір ударним навантаженням. На властивості міцності його вплив незначний.

Мідь (Cu) Позитивно впливає на корозійну стійкість і майже не відбивається на основних механічних властивостях. Збільшує межу витривалості.

Лантан (La) Чудовий десульфатор. Покращує процес розкислення, знижує пористість та вміст неметалевих включень. Покращує властивості теплопровідності та зварюваності.

Неодим (Nd) Сприяє скороченню кількості сірки та покращує магнітні властивості та якість поверхні.

Крім того, що до складу сталі вводять різні добавки, у самому матеріалі також присутні домішки, які повністю прибрати зі складу неможливо:

Вуглець – сприяє підвищенню твердості, міцності та ударостійкості. Однак його перевищення у складі металу знижує пластичність і всі перераховані вище характеристики.

Марганець - розкислювач, що захищає від кисню та сірки.

Шкідливі домішки:

Сірка - високим вважається її вміст вище 0,6%, що погано позначається на пластичності, міцності, зварюваності та корозійній стійкості.

Фосфор - веде до підвищення текучості та крихкості, знижує в'язкість та пластичність.

Кисень, азот, водень – роблять метал більш крихким, знижують показники його витривалості.

Приклад маркування:

Сталь **12X18H10T** розшифровується так: сталь легована конструкційна.

12 – кількісна частка вмісту вуглецю у сплаві (0,9-1,2 %);

X18 - Хром. У всьому обсязі вміст хрому коливається близько 18%;

H10 – Нікель. Вміст нікелю 10%;

T - Титан. Відсутність цифри при титані означає її зміст не перевищує 1,0%-1,5%

За ступенем легування сталі поділяють на:

– низьколеговану (легуючих елементів до 2,5%),

– середньолеговану (від 2,5 до 10%),

– високолеговану (від 10 до 50%) .

Низьколеговані інструментальні сталі - це вуглецева інструментальна сталь з невисоким вмістом (до 2,5%) легуючих добавок, таких як: ванадій, кремній, вольфрам, марганець, хром. Даний різальний матеріал має відповідне маркування, наприклад: ХВФ, 9ХС, ХВГ. Зазначені марки є також широко застосовуваними з цієї групи і загартовані до твердості в 65 HRC.

Застосування

В деревообробці зарекомендувала себе як не дорогий інструментальний матеріал, з помірними експлуатаційними властивостями. З цієї сталі виготовляють здебільшого ручний столярний інструмент, та не доорогий машинний. Також можуть виготовлятися корпуси машинного деревообробного інструменту, такі як наприклад корпус до високоякісних пил відомих брендів. Перевагою є низька вартість виготовлення різального матеріалу.

Середньолеговані сталі

Середньолеговані сталі містять 2,5-10% легуючих елементів, які надають їм необхідні фізичні та механічні властивості. Серед таких показників: міцність, стійкість до корозії, необхідна пластичність тощо. Середньолеговані сталі мають добрі показники механічної

витривалості завдяки не тільки легуючим добавкам, але й термічній обробці, після якої ці компоненти надають особливих властивостей сплаву. Маючи добрі показники властивостей, якими зарекомендували себе середньолеговані сталі, цей матеріал набув широкого застосування.

Середньолеговані сталі **марки:**

Принцип маркування наступний: літера показує найменування легуючого елемента сталі, а цифра його середній вміст у відсотках. Так, марки 9Х5ВФ, 8Х4В3М3Ф2 мають високу зносостійкість, а також температуру прожарювання. Середньолеговані сталі марки 9ХС, ХВГ, ХВСГ широко використовують із виготовлення свердел, протяжок, розгорток. 30ХГСА, 30ХГСНА мають підвищений вміст вуглецю (0,35-0,5%) і це надає високу міцність сталі. Для застосування середньолегованої сталі в умовах частого тертя, високого тиску, ударних навантажень застосовують марки 40ХС, 40ХФА, 50ХВ. Хром, що міститься, надає особливу твердість і зносостійкість абразивному впливу.

Застосування.

Ці сталі мають хороше співвідношення вартості та експлуатаційних властивостей.

З таких сталей зазвичай виготовляють як якісний ручний так і машинний інструмент для обробки деревини.

Високолегована інструментальні сталі

Високолегована інструментальна сталь - виготовлена на основі високовуглецевої швидкорізальна сталь з вмістом вуглецю (С) 0,7-1,4% зі значним вмістом легуючих елементів (хрому, молібдену, ванадію, вольфраму) більше ніж 10% - це значно підвищує теплостійкість матеріалу °С, підвищує міцність інструменту та зносостійкість. Ці характеристики дозволяють збільшити швидкість обробки в 2-4 рази, порівняно з попередніми матеріалами в цій групі.

Найвідомішою з цієї групи є швидкорізальна сталь.

ШВИДКОРІЗАЛЬНА СТАЛЬ (рапідна HSS).

Абревіатура від англійської **HSS - High Speed Steel**, або "сталь високої швидкості різання". Таку сталь називати швидкорізальною або рапідною.

Вона призначається для виготовлення різальних інструментів високої продуктивності з великим опором зношування, що зберігає ріжучі властивості при нагріванні під час роботи до температури 600 - 700 ° С.

Основним легуючим елементом у цих сталях є **вольфрам**.

P9 та P18 - марки швидкорізальної інструментальної сталі, які вперше з'явилися у виробництві. Літера «P» в позначенні означає слово **рапід**-від франц.-«швидкий».

Хімічний склад швидкорізальної сталі P9 – 0,8% вуглецю, 4% хрому, 9% вольфраму, 2% ванадію. P9 та P18 мають однаково високу теплостійкість. Підвищена вдвічі зносостійкість швидкорізальної сталі P18 порівняно з P9 через більш високий вміст вільних карбідів (приблизно в 3 рази). P18 значно краще шліфується, ніж P9 і менше "припікається". Зважаючи на всі ці переваги і позитивні якості вже давно прийнято вважати **швидкорізальну сталь P18 еталоном, порівняно з якою оцінюють інші марки ріжучого матеріалу цієї групи.**



Рис. 1. Фугувальні ножі з швидкорізальної HSS сталі з вмістом вольфраму-18%.

У спробах скоротити витрату дорогого вольфраму та підвищити ріжучі властивості ріжучого інструменту були розроблені безліч марок молібденових ріжучих сталей: P9M4, P6M5, P6M3; кобальтових ріжучих сталей: P9K10, P9K5; ванадієвих ріжучих сталей: P18Ф2, P14Ф4, P12Ф3, P9Ф5; та швидкорізальних сталей з комбінацією легуючих добавок: P18Ф2K5, P12Ф2M3K8, P12Ф4K5, P6M5K5. Ці марки швидкорізальних сталей, (всього їх понад 40 видів) поділяються за продуктивністю та теплостійкістю на групи: нормальна, підвищена та висока.

СТЕЛІТИ (Stellite)

Стеллит (англ. stellite – фірмову назву від лат. stella – зірка) – загальна назва групи литих наплавочних твердих сплавів, що не містять залізо, в його складі 65% кобальту, 25% хрому, 10% вольфраму та інших рідкоземельних елементів, його твердість близько 60 одиниць по Роквеллу, тоді як твердість звичайної інструментальної сталі – 48-52 HRC.

Ці сплави займають проміжне положення між металокерамічними твердими сплавами та швидкорізальною сталлю.

Стелліти належать до групи **кольорових литих сплавів**, проте якийсь час тому існував і чорний варіант (**сормайт**) стеллита, з вмістом заліза до 20%, але він не отримав широкого розповсюдження.



Рис. 2. Стрічкова пила з напайками з стеліту.

Популярність стеліта

Він конкурує з швидкорізальними сталями (рапідна HSS) та вольфрамокобальтовими (HW) металокерамічними сплавами.

Стеллит відрізняється від швидкорізальної сталі більш високими експлуатаційними характеристиками. Такий сплав не вимагає загартування і термічної обробки. Незважаючи на зміни структури при високій температурі, що виникає при пилянні різних матеріалів, стеллитированні інструменти зберігають ріжучу здатність, навіть якщо температура досягає 800°C.

У різальних інструментах, посиленних стеллитовими сплавами, період стійкості в 6-8 разів довше, ніж у пил з вольфрамовими металокерамічними напайками (HW).

Стеллит менш крихкий і добре чинить опір дії ударних навантажень, а застосування напайних пластинок стеллита дозволяє використовувати для сервісу пил таке ж обладнання, як і при сервісному обслуговуванні твердосплавного інструменту. Стеллитировані пили добре себе показали при пилянні на швидкості подачі до 400 м/хв і при розкрій сучкуватої, мерзлої деревини, особливо модринової, попит на яку зростає. Крім того, подібний інструмент набагато дешевше, ніж пили з HW.

Стелліт широко застосовується для напавлення зубів лісопилних полотен та дисків, ножів та фрез деревообробних верстатів. Завдяки удароміцності стелліту, міцнішого зв'язку з основою, стійкість такого інструменту в роботі по заготовках неправильної форми з неоднорідностями і сторонніми включеннями вище, ніж напаяного більш твердими металокерамічними сплавами.

Стелліти: переваги та недоліки

Переваги стеллитированих ріжучих інструментів найбільш яскраво проявляються при розпилюванні твердих порід деревини (дуба, бука, тика та ін), вологої і мерзлої деревини м'яких

порід, сухої або підсушеної деревини. Внаслідок унікальної структури і жорсткості стеліта всі ріжучі кромки зуба пилки довго зберігають гостроту, не руйнуються при циклічних ударних навантаженнях, в результаті чого підвищується продуктивність устаткування й забезпечується належна якість поверхні пиломатеріалів.

Недоліками стеліту є висока вартість сплаву що обмеже його використання, складність обробки та виплавки порівняно з легуваною сталлю. У певних умовах (матеріал основи, температурні режими нанесення) стелітові напайки схильні до розтріскування, і відповідно потрібен особливий контроль на мікротріщини.

МЕТАЛОКЕРАМІЧНІ ТВЕРДІ СПЛАВИ (НМ) (НВ)

Тверді сплави - тверді та зносостійкі металокерамічні та металеві матеріали, здатні зберігати ці властивості при 900-1150 °С. В основному виготовляються з твердих і тугоплавких матеріалів на основі карбідів вольфраму, титану, танталу, хрому, пов'язаних з кобальтовою або нікелевою металевою зв'язкою, при різному вмісті кобальту або нікелю.

Позначення НМ (MD) розшифровується як твердий метал (hard metal). Альтернативна назва "Solid carbide". Часто використовуються народні синоніми для позначення твердого сплаву: "победит", "победитові напайки", "победитові пластинки".

Одержують сплави за допомогою пресування і спікання при температурі 1500°С-2000°С порошку різних тугоплавких карбідів (танталу, титану, вольфраму) і вільного тугоплавкого кобальту і мають назву - металокерамічні тверді сплави, в якій як сполучна речовина виступає кобальт, а ріжучою частиною - карбіди та їх суміші.



Рис. 3. Металокерамічні напайки (НМ) (НВ) та пособи їх кріплення на інструмент (напаювання та механічне кріплення)

Типи твердих сплавів

Тверді сплави розрізняють по металах карбідів, у яких присутні:

- вольфрамокобальтові тверді сплави (ВК);
- титановольфрамокобальтові тверді сплави (ТК);
- титанотанталовольфрамокобальтові тверді сплави (ТТК).

Тверді сплави, на відміну від швидкорізальної сталі, **дорожчі в кілька разів** і виготовляються у формі пластинок, якими оснащують інструменти.

Застосування цих сплавів дозволяє збільшити швидкість різання та робочої подачі.

Застосування. Елементи з порошкових твердих сплавів закріплюються на інструменті, що оснащується методами паяння твердими припоями або механічним закріпленням.

Як правило в деревообробці використовують однокарбідний вольфрамокобальтовий сплав марок ВК 15 ВК 20, він має достатню твердість та підвищену стійкість до ударних навантажень завдяки підвищеному вмісту кобальту. В більш дешевих інструментах використовують марки ВК 6, ВК 8. Вузконаправлене застосування твердих сплавів пов'язане з їхньою підвищеною крихкістю; межа міцності на згин нижче, ніж у сталі Р18 у 2,5 рази, а ударна в'язкість у 1,5-3 рази. Нерідко бувають випадки поломок і викрешування пластин, коли умови роботи обумовлені високими ударними навантаженнями, а також малої жорсткістю технологічної системи.

НАДТВЕРДІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Компонентами надтвердих матеріалів є: штучні та природні алмази, рубіни, сапфіри; кубічний нітрид бору, що не рідко зустрічається. Найчастіше з цієї групи знаходять широке застосування алмаз і кубічний нітрид бору.



Рис. 4. Фрези ЧПУ з алмазним напиленням для виконання художнього різьблення.

Алмаз має високу твердість вище в 3 рази, ніж у карбїду титану, високу теплопровідність. Однак він має низьку міцність. Однорідна та щільна структура алмазу дозволяє отримати ріжучу кромку з малим радіусом округлення. Алмазами оснащують торцеві фрези та свердла.

Хід роботи

1. В наявних зразках дереворіжучих інструментів знайдіть маркування ріжучого матеріалу, розшифруйте його, та дайте їм коротку характеристику, записавши в зошит;
2. Візуально, під збільшувальним склом чи мікроскопом огляньте ріжучу кромку інструментів, дайте характеристику місцям затуплення, ушкодження чи руйнування, порівняйте декілька видів сплавів між собою, знайдіть їх характерні особливості;
3. За допомогою твердоміра ТК 1 визначіть твердість різних інструментальних сплавів;
Порядок роботи з твердоміром:
Вибрати шкалу С — 20...67 HRC;
Тривалість циклу застосунку та зняття основного навантаження 5 ± 1 сек;
Отримані данні занести до таблиці 2.

Таблиця 2. Значення твердості матеріалів ріжучої частини деревообробного інструменту.

№	Інструмент	Матеріал ріжучої частини	Твердість по Рквелу HRC
1	Ножі фугувальні	Вуглецева сталь 65Г	
		Швидкоріжуча сталь Р6М5	
		Швидкоріжуча сталь HSS 18%W	
		3 металокерамічними напайками НМ	

Питання до самостійної роботи

1. Якими властивостями повинен володіти матеріал ріжучої частини деревообробного ріжучого інструменту?
2. Які марки інструментальних сталей ви знаєте? Що таке легуючі елементи?
3. Швидкоріжуча сталь та стеліти, властивості та сфери застосування.
4. Металокерамічні сплави та алмази, властивості, сфери використання в деревообробці.

Форма звіту

Письмова відповідь.

Практична робота № 7

Верстати для розкроювання деревини.

Круглопилільні верстати

Мета роботи: Вивчити призначення, будову, різновиди круглопилільних, торцьових, форматно-розкroєчних верстатів.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

Знати:

- основні види верстатів для розкroювання;
- технологію налаштування;
- властивості, відповідно за технологічними ознаками, методику підбору.

Вміти:

- розрізняти види верстатів, за зовнішніми ознаками;
- виконувати основні операції по налаштуванню обладнання та роботи на ньому;
- планувати технологічний процес підбираючи відповідне обладнання та способи обробки.

Обладнання та інструменти: комбіновані верстати КС, ФПШ 5М, торцьовочні верстати, ріжучі інструменти (пили), наочне обладнання.

Теоретичні відомості

Верстати для розкroювання деревини (крупильні, стрічковопилільні, форматні) призначені для розпилювання дощок, напівфабрикатів з деревини (фанера, двп, дсп, дерев'яних плит) тощо.

З їх допомогою можна розрізати дошки на більш короткі заготовки, відторцювати, обрізати кромку, розпиляти заготовку по довжині, розкroїти щит. Деякі види верстатів можуть проводити розпилювання під кутом. Також ці верстати надають заготовкам правильні геометричні параметри та розміри.

КРУГЛОПИЛІЛЬНІ ВЕРСТАТИ

Круглопилільний верстат по дереву - це спеціальне обладнання, яке використовується для поздовжнього та поперечного розпилювання. Ріжучим інструментом у верстаті є кругла дискова пила, відповідно неї ця група верстатів отримала свою назву. Застаріла їх назва – циркульні, або циркулярні, від лат. «Circus» - коло.

В деревообробній промисловості верстати що мають основним ріжучим елементом дискову круглу пилу діляться на кілька видів:

- кромкообрізні;
- торцювальні;
- багатопилільні;
- форматно-розкroювальні.

КРОМКООБРІЗНІ. з їх допомогою можна робити попередній чи чистовий розкрій матеріалів - виготовити обрізні дошки, брускові заготовки, розкroювати листові матеріали.

Ключовий параметр – потужність двигуна. Для обробки твердих порід деревини, частого розпилювання або роботи з товстими заготовками потрібно від 2,2 кВт. Моделі потужністю до 1,8 кВт підійдуть для епізодичного використання або роботи з фанерою, МДФ, ДВП та м'якими породами.

Глибина пропили залежить від діаметра пильного диска. Оптимальний діапазон: диск 250–315 мм, глибина пропили – від 85 до 100 мм за 90° та 60–70 мм за 45°. Це забезпечить універсальність та дозволить працювати із заготовками різного розміру та товщини.

Точність пиляння визначає жорсткість конструкції. У промислових верстатів чавунна посилена рама, у більш бюджетних побутових верстатів це стальна конструкція..

Також критично наявність плавного пуску, захисту від перевантаження та точного регулювання розмірів заготовок та кута нахилу пильного вузла. Без цих елементів якісне точне пиляння буде неможливим, особливо при поздовжньому розпилюванні цілісних деревних щитів та матеріалів.

Вигляд пил круглопилних верстатів залежить від матеріалу, що обробляється. Для розкрою ДСП та ДВП підходять пилки з твердого сплаву або з дрібними зубами. Краще вибирати пилки найменшого діаметра, які підходять для даних умов, щоб знизити витрату потужності та зменшити ширину пропилилу.

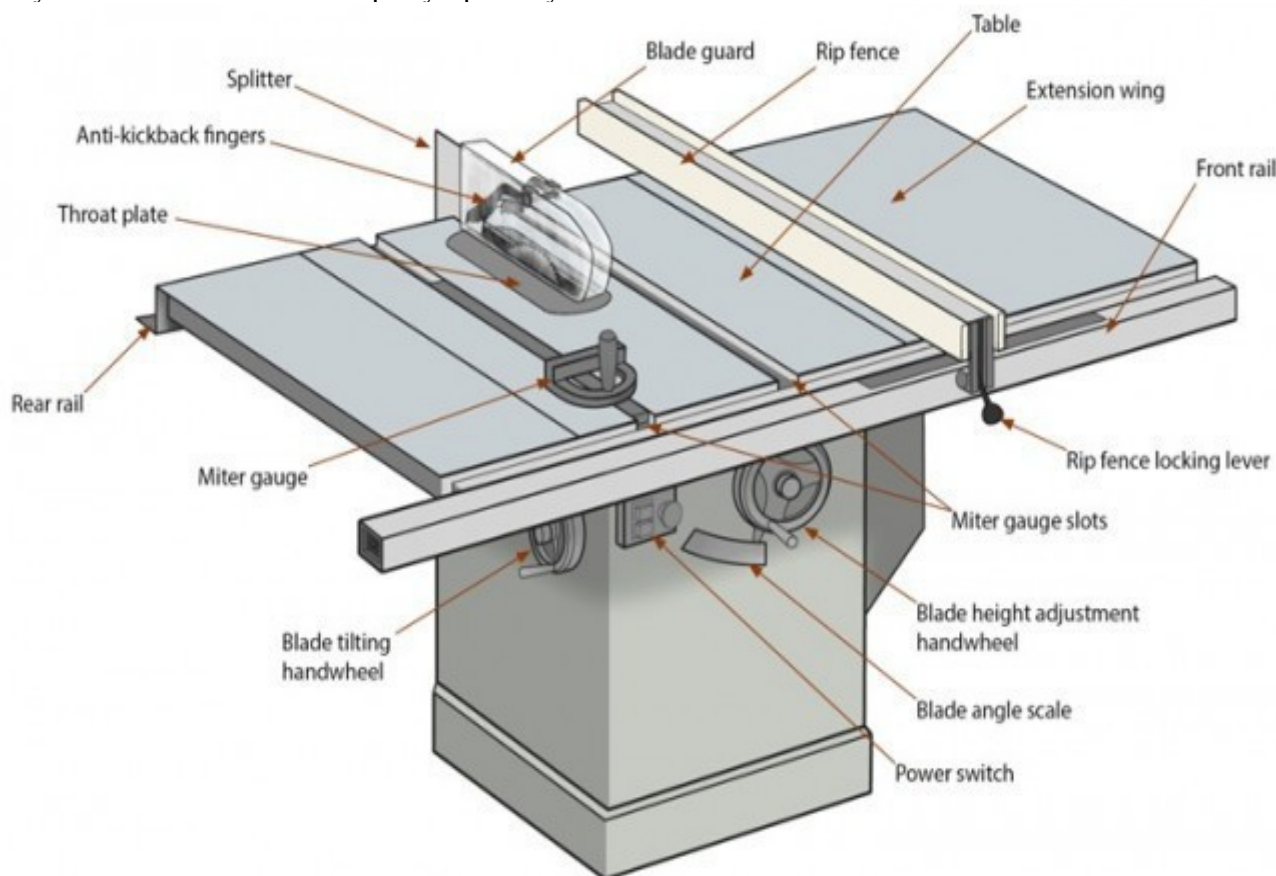


Рис.1. Будова круглопилного верстата.

Будова круглопилного верстата.

До основних частин класичного круглопилного верстата (рис 1) належать: робочий стіл (**table**) з напрямними пазами (**miter gauge slots**), по яких рухається упорна лінійка (стусло) для торцювання під різними кутами (**miter gauge**), пила, над якою знаходиться захисний кожух (**blade guard**), в який вмонтований захисний пристрій для запобігання зворотнього удару заготовкою (**anti kickback fingers**), сама пила виходить з вставної пластини (**throat plate**) що знаходиться в столі і виготовлена з деревини чи інших м'яких матеріалів, що запобігає контакту пили з металевою станиною, за пилою, на виході заготовки встановлений розклинюючий ніж (**splitter**) що запобігає затисканню пили частинами заготовки при розпилюванні. Необхідний розмір пиляння встановлюється напрямною лінійкою (**rip fence**) та жорстко фіксується на передній напрямній (**front rail**) за допомогою рукоятки напрямної лінійки (**rip fence locking lever**). Кут нахилу пили регулюється маховичком (**blade tilting handwheel**) як і виліт пили над столом (**blade height adjustment handwheel**) також регулюється маховичком. Кут нахилу пили можна візуально виставити по шкалі (**blade angle scale**). Керування верстатом (пуск та зупинка) здійснюється виносною силовою коробкою (**power switch**).

Верстати з торцювальною кареткою. Досить часто круглопилні верстати оснащуються додатково кареткою для торцювання. Такі верстати призначені для обрізання торців, у тому числі під заданим кутом. Найчастіше заготовки подаються вручну, при цьому в одних верстатах заготовку подають на пилку, в інших - диск, що обертається, насувають на заготовку. Якість верстата визначається точністю робіт, від якої залежить геометрія матеріалів. Розмір пили та матеріалу залежить від потужності приводу. Пилки малих діаметрів стійкіші у роботі, забезпечують якісніший пропил.

Круглопильні верстати з протяжкою. Призначені для повздовжнього розпилу матеріалу на заготовки, торцювання, пиляння під кутом, виготовлення пазів та четвертей, наскрізне та не наскрізне (глухе) пиляння. При такому пилянні заготовка фіксується, а рух подачі забезпечується пильним вузлом, тобто рухом самої пили на заготовку. Точність різання при цьому вища ніж при стандартному пилянні.

Настільні та напольні варіанти виконання. Настільні моделі підійдуть для майстерень з обмеженим простором або для мобільного встановлення. Їхня перевага — компактність і простота установки. Але при цьому потужність та стабільність конструкції обмежені, тому такі верстати не розраховані на тривалу роботу з важкими матеріалами.

Верстати для підлоги - професійний клас. Вони оснащені посиленою основою, потужними двигунами (від 2,2 кВт) та підходять для серійної роботи. Якщо потрібно точний розкрій в умовах цеху чи столярного виробництва — вибір однозначно на їхню користь.



Рис. 2. Круглопильні верстати
А) з торцювальною кареткою; Б) з протяжкою.

Форматно-розкроєчні верстати

Форматно-розкроювальний верстат – універсальне обладнання для точного та високоякісного розпилу плитних матеріалів: ДСП, ЛДСП, МДФ, фанери, масиву та ін. Найчастіше застосовуються у роботі приватних майстерень (наприклад, міні форматно-розкроювальний верстат), великих меблевих фабрик та деревообробних підприємств.



Рис. 3. Горизонтальний форматно - розкроювальний верстат.

В залежності від розташування матеріалу на робочому столі форматно-розкроювального верстата поділяють на:

- *горизонтальні з рухомою кареткою (класичні)*
- *вертикальні.*

В горизонтальних форматно-розкроювальних верстатах заготовка переміщується разом із кареткою за допомогою системи напрямних рейок. За точність базування та виставлення розмірів відповідають поздовжня та поперечна лінійки зі спеціальними упорами (рис 3).

Особливість цих верстатів не тільки в точно виготовлених напрямних, які рухаються вздовж пили і надають при розпилюванні точних геометричних форм листовим матеріалам, а особлива конструкція пильного вузла, та наявність **двох дискових пил** – **основної та підрізаючої**, що обертаються одна на зустріч іншій (рис 4).

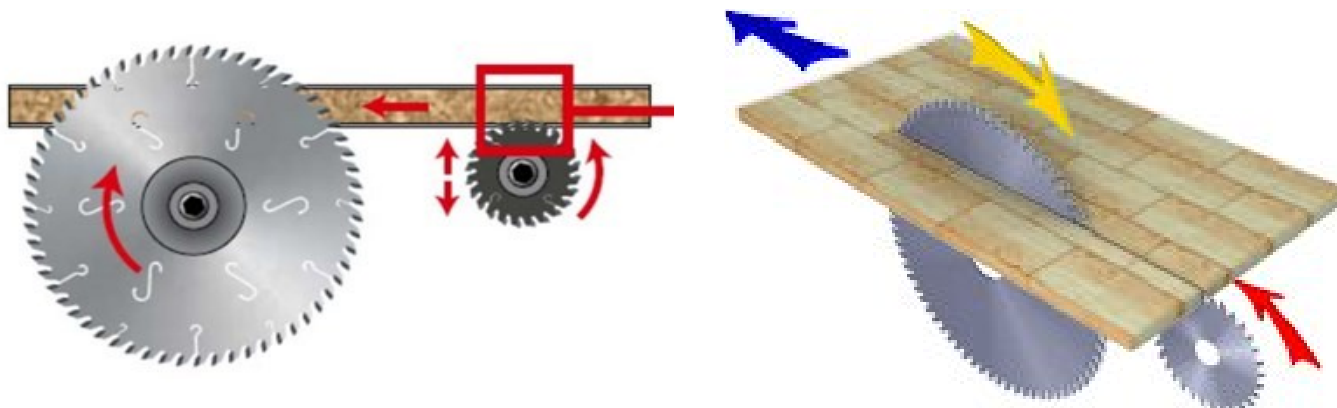


Рис. 4. Пильний вузел форматно - розкроювальних верстатів.

Головна пила виконує основний різ при розкроюванні, підрізна пила знаходиться перед основною і лише на декілька міліметрів підрізає ламінований шар листових матеріалів. Пили при цьому знаходяться в одній площині і мають однакову ширину пропилу. Цим досягається чистота різку листових матеріалів з обох боків.

Вертикальні форматно-розкроювальні верстати

Компактні габарити дозволяють встановлювати розпилювальний верстат в обмеженому просторі та економити місце у цеху. Працюють, на відміну від горизонтальних, з матеріалом, закріпленим нерухомо – обробка здійснюється лише за рахунок пересування пильного вузла.

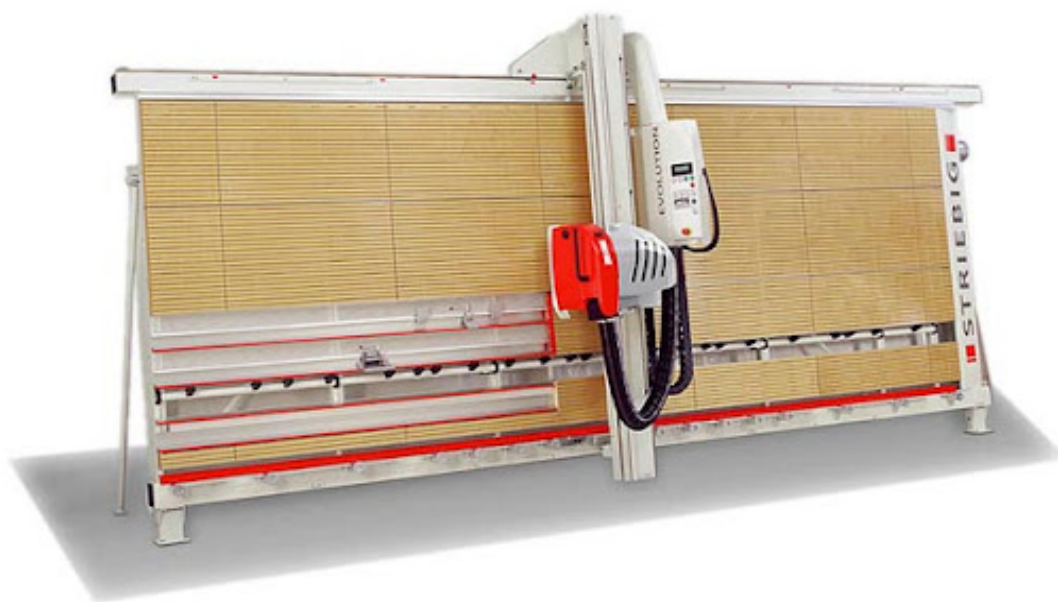


Рис. 5 Вертикальний форматно-розкроювальний верстат.

Класифікація за типом елементів кочення каретки: моделі з кульковою кареткою – зазвичай використовуються на підприємствах з невеликою продуктивністю (в одну зміну). з роликовою кареткою – призначені для важких умов роботи у багатозмінному режимі.

ТОРЦЮВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ.

Усі верстати для поперечного розкрою називаються **торцювальними**.

Торцювальні верстати призначені для точного розкрою заготовок по довжині. Вони забезпечують рівне і акуратне поперечне розпилювання, що робить їх незамінним обладнанням в деревообробці. Також за допомогою них вирізаються проблемні ділянки деревини (як правило сучки) на виробництві пагонажних виробів.

Види торцювальних верстатів:

За траєкторією руху ріжучого інструмент торцювальні верстати можна поділити на верстати з прямолінійним насуванням пили на матеріал (**консольні, суппортні**), та такі що описують дугову траєкторію, до яких відносяться **маятникові та балансірні**. Верстати з траєкторією руху по прямій забезпечують більш точне розпилювання, ніж ті що рухаються по дуговій траєкторії.

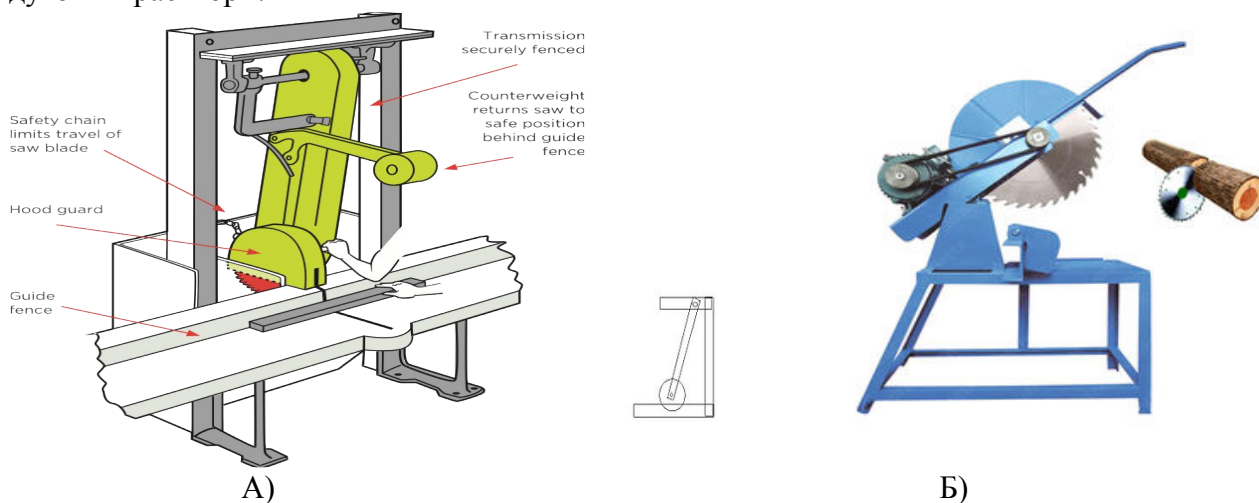


Рис. 6. Торцювальний маятниковий (А) та балансірний (Б) верстат.

Особливо треба відзначити торцювальні верстати з напрямною **консольного типу**. Дана конструкція дозволяє виготовляти торцювальні верстати з додатковими функціями, а саме: з поворотом пиляльної рамки в різних площинах. Це дозволяє використовувати торцювальні верстати, з даними функціями, як кутозарізни. У деяких моделях торцювальних верстатів пиляна рамка має можливість повороту на 90 градусів, що дозволяє робити як поперечний, так і поздовжній різ.



Рис. 7. Консольні верстати.
А) звичайний консольний, Б) з поворотним механізмом.

В побуті широкого розповсюдження набули торцювочні маятникові та балансирні верстати настільного типу. В умовах не великих майстерень вони є оптимальним вибором. Поділяються подібні верстати на верстати з протяжним механізмом та без нього. Торцювочні пили з протяжним механізмом ще називають **радіально-консольними**. Протяжний механізм збільшує можливості верстата, але дещо знижує його точність і підвищує вартість.



А) **Рис. 8. Торцювальні настільні верстати**
 А) з протяжкою (радіально-консольні) та без неї (Б).

Хід роботи

1. Вивчити теоретичні відомості та відповідне обладнання майстерень;
2. Опишіть обладнання майстерень призначене для розкроювання деревини, його різновиди та технічні характеристики, данні занесіть до табл.1;
3. Вивчіть будову та налаштуйте до роботи круглопильний верстат, встановіть напрямну лінійку, встановіть пильний диск на відповідну висоту та налаштуйте глибину пропилу.
4. Вивчіть техніку безпеки при роботі на круглопильних верстатах (додаток 1) перш ніж увімкнути верстат і зробити пробний різ.
5. Вивчіть будову та налаштуйте до роботи торцювальний верстат наявний в майстерні;

Таблиця 1.

№	Тип верстата	Модель	потужність кВт	Мах Ø пильного диску	Ø валу	Мах глибина пропилу	Наявність протяжки	Наявність підрізного диску

Питання до самостійної роботи

1. Які різновиди круглопильних верстатів використовує деревообробна промисловість?
2. За якими технічними та технологічними параметрами підбирають круглопильні верстати?
3. Якими додатковими пристроями та механізмами дообладнують круглопильні верстати?

Практична робота № 8

Ріжучий інструмент круглопилельних верстатів.

Дискові пили.

Мета роботи: Вивчити призначення, будову, різновиди круглопилельних дискових пил.
При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

Знати:

- основні види дискових пил, їх будову;
- призначення відповідно за технологічними ознаками;
- види робіт що виконуються дисковими пилами;

Вміти:

- розрізняти пили за зовнішніми ознаками;
- здійснювати підбір пил відповідного технологічному процесу;
- організовувати та планувати технологічний процес з розпилювання деревини.

Обладнання та інструменти: комбіновані верстати КС та ФПШ 5М, торцювочні верстати, ріжучі інструменти (пили), наочне обладнання.

Теоретичні відомості

Сучасна промисловість виготовляє неймовірну кількість пильних дисків, що можуть задовольнити будь які потреби деревообробників. Але в сучасному багатоманітті дисків дуже легко заплутатися і здійснити не вірний вибір, що може привести як до неякісного пиляння так навіть травмування в процесі роботи.

ПІДБОР ДИСКОВИХ ПИЛ

Завжди вибирайте пиляльний диск з урахуванням майбутньої роботи, оскільки правильний вибір відповідного диска гарантує чудові результати без особливих зусиль. Поряд з оброблюваним матеріалом вирішальну роль грають розташування, форма та кількість зубів, технології що використовуються для виготовлення самих дисків. Вибір правильного пильного полотна є критично важливим для безпечного використання циркулярної пилки, а також для отримання якісного розрізу.

Сучасні диски для циркулярних пил майже виключно мають зубці, виготовлені з карбїду вольфраму (НМ, НW). Він приблизно вдвічі твердіші і мають вдвічі більшу щільність, ніж сталь. Карбїд може різати всі деревинні породи, щільні композитні матеріали, та кольорові метали, такі як латунь, мідь та алюміній.

Карбїд вольфраму надзвичайно твердий, тому він зберігає гостроту протягом тривалого періоду використання. Зворотним боком цієї надзвичайної твердості є його крихкість. Тому є рекомендації щодо цього матеріалу, а саме:

1. Будьте обережні під час встановлення диска пилки, щоб не торкатися зубцями навколишніх металевих частин верстата;
2. Не кладіть диски пилки безпосередньо на чавунний стіл верстата;
3. Не розміщуйте карбїдні різці будь-якого типу в контактї один з одним – вони можуть легко пошкодитися;
4. Використовуйте спеціальну упаковку для дисків пилки або використовуйте захисний шар між дисками. Підійде простий картон;
5. Не намагайтеся самі точити диски. Карбїд занадто твердий для заточування і без якісного обладнання та алмазного інструменту заточити їх не можливо, а сучасні диски пилки є високоточними ріжучими інструментами. Коли карбїдні диски потребують заточування, їх відправляють до служби заточування. Більшість компаній використовують технологію ЧПК (числове програмне керування) для заточування лез.

Першим і найуніверсальнішим правилом при підборі є відмова від купівлі дешевих пильних полотен. Лише якісні диски можуть гарантувати довгу, якісну та безпечну роботу, а

такі диски не коштують дешево. Перед застосуванням потрібно знати як для якого типу пиляння та верстатів підбирається полотно, так і для яких типів матеріалів. Існують полотна загального призначення (універсальні), які можуть обробляти різні матеріали, але якщо обробка передбачає переважно однотиповий матеріал, краще підібрати диск оптимізований для цього.

БУДОВА ТА КОМПОНЕНТИ ПИЛЬНОГО ДИСКА

Хоча геометрія дисків циркулярної пилки різна, вони складаються з однакових основних компонентів.

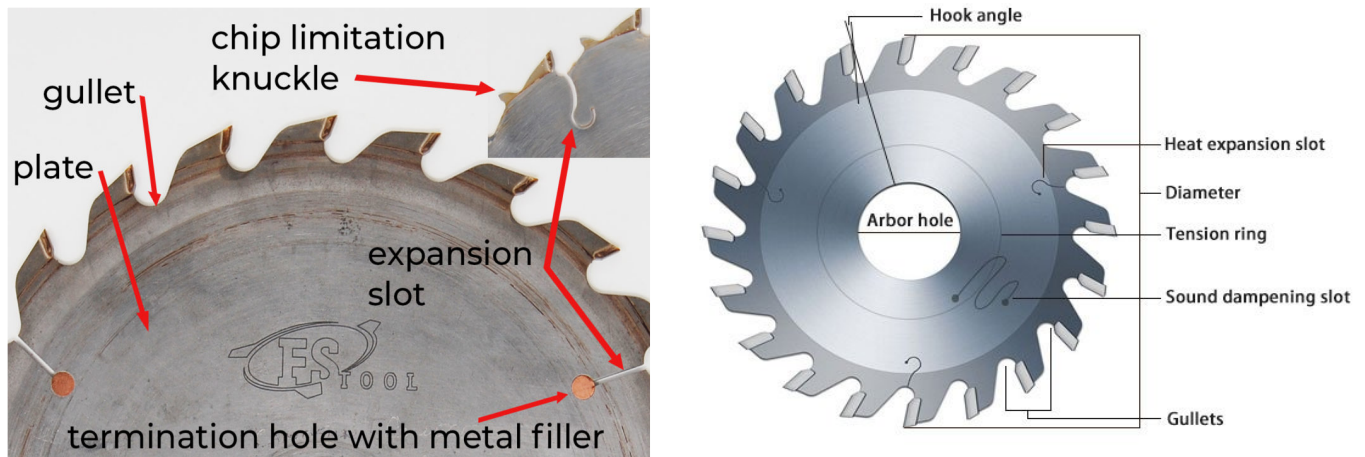


Рис. 1. Будова диска циркулярної пилки

Позначення: **plate** - пластина, корпус пили; **gullet** – паз «пазуха»; **chip limitation knuckle** – запобіжний зуб для обмеження стружки; **heat expansion slot** - розширювальний паз «термопаз»; **termination hole with metal filler** - кінцевий отвір з металевим наповнювачем (мідним); **sound dampening slot** – шумокомпенсаційні пази; **tension ring** – накатка для створення штучного напруження; **hook angle** – передній кут; **arbor hole** – посадочний отвір.

Корпус пили становить основний корпус диска. Вона може бути штампованою або вирізаною лазером. Диски з лазерним різанням дорожчі, якісніші дуже рівні та стабільні, і працюють тихіше, ніж штамповані диски. Усі корпуси пластин тонші за напайку зубців, щоб забезпечити зазор до заготовки, деякі також мають покриття, що зменшує тертя, таке як Teflon™. Отвір у диску, який дозволяє йому кріпитися на валу оправки, називається «посадочним отвором». Поширені розміри оправки: 1/2", 5/8", 3/4", 7/8", 1", 20 мм, 30 мм та 32 мм.

Розширювальні термопази, кінцевий отвір, металевий наповнювач. Полотно пил нагрівається під час використання через тертя, тепло призводить до розширення пластини. Щоб запобігти деформації корпусу пили, більшість полотен мають розширювальні пази, що дозволяють розширюватися, не впливаючи на геометрію та продуктивність полотна. Високоякісне промислове полотно пилки завжди матиме лазерно вирізані розширювальні пази, а також часто електростатично нанесене (не фарбоване!) спеціальне покриття як захист від тертя та тепла, що забезпечує стабільну та надійну роботу полотна, дозволяючи корпусу пилки стискатися та розширюватися за потреби під час циклу різання без деформації, а також зменшуючи накопичення смоли. На кінці термопазів роблять круглі отвори що зменшують концентрацію напруги на кінці паза, також часто роблять мідні вставки для зменшення шуму.

Пазуха пили – це простір між зубцями полотна, він має гладку округлу форму. Призначення пазухи – дати стружці місце для відведення одразу після того, як вона утворилася в результаті різання. Поздовжні полотна мають глибокі канавки, які допомагають видаляти довші, волокнисті стружки, що утворюються під час різання вздовж волокон масивної деревини. Глибші канавки ефективніше видаляють стружку.

ДОДАТКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В КОНСТРУКЦІЇ ПИЛ

Запобіжний зуб для обмеження товщини стружки. Пили, призначені для поздовжнього розпилювання масивної деревини, мають менше зубців і глибокі канавки. Це залишає багато місця між зубцями. Завдяки такій геометрії леза, можна збільшити швидкість подачі заготовки, але це може спричинити таке небезпечне явище як **зворотній удар**, або віддача. Щоб запобігти цьому, пластину подовжують за зубом, щоб запобігти занадто агресивній подачі в наступний зуб.

Запобігання шуму та вібрації дисків. Також важливо пам'ятати, що шум спричиняє вібрація полотна. Вібраційна пила не може забезпечити якісну обробку. Завдяки спеціальним лазерно вирізаним пазам (filler, рис 2), їх формі, розташуванню та кількості можна зменшити вібрацію та отримати тихіше та точніше різання. Вони запобігають явищу резонансу в полотні пили. Звукоізоляція також зменшує вібрацію, тому робить лезо плавнішим в роботі. Методи включають вібропоглинаючі наповнювачі та заглушки, лазерно вирізані пази та змінну відстань між зубцями. Перевірте лезо на ефективність звукопоглинання. При легкому ударі повинен бути глухий звук – це добре, дзвін диска – поганий знак.

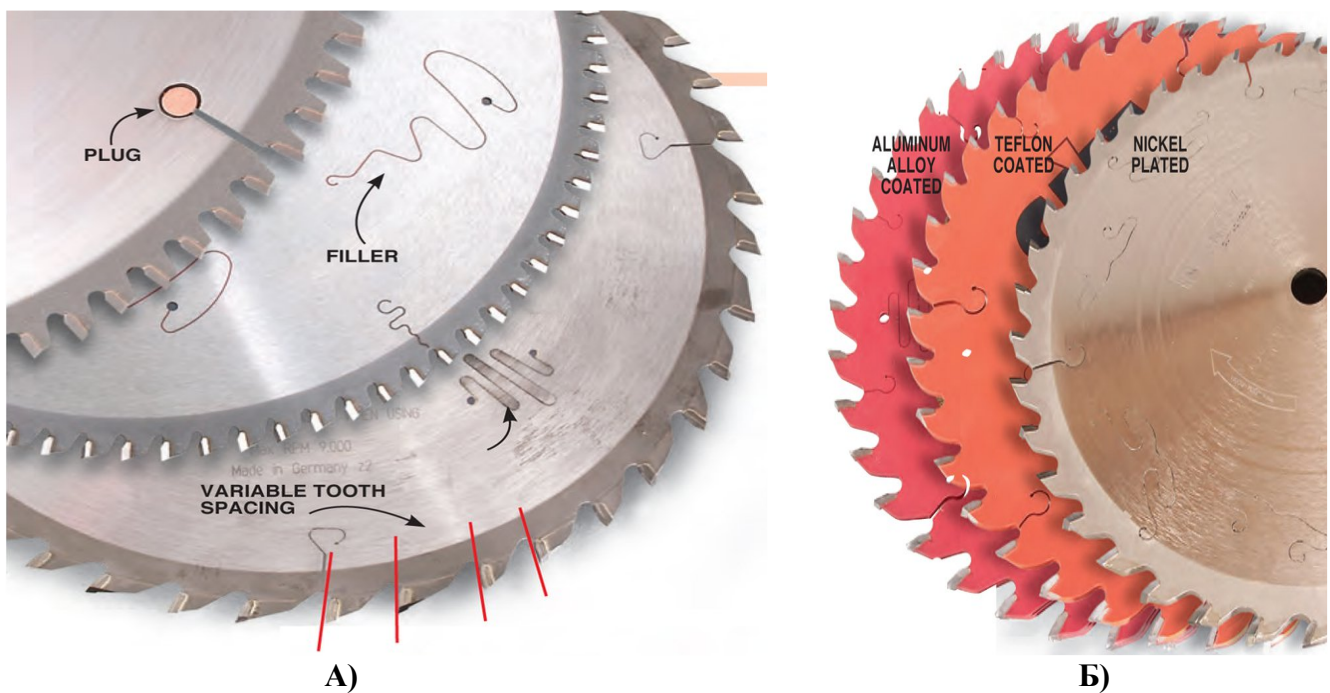


Рис. 2. Додаткові технології на пильному диску

А) **filler** - шумокомпенсаційні прорізи з наповнювачем, **variable tooth spacing** - змінний крок зубців пили, **plug** - мідні вставки.

Б) Типи покриття корпусів пил (алюмінієве, тефлонове, нікелеве).

Покриття корпусу пили. Виробники, які наносять покриття, стверджують, що вони допомагають лезам працювати охолоджуючи їх, полегшують їх очищення та борються з корозією. Виробники, які не наносять покриття, допускають, що покриття допомагають з очищенням, але стверджують, що вони не забезпечують інших суттєвих переваг.

Якість пильного диску.

Визначити якість пили можна з першого погляду. Найкращі виробники не економлять на карбіді чи сталі. Розроблені для тривалого терміну служби, їхні зубці розраховані на велику кількість циклів заточування. Пили економ класу майже завжди мають тонкі, штамповані сталеві пластини. Заокруглені фаски на відкритих кінцях пили, сигналізують про стару технологію виготовлення та низьку якість.

Для промислових дисків якість пильного диска має першорядне значення. Вона починається зі спеціальної зернистої інструментальної сталі для корпусу, попередньо загартованої, вирівняної, лазерно вирізаної та шліфованої на всіх поверхнях.

Пластини, вирізані лазером, покращують стабільність леза. Вони виготовлені з твердішої сталі, ніж старомодні штамповані пластини. Лазерно вирізані пластини на високоякісних лезах проходять додаткову обробку, щоб залишатися практично плоскими та без вібрацій під час роботи. Економні леза часто мають пластини, вирізані лазером, але вони можуть не мати додаткових стабілізуючих технологій, таких як плоске шліфування та попередній натяг (накатку).



Рис. 3. Технології виготовлення пильних дисків фірми Freud

Дешеві полотна зазвичай штамнуються або пресуються з м'якого сталевого листа або смуги. Цю низькоякісну сталь неможливо випрямити або натягнути, часто пилки не ріжуть прямо з нового стану! Після того, як плита деформується, вигнута або зігнута, вона потребує кваліфікованого професійного обслуговування, щоб відновити натяг і площинність промислового полотна. Відновити дешеве полотно неможливо.

Товщина полотна диску. Леза з тонким пропилом – призначені для верстатів з слабкими двигунами. Якщо різання відбувається важко, пилка часто зупиняється під час розпилювання, рекомендовано перейти на лезо з тонким пропилом. Воно видаляє приблизно на 25% менше матеріалу.

Накатка корпусу пилки (штучне створення попереднього напруження), підтримує рівність під час роботи та нагрівання, є важливим елементом для досягнення гарної обробки та підтримки якості різання протягом усього терміну служби полотна.

Матеріал ріжучої частини. Деякі класи твердого сплаву більше підходять для обробки пластмас, алюмінію, композитних матеріалів та екзотичних матеріалів, наприклад, вогнестійких матеріалів, вуглецевого волокна тощо, навіть сталі. Те саме стосується масивної деревини, м'якої деревини, шпонованих плит тощо. Такі добавки, як титан, хром і кобальт, а також розмір зерна, що використовуються, відіграють ключову роль у кінцевій продуктивності різання лека.

Для гостроти та довговічності найкращі зуби виготовляються з найдрібніших частинок найтвердішого карбіду. Оптимальними є розміри частинок менше 1 мікрона та твердість класу С4.

Розмір напайки з твердого сплаву вольфраму визначає, скільки разів можна перезаточувати, причому менші розміри напайок зазвичай зустрічаються в бюджетних варіантах пил.

Паяння. Окремі твердосплавні зубці кріпляться до пластини за допомогою процесу, який називається паянням. Якщо ви уважно придивитесь, то побачите тонку золотисту зону між пластиною та зубом, це і є припой. Якщо твердосплавний зуб пошкоджений на якісному пилковому полотні, його може відновити компанія, яка виготовляє чи проводить сервіс пильних полотен.

ГЕОМЕТРІЯ РІЖУЧОЇ ЧАСТИНИ

Відмінності між пилковими полотнами пов'язані з геометрією ріжучих елементів. Важливо розуміти наступні терміни. Ці універсальні терміни стосуються інших типів ріжучих інструментів, включаючи ручні пилки та фрези.

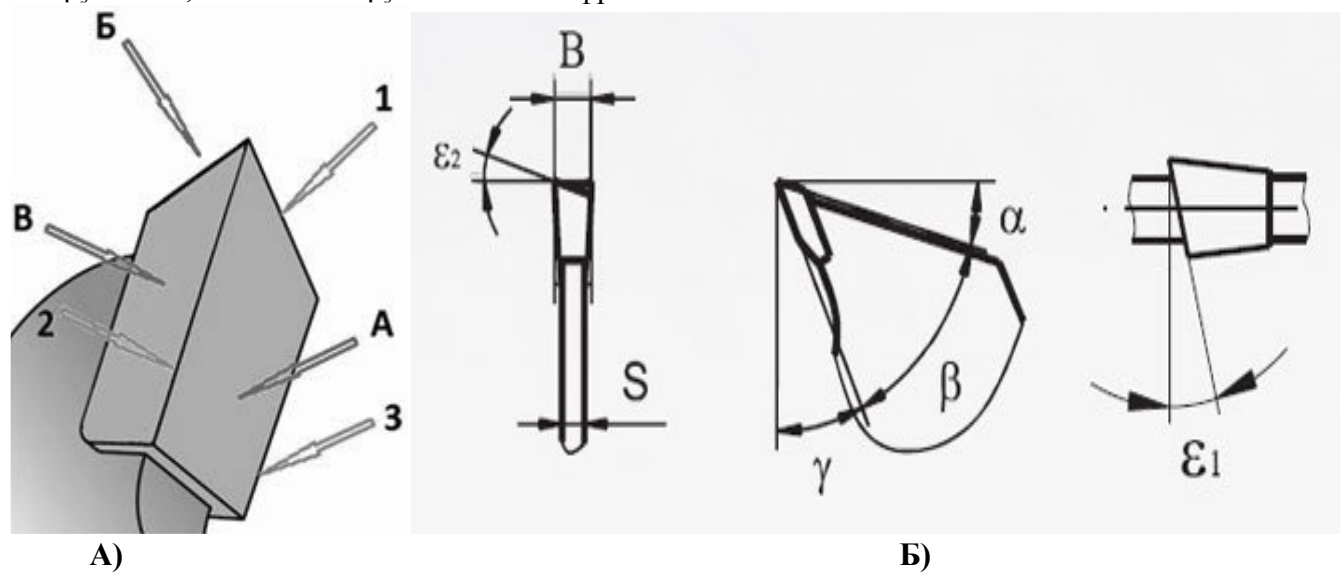


Рис. 4. Основні поверхні та кути зубців круглих дискових пил:

А) Поверхні: А – передня поверхня, Б – задня поверхня; В – бічна поверхня; 1 – головна різальна кромка; 2 – 3 бічні різальні кромки.

Б) кути - Гамма (γ) - передній кут; **Альфа (α)** - задній кут; **епсілон1 (ϵ_1) та епсілон 2 (ϵ_2)** - кути скосу передніх та задніх площин; **Бетта (β)** - кут загострення.

Кути та поверхні ріжучої частини. Розрізняють чотири основні кути дискової пилки, які нарівні з формою зуба визначають її характеристики. Це передній кут (γ), задній (α) та кути скосу передніх та задніх площин (ϵ_1 та ϵ_2). Кут загострення (β) має допоміжне значення, оскільки задається переднім і заднім кутами ($\beta=90^\circ-\gamma-\alpha$).

Значення кутів заточування визначаються призначенням пили - тобто. тим, для різання якого матеріалу та у якому напрямі вона призначена працювати.

Величини кутів визначаються не тільки напрямом розпилу, але і твердістю матеріалу, що розпилюється. Чим вище твердість, тим менше має бути передній і задній кути (менше загострення зуба), цим підвищується стійкість зуба пили.

Передній кут гамма (γ). Цей кут є основним визначальним фактором того, наскільки агресивно ріже пилка. Кути переднього краю коливаються від -6° до 20° .

Пилки для поздовжнього пиляння мають відносно великий передній кут (γ) ($15^\circ - 25^\circ$). У пилок поперечного пиляння кут (γ) зазвичай коливається в межах $5-10^\circ$. Універсальні пили, призначені для поперечного та поздовжнього пиляння, мають усереднене значення переднього кута (γ) – зазвичай 15° .

Передній кут може бути не тільки позитивним, а й негативним. Пилки з таким кутом використовуються для розкрою кольорових металів та пластмас.

На рис. 5 показано варіації передніх кутів. Для визначення значення переднього кута використовується **радіальна лінія** що виходить від центра диска та проходить через напайку, торкаючись її переднього краю. Це радіальна лінія, від якої проектуються всі інші геометричні параметри пилки.

Якщо поверхня зуба знаходиться на одній лінії з радіальною лінією, кажуть, що вона має нейтральний **нульовий** кут. Якщо грань зуба нахилиється вперед від радіальної лінії, вона має **позитивний** передній кут. Усі поздовжні та більшість поперечних пил мають позитивний передній кут. Чим більший передній кут, тим агресивнішим буде розріз. Полотна для поздовжнього розрізання масивної деревини зазвичай мають кути 20° . Полотна для поперечного розрізання варіюються в широкому діапазоні залежно від застосування (масивна деревина, фанера, МДФ) від приблизно 5° до 15° .

Якщо поверхня зуба відхиляється назад від радіальної лінії, він має **негативний** передній кут. Пилки з негативним кутом використовуються на торцювальних радіально-консольних пилках. Така геометрія не має тенденції до підхоплення заготовки та потенційної самоподачі в заготовку. Геометрія негативного кута використовується для розрізання дуже твердих або абразивних матеріалів. Використання леза з негативним кутом зменшує потенційне навантаження на карбідну напайку, такі зубці мають вищу «стійкість».

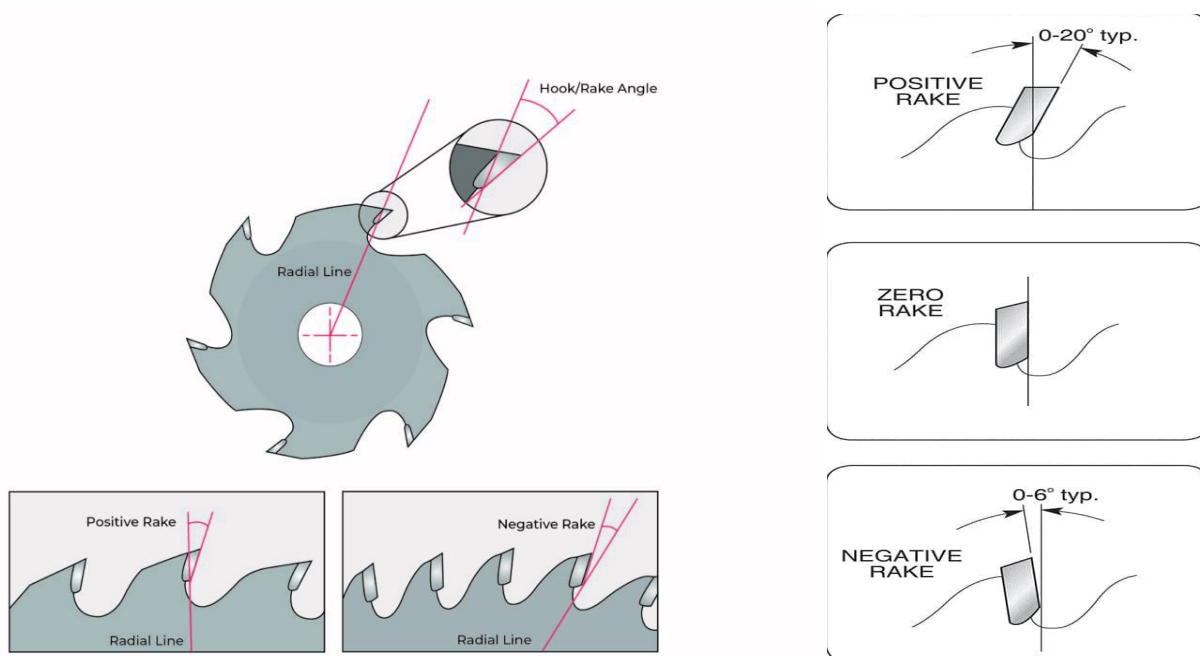


Fig. 3
HOOK ANGLES

Рис. 5. Різниця в зубцях за переднім кутом: (негативний, нульовий та позитивні кути).

Позитивні передні кути (15°–20°): Ідеально підходять для поздовжнього розпилювання та загального використання на круглопилкових верстатах. Для більшості завдань пила з позитивним кутом забезпечує ефективні та контрольовані розрізи.

Нульові або негативні кути: Чудово підходять для радіальних консольних та торцювальних пилок, оскільки вони запобігають самоподачі та є безпечнішими для цих застосувань. Також вони стійкіші до навантажень, але різання відбувається з більшим зусиллям. Такі пили використовують для різання кольорових металів, композитів, тощо.

Кут скосу передньої площини епсилон1 (ε1). Кут скосу профілю, або торцевої поверхні зуба, роблять для леза що обробляє дуже крихких матеріал, такий як меламін, або матеріалів, схильних до відривання, таких як шпонована фанера.

Кут скосу задньої площини епсилон 2 (ε2) (кут скосу вершини). Ще його називають – кут профілю напайки. Кут скосу призначений для розрізання волокон матеріалу відносно напрямку волокон в заготовці. У випадку поздовжнього різання зуб повинен мати прямий кут 90° до напрямку різі, тому профіль повздовжньої пили має плоску вершину. Під час поперечного різання зуби повинні підрізати волокна, запобігаючи їх відщепленню, тому напайки заточуються під певним кутом (10-20°) і змінюється від зуба до зуба в різні боки. Леза для поперечного різання мають кути скосу приблизно від 10° до 20°. Спеціалізовані леза для різання меламіну мають кути від 30° до 40°.

Задній кут Альфа (α). Після того, як зуб торкнувся матеріалу та розрізав його, він не повинен продовжувати торкатися заготовки. Це дозволяє зубу ефективно різати та зменшує нагрівання через тертя. Тому задній та бічні кути необхідні для зменшення зайвого контакту поверхні напайки з поверхнею заготовки, а відповідно і ефективності різання.

ТИП ПИЛ ЗА НАПРЯМКОМ ПИЛЯННЯ

Розрізняють три основних типи полотен:

- поздовжнього пиляння;
- поперечного пиляння.
- універсальні та комбіновані полотна для змішаного пиляння.

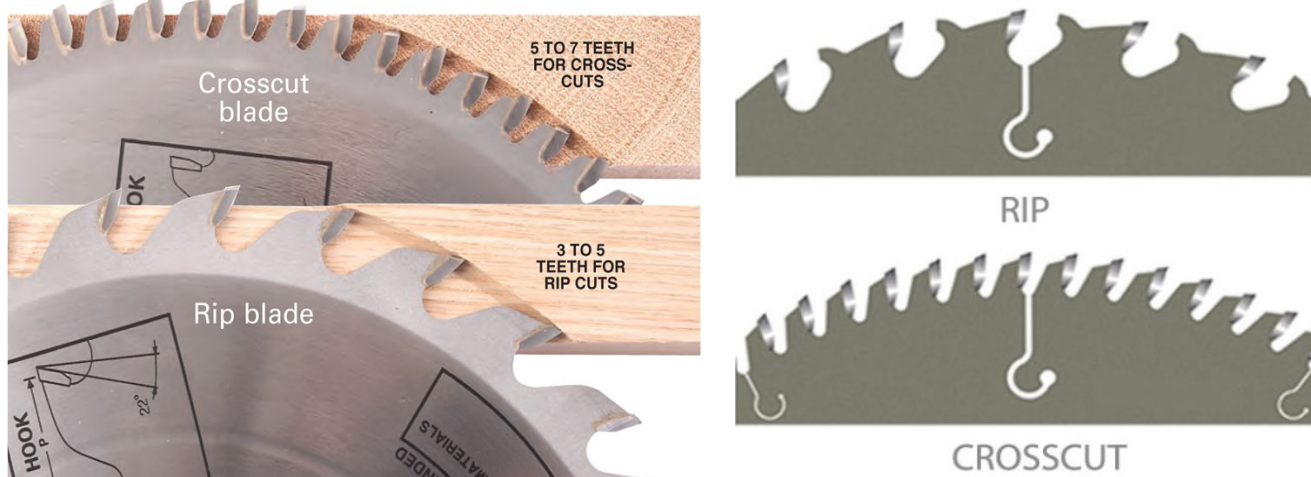


Рис. 6. Пили для повздовжнього (rip blade) та поперечного (crosscut) пиляння.

Пили для поздовжнього пиляння мають менше зубів, оптимізовані для різання вздовж волокон матеріалу та видаляють набагато більше матеріалу. Вони мають великі канавки для видалення тирси та від 10 до 40 плосковершинних, широко розташованих зубців, які різуть агресивно. Ці пили призначені для різання матеріалу на круглопилкових верстатах.

Пили для поперечного пиляння мають більше зубів, різуть плавніше та чистіше поперек волокон матеріалу. Вони мають менші, численні канавки (пазухи) та від 60 до 100 різнозаточених, близько розташованих зубців, які різуть чисто.

Отриманий розріз набагато гладкіший, але оскільки зубці мають менше місця для видалення стружки, а також оскільки є більше зубців знаходяться в роботі, швидкість подачі

повинна бути набагато нижча. Тому цими пилами не доцільно розрізати заготовки вздовж волокон. Виникає потреба в більшій силі в зоні різання, що веде до перевантаження двигуна та нагрівання пили та поверхонь заготовки.

Універсальні пили для змішаного пиляння. Як правило такі пили мають 40-50 зубців. Кожній майстерні потрібен основний пильний диск, який може задовільно виконувати розріз у будь-якому матеріалі. Два типи пил підходять для цього: 50-зубові комбіновані та 40-зубові універсальні леза. Обидва типи призначені для заміни окремих поздовжніх та поперечних пил, які кардинально відрізняються.

Також ви можете зустріти спеціалізовані пили. Вони призначені для різання певних матеріалів, таких як фанера, тверда деревина, метал, пластик або навіть цегла.

Правило підбору кількості зубів. Загалом, полотно з більшою кількістю зубів забезпечує більш гладкий різ, але нагрівається сильніше. Щоб уникнути перегріву, під час поздовжнього різання повинно бути в контакт з матеріалом **3-5 зубів** (рис.6). Для поперечного різання та листових матеріалів має бути достатньо **5-7 зубів**. Щоб підтримувати правильне співвідношення зубів, ідеальним буде полотно з меншою кількістю зубів для різання товстого матеріалу. Іншим рішенням є регулювання висоти полотна пили відносно робочого столу. Підняття полотна вище зменшує кількість зубів у розрізі. Але це також збільшує кут пиляння (кут атаки), що робить полотно більш агресивним, тому якість різання знижується.

ПРОФІЛІ НАПАЙОК

Правильна геометрія зуба та його профіль має вирішальне значення для досягнення бажаної якості обробки продукту/матеріалу, що різеться. Профіль та кути взаємопов'язані.

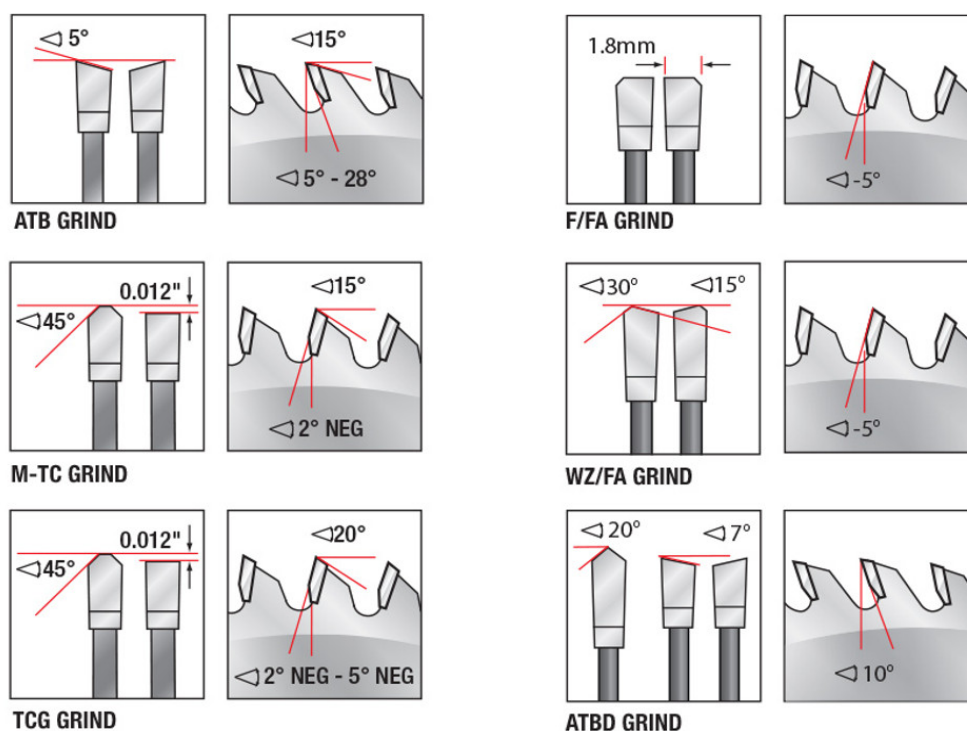


Рис. 7. Варіанти форми зубів та кутів від фірми Festool

Різні виробники зазвичай використовують різні комбінації для одного й того ж застосування різання. Одна комбінація профілю/кута забезпечує чистіший різ; інша довговічність.

Основними різновидами профілів напайок є такі:

1. Пилочні диски з прямокутними плоскими зубцями **Flat Top Grid (FTG)**;
2. Полотна з різнозаточеними зубцями **Alternate Top Bevel (ATB)**;
3. Полотна з гострозаточеними різнозаточеними зубцями **High ATB (HATB)**;

4. Комбіновані полотна (ATBR) комбінація FTG та ATB профілів;
5. Полотна з трапецевидною потрійною заточкою Triple – Chip Grid (TCD).
6. Конічні профілі (RA);
7. Пили з увігнутим профілем для ламінованих поверхонь.

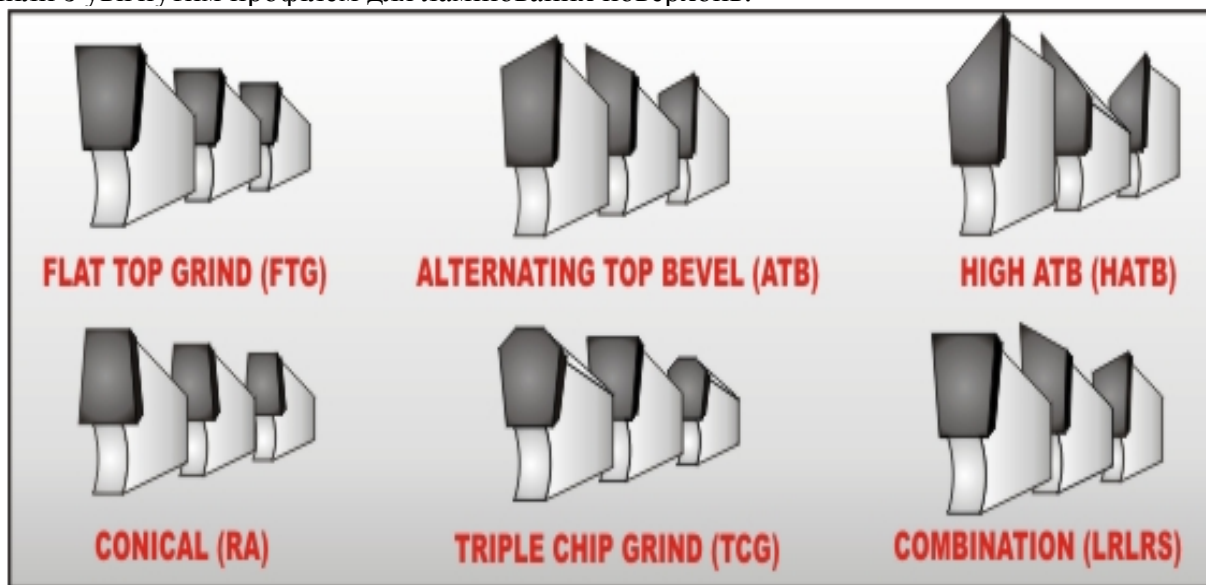


Рис. 8. Основні типи зубів за профілем напайок.

1. Flat top grind (FTG) ПРОФІЛЬ З ПЛОСКИМ ВЕРХОМ

Плоскі верхівки зазвичай використовуються на полотнах для поздовжніх пил. Вони чудово підходять для твердих і м'яких порід деревини та дуже ефективно швидко видаляють деревину. Менше уваги приділяється сколам та розщепленням, оскільки вони зменшуються під час поздовжнього розрізання вздовж волокон. Плоскі верхівки також використовують з іншими конструкціями зубів для "вигрібання" матеріалу з розрізу.

Ці пили мають особливу конструкцію з «запобіжним горбком» позаду зуба (технічний термін - «обмежувач глибини різання чи товщини стружки») допомагає зменшити ймовірність віддачі матеріалу. Це небезпечне явище коли розрізана частина деревини стискається на задньому краю пили, тим самим відкидаючи заготовку прямо назад, на оператора – явище, яке називається «віддачею» або «зворотній удар». Тому Всесвітня організація з безпеки та гігієни праці (Occupational safety and health OSH) вимагає використання розклинюючого ножа на всіх дискових пилках для запобігання травмам та смертельним випадкам.

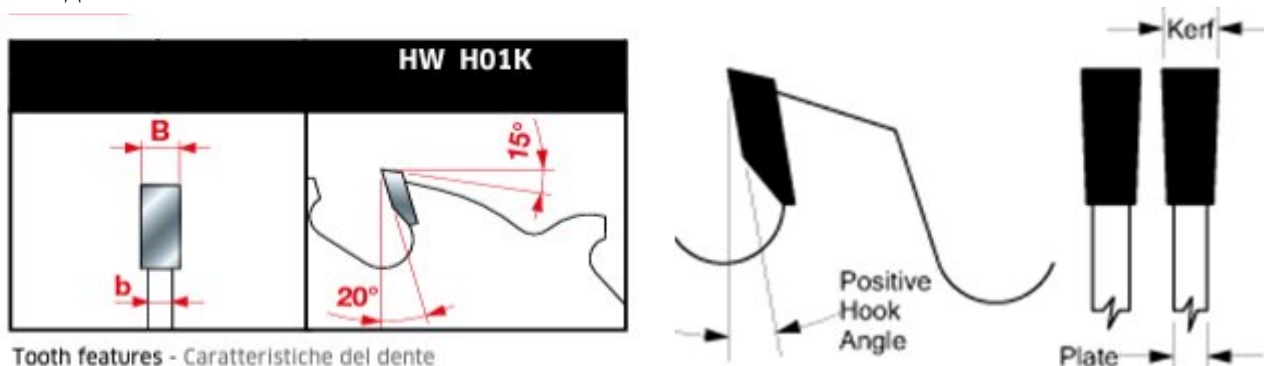


Рис. 9. Профілі напайок: прямокутна flat top (FTG), для повздовжнього пиляння;

2. Alternate top bevel (ATB) ЗМІННИЙ РІЗНОНАПРАВЛЕНИЙ ПРОФІЛЬ ФАСОК

ATB Grind – це дуже популярна конструкція зубів, в основному використовується для поперечного розпилювання масивної деревини (твердої та м'якої деревини), фанери, шпону, та

інших однорідних матеріалів. Чергування скосів на напайках, один лівий, один правий по всьому колу леза, забезпечує найкращу обробку під час розпилювання поперек волокон.

Більша кількість зубів може забезпечити точніший і чистіший розріз. Також цю конструкцію можна використовувати на полотнах для поздовжніх пил, оскільки вона допомагає полотну не відводитись у бік за волокнами деревини, однак такі пили повинні мати глибші канавки («пазуху» між зубами), щоб забезпечити відведення стружки з розпилу та не генерувати тепло.

Основними характеристиками таких пил є: чисті, гладкі розрізи, більші передні та задні кути для більш чистої обробки (але швидшого затуплення), часто вони продаються як «універсальні» полотна, але найкраще підходять для поперечного пиляння.

Зубці цього профілю можуть мати нахил не тільки задньої а і передньої поверхонь (рис 10).

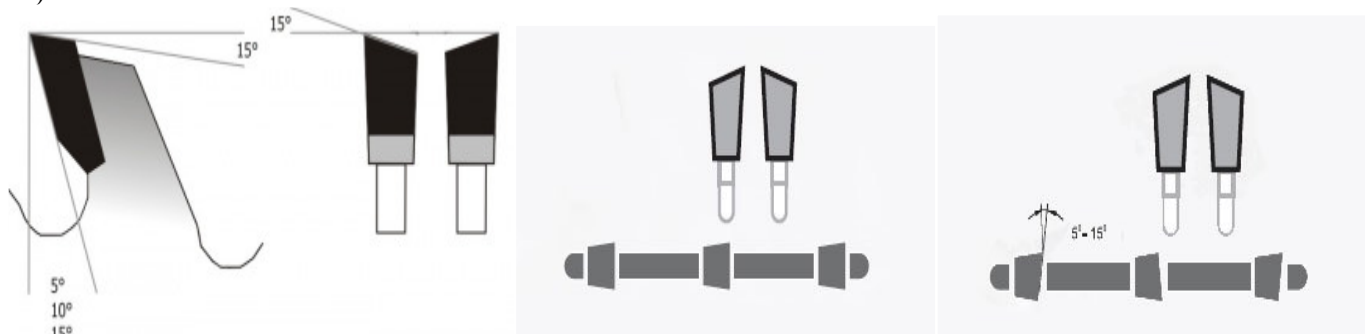


Рис. 10. АТВ (alternate top bevel) профілі напайок для поперечного пиляння.

3. High ATB (НАТВ) ЗМІННИЙ ГОСТРОЗАТОЧЕНИЙ ПРОФІЛЬ

Як впливає з назви, ця конструкція схожа на АТВ, за винятком того, що кут фасок збільшений. Ця конструкція може забезпечити надзвичайно точне та чисте поперечне різання та відмінно підходить для різання матеріалів, схильних до сколів. Надзвичайно гостра ріжуча кромка, схожа на ніж. Пиляння НАТВ забезпечує такий самий чистий розріз на нижній частині панелі, коли лезо виходить з матеріалу, але ця конструкція також має недоліки. Завдяки дуже агресивному передньому куту лезо не залишається гострим так довго, як стандартне лезо АТВ або TCG, але воно здатне якісно різати масивну деревину або фанеру, а також шпоновані плити – тобто цей профіль є дуже універсальним.

Леза Ні-АТВ залишають майже ідеальні нижні краї на меламіновій та твердій фанері Ви також отримаєте чудові поперечні розрізи в масивній деревині товщиною менше 25мм, що робить це лезо ідеальним доповненням до вашого універсального леза.

Леза Ні-АТВ називаються меламіновими, лезами для обробки/фінішного різання або лезами для тонкого поперечного різання.

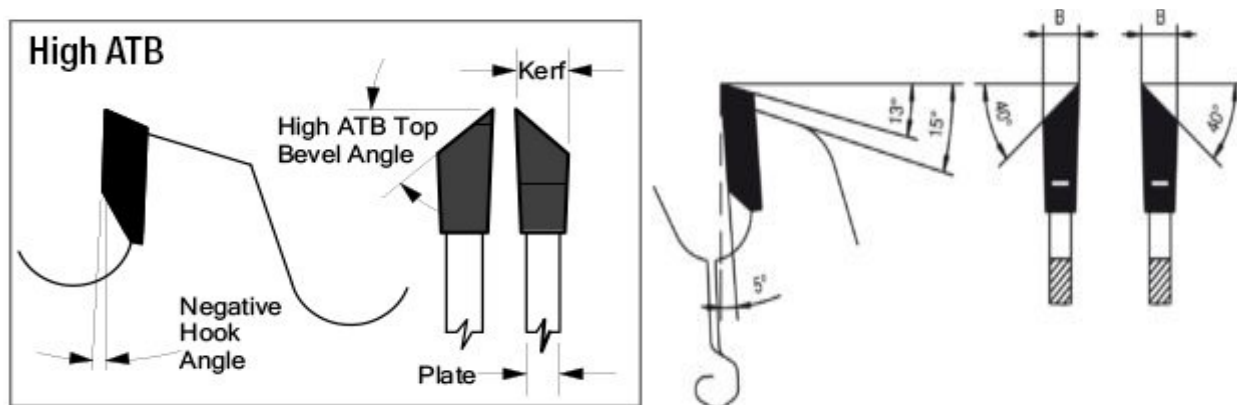


Рис. 11. High ATB (НАТВ) профіль для ламінованих поверхонь.

4. Triple chip grind (TCG) ТРАПЕЦЕВИДНИЙ ПРОФІЛЬ

Трапецієподібний зуб. Особливістю цих зубів є відносно повільна швидкість затуплення ріжучих кромки у порівнянні з попеременноскошеними зубами. Зазвичай вони використовуються у поєднанні з прямим зубом. Ця геометрія кінчика пильного полотна має потрібне шліфування, яке зазвичай використовується для різання кольорових металів, таких як алюміній, а іноді й для композитних матеріалів, таких як ламінована ДСП, МДФ та інші панельні матеріали. Якщо матеріал має ламінат з обох боків, то ця конструкція не буде найкращим вибором, якщо ваша пилка не оснащена заводським підрізним блоком (як у форматно-розкроювальних верстатів) який попередньо ріже нижню частину плити. Зверніть увагу, що один зуб має скошені кути, а наступний зуб трохи нижчий і плоский. Вони чергуються таким чином по колу полотна.

Це високопродуктивні полотна, які довше зберігатимуть лезо, ніж АТВ, з майже такою ж гарною якістю різ. Лезва TCG чергують в собі як прямі зубці (FTG) так і зубці з потрібною заточкою. Ця конструкція робить розріз грубим, а потім очищає його (рис 12 Б).

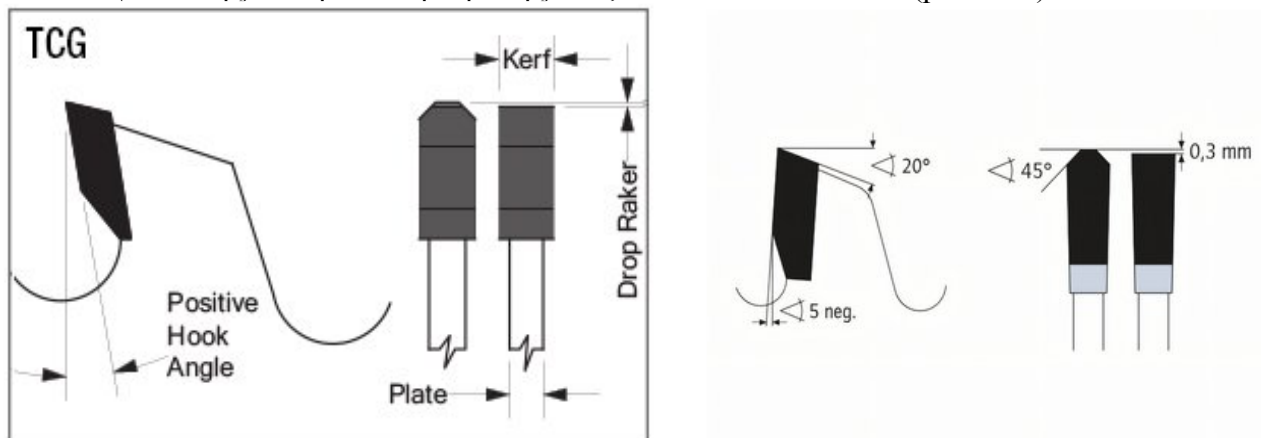


Рис. 12. Triple chip grind (TCG) трапецевидний (комбінований) профіль.

5. (RA) КОНІЧНИЙ ПРОФІЛЬ

Конічні підрізні полотна призначені для роботи в поєднанні з нашими полотнами для панельних пил. Регулюючи глибину надрізу, ширину розрізу можна відрегулювати так, щоб вона була трохи ширшою за ширину основного пильного диска. Така комбінація зазвичай використовується на форматно-розкроювальних верстатах, для двосторонньо обклеєних меламінових та шпонованих фанерах, які легко відколюються або облуплюються.

На рис. 13 показані варіації трапецевидних зубців з прямою та косою заточкою.

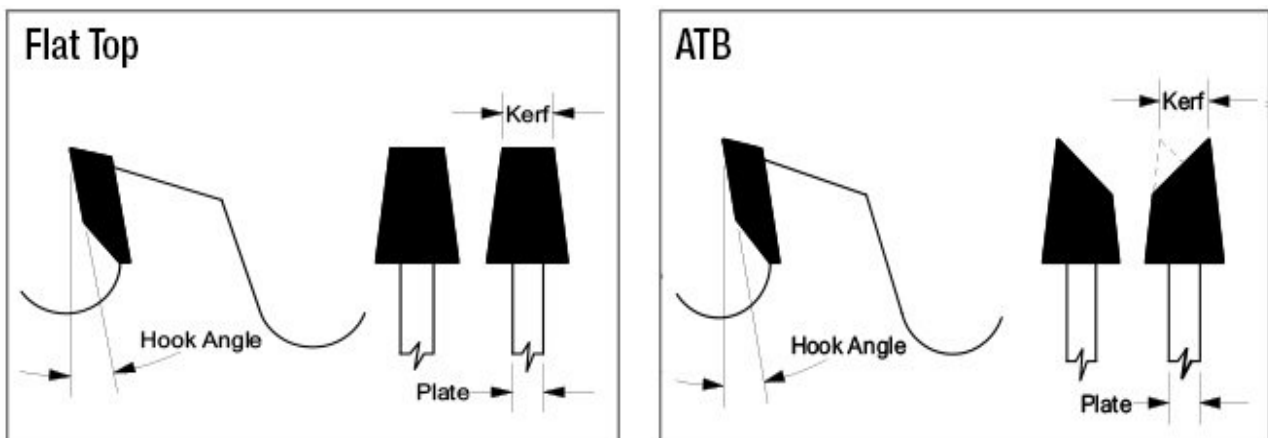


Рис. 13. Різновиди конічних профілів (підрізні пили).

6. (АТВР) КОМБІНОВАНІ ПОЛОТНА

Комбіновані полотна поєднують чотири зуби АТВ з одним грабельним зубом (FTG) у наборах по п'ять штук. Вони універсальні, здатні як до поздовжнього, так і до поперечного різання, їх перевагами є багатопільова функціональність, краща обробка ніж у лез FTG, для поперечного різання, універсальні полотна підходять для тих, хто не хоче часто міняти леза.

7. СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ПИЛИ З УВІГНУТИМ ПРОФІЛЕМ.

Цей тип зуба був розроблений спеціально для різання покритих (ламінованих) панелей на вертикальних форматно-розкроювальних верстатах, для забезпечення чистого різ зверху та знизу панелі, коли верстат не має підрізної пили. Недоліком цього профіля є те, що лише дуже мало компаній, що займаються заточуванням пилок, мають можливість належним чином заточити таку пилку. Для заточування леза потрібне спеціальне шліфування з порожнистою поверхнею, інакше продуктивність знижується.

Важливо! Пили з порожнистою поверхнею ріжуть лише ламінат.

НАТВ був розроблений як альтернатива лезу з порожнистою поверхнею через труднощі з правильним заточуванням леза з порожнистою поверхнею. Пиляння профілем НАТВ забезпечує такий самий чистий розріз на нижній частині панелі, коли лезо виходить з матеріалу.

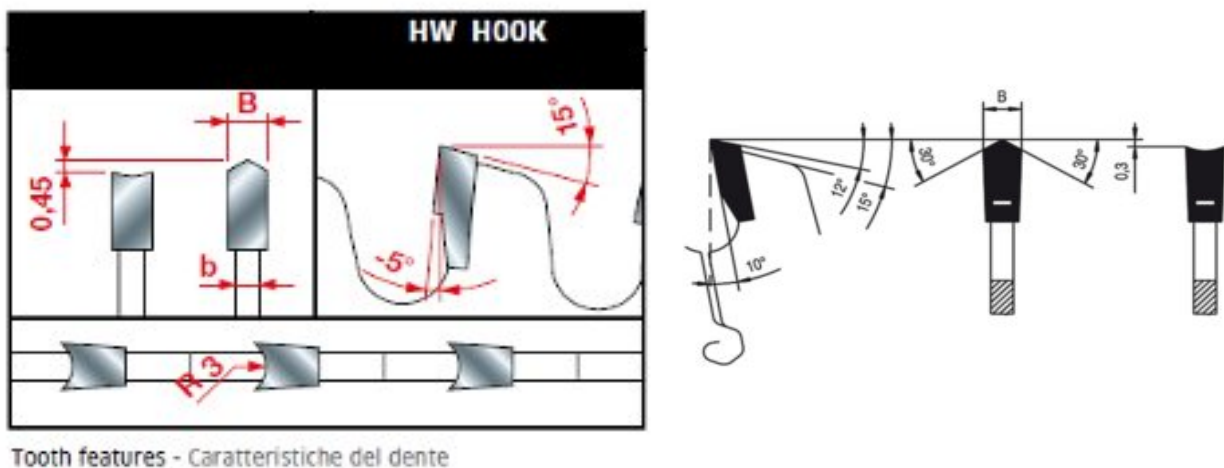


Рис. 14. Увігнутий профіль для ламінату.

ПІДБІР ПИЛЬНОГО ПОЛОТНА

Поздовжнє пиляння. Поздовжування – це різання вздовж волокон деревини. Для цього потрібне полотно, розроблене для швидкості та ефективності. 24-зубчаста FTG пила ідеально підходить для грубого поздовжнього розпилювання деревини. Це швидкий та агресивний процес, але залишає шорстку поверхню.

Змішане пиляння. Пильні диски з 40-50 зубцями є універсальними. Забезпечують чистіші розрізи, але вимагають меншої швидкості подачі, особливо для щільних твердих порід деревини.

Пили для поперечного пиляння. Поперечне різання – це різання впоперек волокон деревини, що може супроводжуватися виривами та відщепленнями, з утворенням шорстких країв. Кращий вибір – це 60-100-зубчасті АТВ пили. Ці спеціалізовані полотна чудово справляються з гладкими та чистими розрізами пиломатеріалів та фанери. Пили АТВ з 40-50 зубцями хоча не такі точні, як спеціалізоване полотно для поперечного різання, але чудово підходять для загального використання.

Для більшості проектів достатньо полотна АТВ з 40 зубцями. Зберігайте свою 80-зубчасту для делікатних розрізів, для роботи з високоякісними матеріалами.

Робота з листовими матеріалами

Листові матеріали, такі як фанера, МДФ, ДСП та меламін, створюють особливі труднощі. Ось що найкраще працює:

Фанера: Використовуйте лезо АТВ з великою кількістю зубців, щоб мінімізувати розриви. Лезо з 80 зубцями чудово підходить для делікатного шпону.

МДФ та ДСП: Обидва матеріали мають щільну та тверду структуру. АТВ пили з 60-80 зубцями забезпечують чисті розрізи, але зношуються та тупляться швидше ніж при роботі з деревиною.

Пластиковий ламінат: Кращий вибір - пили TCG для довговічності та точності. Пили АТВ швидко затупляються на цьому твердому матеріалі.

Леза для пилок з тонким пропилом

Пили з тонким пропилом мають товщину напайки приблизно 2,3 мм порівняно зі стандартними лезами 3мм. Вони потребують менше потужності від верстата, що робить їх ідеальними для розрізання товстих твердих порід деревини малопотужними пилками. Однак в таких пилах часто утворюється вібрація, залишаючи біль шорсткіший край заготовки. Поєднання пили з тонким пропилом зі стабілізатором може мінімізувати ці проблеми.

Емпіричні правила вибору пильних полотен

1. Для поперечного пиляння на торцювальних або циркулярних верстатах необхідні диски з більшою кількістю зубців які забезпечують плавніший розріз. Леза з меншою кількістю зубців швидше видаляють матеріал, але, як правило, забезпечують грубіший розріз з більшим «відривом». Більша кількість зубців означає, що вам потрібно буде використовувати меншу швидкість подачі.

2. Незалежно від того, який тип пильного полотна ви використовуєте, на пилковому полотні, ймовірно, залишаться залишки захисного покриття (лаку). Вам потрібно буде очистити ці залишки за допомогою розчинника для смоли.

3. Не використовуйте поздовжні пили для розрізання фанери, ДВП або МДФ. Це призведе до поганої якості різі з надмірним «відривом». Використовуйте пили для поперечного пиляння.

4. Ніколи не використовуйте поздовжні пили в торцювальній пилі, оскільки це може бути небезпечним та забезпечить дуже низьку якість різів.

5. При виборі універсальних полотен враховуйте той факт що вони мають два типи зубців: одні для поздовжнього, а інші для поперечного різання. Пили з 40 зубцями для поперечного розкроювання (АТВ) є найбільш універсальними і чудово підходять як для поздовжнього, так і для поперечного різання. Вони розрізають деревину досить швидко, і так само добре розрізають поперечно, оскільки всі зубці мають профіль для поперечного розрізу. Така конструкція зубів також залишає менше відривів знизу на фанері з твердих порід деревини.

6. Універсальна пила, як впливає з назви, призначене для виконання більшості завдань з різання деревини та забезпечення середнього результату. Вона не призначена для максимальної продуктивності чи обробки.

7. На торцювальній пилі лезо входить у деревину зверху, тому зуби з позитивними передніми кутами, як правило, піднімають заготовку. На радіально-консольній пилі лезо з агресивним кутом заточки може підхопити заготовку, що становить реальну загрозу безпеці.

8. Регулярне очищення пили має бути пріоритетом. Накопичуючись, смола може спричинити перегрів пильного диска. Перегрів послаблює карбід, тому зуби швидше затупляються, також може деформуватися корпус пили.

9. Правильна техніка пиляння так само важлива, як і хороша пила. Нерівний розріз виникає через занадто високу швидкість подачі. Занадто повільна або нестабільна швидкість подачі може легко призвести до негативних результатів.

Занадто довгий час пили без заточування – ще одна помилка, оскільки це скорочує термін його служби. Чим тупіші зубці, тим більш закругленими вони стають. Це означає, що для оновлення леза потрібно видалити більше карбіду.

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ЗАТОЧУВАННЯ

Основне зношування твердосплавного зуба відбувається по його головній (верхній) ріжучій кромці. У процесі роботи остання заокруглюється до 0,1-0,3 мм. З поверхонь найшвидше зношується передня. При розпилюванні масивних заготовок, швидкому зносу піддаються бічні грані.

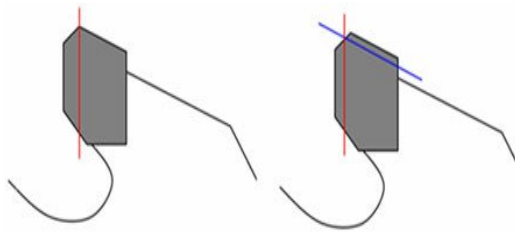


Рис. 15. Поверхні по яким ведеться заточування зубців пили.

Не слід допускати надмірного затуплення пилки. Радіус заокруглення ріжучої кромки не повинен перевищувати 0,1-0,2 мм. Крім того, що при роботі сильно затупленою пилкою різко падає продуктивність, на її заточування йде в кілька разів більше часу, ніж на заточування пилки з нормальним затупленням, при заточуванні видаляється більше карбиду вольфраму. Ступінь затуплення можна визначити як за самими зубами, так і за видом пропилу, який вони залишають.

Правильне заточування дискових пилок полягає в тому, щоб одночасно із забезпеченням належної гостроти ріжучої кромки, забезпечити максимальну кількість заточок, яка в оптимальному випадку може досягати 25-30 разів. З цією метою твердосплавний зуб рекомендується заточувати по передній та задній площинах. По суті, зуби можна заточувати і по одній передній площині, але при цьому кількість можливих заточок виявляється майже вдвічі меншою, ніж при заточуванні по двох площинах. Малюнок 15 наочно це демонструє.

Останній прохід під час заточування пильних дисків рекомендується робити по задній площині зуба. Стандартна величина знімання металу – 0,05-0,15 мм.

Перед заточуванням необхідно очистити пилку від забруднень, наприклад смоли, та перевірити значення кутів заточування. На деяких пилках вони написані на диску.

Порядок виконання роботи

1. З наявних зразків круглих дискових пил, диференціюйте пили для повздовжного, поперечного та мішаного пиляння, визначіть та занесіть до табл.1. їх технічні характеристики, матеріал ріжучої частини, профіль напайок;
2. Отримавши зразок пиломатеріалу підібрати для його розкроювання пильний диск виходячи з його технічних характеристик та параметрів верстата та напрямку пиляння;
3. Під контролем викладача чи учбового майстра встановити пильний диск на верстат, провести пробне пиляння;
4. Повторити різання ідентичного пиломатеріалу підвищеної вологості;
5. Вивчити поверхню отриманого розрізу вологого та сухого зразка.

Табл. 1.

№ зразка	К-кість зубців	Призначення	Профіль напайок	Матеріал напайок	Товщина напайок	Ø Внутр	Ø Зовн.

Питання до самостійної роботи

1. За якими параметрами та ознаками поділяються круглі дискові пили?
2. Які технології використовуються при виготовленні круглих дискових пил?
3. Які основні профілі напайок використовуються в деревообробній та меблевій промисловості?
4. Принципи заточування пил оснащених напайками.

Звіт до роботи

- 1 Письмова відповідь.

Практична робота № 9
Верстати для площинної обробки деревини.
Фугувальні верстати

Мета роботи: Вивчити призначення, будову, різновиди поздовжньо – фрезерних фугувальних, рейсмусових та 4х сторонніх верстатів, та їх ріжучий інструмент.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

Знати:

- основні види поздовжньо – фрезерних верстатів, їх ріжучий інструмент;
- види робіт що виконуються на данному виді обладнання;
- призначення, основні переваги та недоліки відповідно за технологічними ознаками.

Вміти:

- розрізняти види поздовжньо – фрезерних верстатів, їх дереворізальний інструмент за зовнішніми ознаками;
- виконувати основні операції по налаштуванню обладнання та роботи на ньому;
- планувати технологічний процес підбираючи обладнання та способи обробки.

Обладнання та інструменти: комбіновані верстати КС та ФПШ 5М, рейсмусний верстат СР – 3, ріжучі інструменти, наочне обладнання.

Короткі теоретичні відомості

Після розпилювання деревина має підвищену шорсткість, геометричні викривлення та деформації (при не правильному сушінні) і потребує подальшої чистової обробки.

Після технологічної операції – пиляння, як правило другий технологічний етап це - **фугування (повздовжнє фрезерування)**. Часто в середі деревообробників цей процес називають «строгання». Цей основний процес у деревообробній галузі що дозволяє не лише надати деревині бажаного розміру та форми, необхідного зовнішнього вигляду, але насамперед підготувати її до подальшої обробки. Основне його завдання це створення гладкої, рівної поверхні на заготовці що в подальшому слугуватиме «технологічною базою», тобто тією поверхнею від якої в подальшому будуть вестись всі розрахунки та розмічання.

Сам термін «строгання» хоч і досить розповсюджений в деревообробці, але досить умовний і має широке значення. Якщо дати чітке визначення терміну «строгання» ми визначимо що цей процес передбачає механічну або ручну обробку деревини інструментом, що рухається прямолінійно, та протыкая в часи почергово. Тобто це циклічний, прямолінійний рух. Але більшість верстатів використовують обертальний рух різання (фугувальні, рейсмусові верстати). А ось під чіткий термін «строгання» підпадають ручні інструменти (рубанки, фуганки, циклі), циклювальні та шпонострогальні верстати. Тому, строго кажучи, стругальними можна називати тільки шпонострогальні та циклювальні верстати. Однак майже повсюдно поздовжньо-фрезерні верстати називають строгальними, так як результатом їх роботи є гладка поверхня на заготовці, що обробляється.

Також використовується тотожний строганню термін «**фугування**». Фугувати – фактично те саме, що й строгати. Відфугувати – в певному сенсі значить створити гладку, але головне – рівну поверхню на заготовці.

Резюмуємо – в деревообробці терміни «*строгання*», «*фугування*», часто є тотожними, що означають створення гладкої рівної поверхні, але найчастіше правильна назва цього процесу – «*повздовжнє фрезерування*».

Для фрезерування поверхонь застосовуються:

- односторонні (фугувальні);
- двосторонні (рейсмусові);
- чотиристоронні (поздовжньо-фрезерні) верстати.

Незалежно від кількості оброблюваних сторін, основним елементом верстата, що визначає точність і якість одержуваної деталі, є різальний інструмент, що застосовується. З його допомогою на деревообробному устаткуванні виробляють так звані погонажні вироби –

фрезеровані заготовки високої якості: вагонку, дошку підлоги, плінтуси, лиштви, паркет тощо. Різні види різального інструменту з добре заточеними фугувальними ножами дозволяють фрезерувати горизонтальну, вертикальну, похилу та будь-яку іншу поверхню.

Тому **основним завданням** повздожньо – фрезерних верстатів є:

– утворення на пластях та кромках заготовок рівних та гладких поверхонь, що слугуватимуть в подальшому **технологічними базами**. Ця поверхня ще називається «**базова поверхня**» (фугувальні верстати);

– обробка заготовок в заданий розмір, з утворенням чітких паралельних та взаємоперпендикулярних поверхонь (рейсмусні та чотирьохсторонні фрезерні верстати).

– утворення на поверхнях різноманітних профілів та форм (канавок, уступів, фасок, складних фасонних поверхонь) що виконуються на чотирьохсторонніх верстатах.



Рис. 1. Фугувальний верстат.

На рис. 1. співставлені типові представники площинної обробки - фугувальний та рейсмусовий верстат, але насправді вони взаємопов'язані між собою технологічним процесом і доповнюють один одного. Без фугувального верстата неможливо виготовити рівну базову поверхню, а без рейсмусового – обробити в розмір і отримати паралельні поверхні заготовок.

ФУГУВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ

У 1850 році в Німеччині був створений стругальний верстат, на якому заготовка подавалася через ріжучий вал, розташований між двома столами, що використовуються для позиціонування та підтримки заготовки. Окрім технічних удосконалень, ця основна конструкція збереглася донині. Такий верстат називається стругальним або фугувальним.

Фугувальні верстати призначені для базування, тобто створення на заготовці однієї або двох технологічних баз (термін «фугування» означає отримання рівної плоскої поверхні).

Зазвичай об'єктами обробки є чернові заготовки, отримані після поперечного та/або повздожнього розкрою сухих пиломатеріалів. Такі заготовки завжди покороблені, і їх подальша обробка можлива тільки після створення хоча б однієї ідеально рівної поверхні шляхом

фугування пластів та/або кромки заготовки. Фугування вважається чорною процедурою і іноді виконується за декілька разів, вирівнюючи всі перекося та нерівності на обраній поверхні.

Фугувальні верстати бувають односторонні та двохсторонні.

На фугувальних **односторонніх** верстатах фрезерують одну, а на **двосторонніх** дві суміжні площини (пласть та кромку) одночасно. Двосторонні верстати зустрічаються рідше.

Фугувальні **односторонні верстати** призначені для прямолінійного одностороннього стругання виробів з дерева по площині та зняття фасок під кутом.

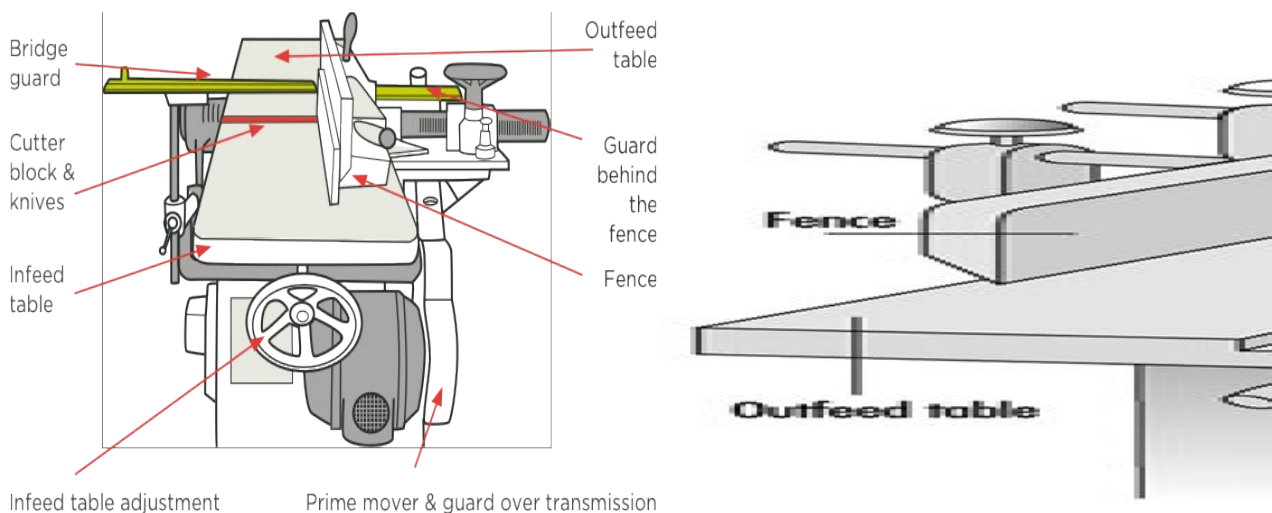


Рис. 2. Будова фугувального верстатерстату.

Infeed table – задня частина стола; **Outfeed table** – передня частина робочого стола; **Guard** – захисний пристрій; **Feed** – напрям подачі; **Infeed table adjustment** – маховичок регулювання задньої частини стола; **Fence** – напрямна лінійка; **Cutter block** – ножовий вал; **Prime mover** – головний електродвигун; **Stock** – заготовка.

Фугувальний верстат має досить просту конструкцію. Основними робочими органами фугувальних верстатів слугують робочі столи (передній та задній), ножовий вал, напрямна лінійка, яка часто має регулювання кута нахилу, електродвигун, захисні пристрі що закривають ножовий вал від потрапляння рук робітника, органи керування та налаштування.

Ріжучим інструментом фугувальних верстатів є ножовий вал, з різним ріжучим інструментом (ножі, твердосплавні пластини). Ножі у вали вставляють в трапецеїдальні пази і затискають клинами за допомогою болтів. При обертанні валу під дією відцентрової сили ножі заклинюються.

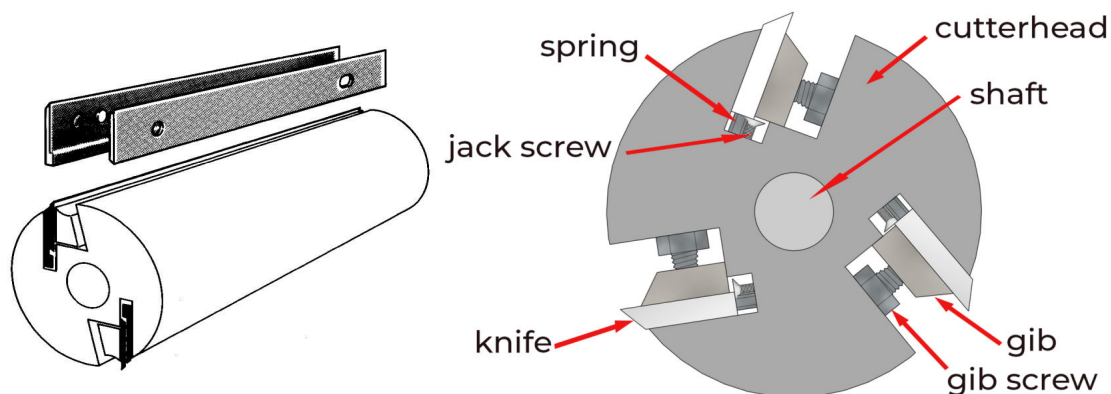


Рис. 3. Ножовий вал, та його будова.

Cutterhead – корпус ножового валу (ріжуча головка), **Knife** – ніж, **Gib** – прижимна планка, **Gib screw** – гвинт прижимної планки; **Jack screw** - гвинтовий штовхач ножа. **Spring** – пружина, **Shaft** – вал.

Ножовий вал розташований між плитами столу. На ній кріплять ножі (ріжучий інструмент). Для нормальної роботи верстата і забезпечення хорошої якості оброблених поверхонь необхідно, щоб ножі мали однакову масу та хорошу заточку та правильну геометрію, а їх ріжучі кромки знаходилися на однаковій відстані від центру обертання.

Для нормальної і безпечної роботи ножі за технічними умовами експлуатації повинні виступати з ножового валу на 0,7...1,0 мм на однакову величину по всій довжині валу; перекося ножів недопустимі. Встановлювати підкладки під ножі не допускається. Ножі, надійність кріплення яких знижується із-за сточування і зменшення ширини, замінюють новими.

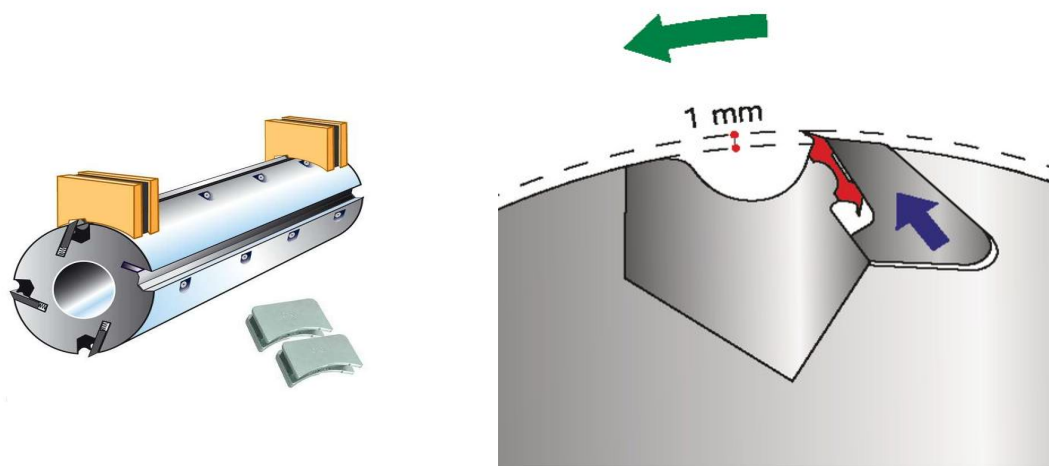


Рис. 4. Встановлення ножів в вал за допомогою шаблонів.

Встановлення ножів на вал верстата.

Є декілька способів встановлення ножів. Встановлюються ножі на вал з допомогою спеціальних шаблонів, індикаторів, чи за допомогою звичайних гладких брусків.

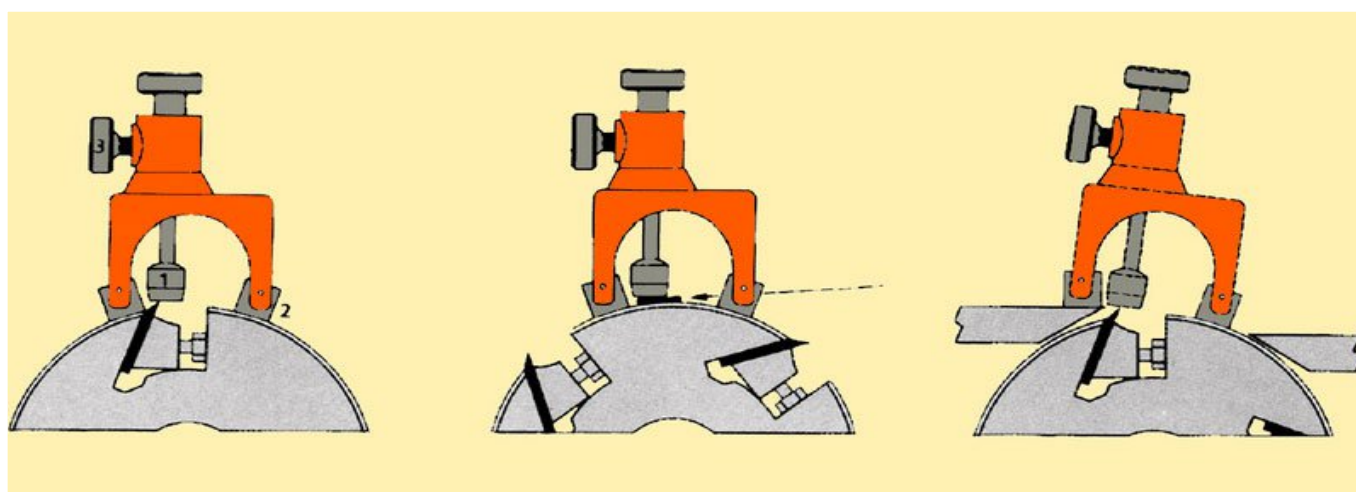
За допомогою магнітного шаблону

За допомогою шаблонів встановлення відбувається якнайлегше. Є 3 способи використання даного пристосування для установки ножів:

А. Установка на корпусі інструменту: фрези фугувальні, ножові вали фугувальних, рейсмусових та комбінованих верстатів тощо, з регулюванням по вихідному ножу.

Б. Встановлення на корпусі інструменту: підйом або регулювання із застосуванням каліброваної підкладки.

В. Установка безпосередньо на столі верстата та корпусі інструменту: регулювання по передньому столу забезпечує бездоганне вирівнювання навіть у разі зношування столу.



А)

Б)

В)

Рис. 5. Використання магнітного шаблону для встановлення ножів.

Найпростішим і якісним способом встановлення ножів вважається виставка **по бруску**. Калібрований (фрезерований) брусок, краще із твердої деревини, або сталеву лінійку (рис. 6) прикладають до переднього столу верстата і по ньому встановлюють ножі в корпусі інструменту по всій його довжині (у двох або трьох точках).

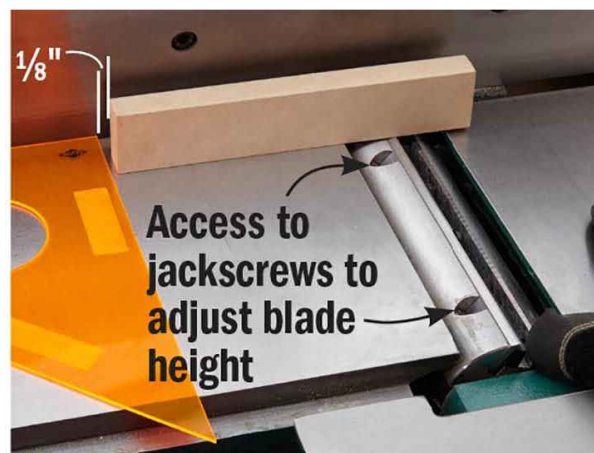
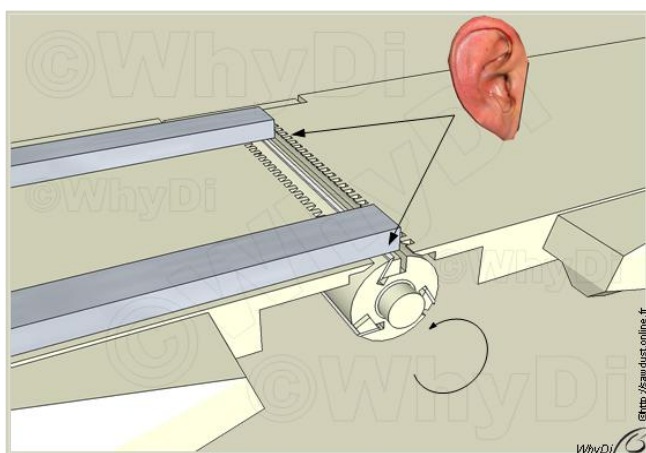


Рис. 6. Встановлення ножів за допомогою брусків чи лінійок.
Access to jackscrews to adjust blade height – гвинти для регулювання висоти леза.

Головна вимога до встановлення ножів - це встановлення їх в рівень з переднім столом фугувального верстата. Точніше ножі повинні дещо виступати над ним (0,02,0,03 мм). Але без спеціальних пристосувань досягти такої точності досить складно. Тому емпіричним способом встановлюють ножі таким чином, щоб вони ледве торкалися бруска чи лінійки, яка знаходиться над ними і базується по передній частині робочого стола. У вільному положенні при обертанні вала вручну брусок повинен переміститися при торканні ножа до 10 мм. Перевірку проводять в декількох точках по довжині ножа. По такій схемі встановлюють всі ножі на вал, після чого остаточно їх затискають.

Проводячи контрольне простругування слідкують за роботою верстата та за якістю обробленої поверхні. Неправильно встановлені ножі можуть давати хвилясту поверхню (різні радіуси різання), опуклу по довжині поверхню (ножі відносно переднього столу стоять нижче), або вистрогують у кінці канавку (ножі встановлені високо).

РОБОТА НА ФУГУВАЛЬНОМУ ВЕРСТАТІ

Столярні фуганки використовуються для того, щоб одна пластей дошки та одна з сусідніх кромek були ідеально рівними та перпендикулярними одна до одної. Фуганки також чудово підходять для вирівнювання деформованих дошок, та підготовки країв дошки до склеювання.

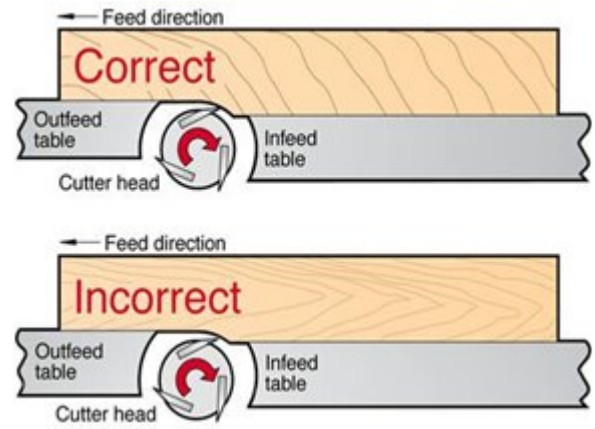
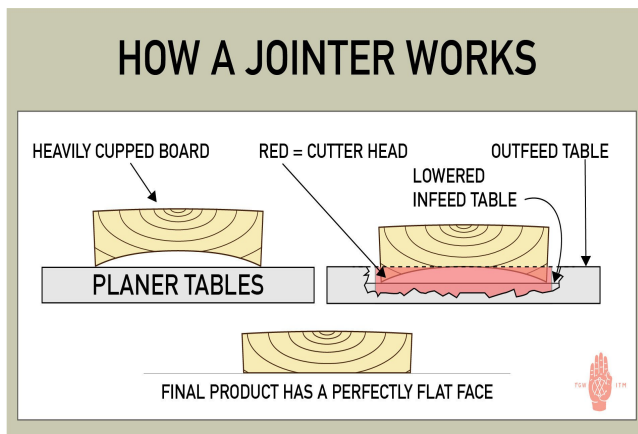
В роботі безпосередньо приймають участь три основні елементами фуганку - ріжучий вал, передній та задній столи. Ці три компоненти працюють злагоджено, дозволяючи фуганку ефективно вирівнювати заготовку.

Передній та задній розташовані в паралельних площинах, між ними розташований ножовий вал. Різниця висоти між переднім та заднім столом – це і є глибина строгання, досягається вона регулюванням заднього столу по висоті (в межах від 0 до 5 мм).

Леза на ріжучій головці фуганку розташовані врівень з переднім столом (допускається на 0.02-0.3мм вище столу). Підняття або опускання заднього столу регулює глибину різання.

Коли деревина подається на ножовий вал, матеріал видаляється, роблячи цю поверхню дошки паралельною передньому столу.

Здебільшого потрібно кілька проходів через фуганок, кожним проходом сторона дошки, яка обробляється, стає все більш плоскою та рівною. Чим менше глибина стругання тим менше навантаження на заготовку, а відповідно і на руки робітника, також поверхня буде чистішою з мінімальною кількістю дефектів стругання.



А) Б)
Рис. 7. Робота на фугувальному верстаті

Огляньте дошку перед обробкою. Дошка може бути вигнутою або деформованою. На рис 7. показано правильне розташування деформованих дощок на робочих столах. Увігнута сторона повинна бути завжди обернена до робочих столів(рис. 7 А), напрям стругання повинен збігатися з напрямом волокон в заготовці (рис. 7 Б), тобто обробка повинна вестися за волокнами.

Figure 2: Types of Warp

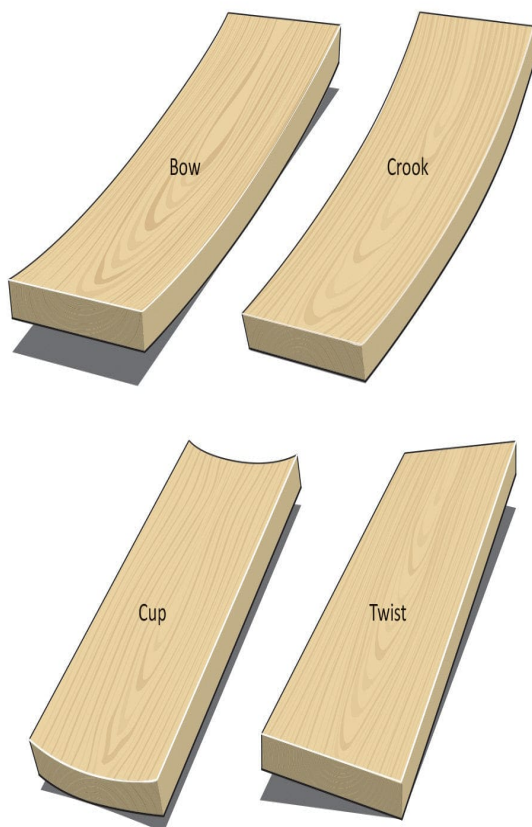


Figure 3: Minimizing Waste

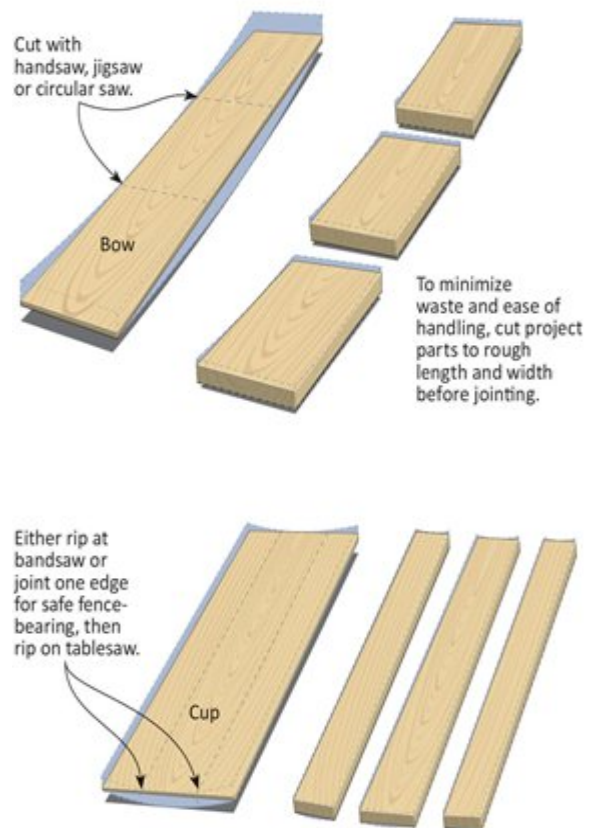


Рис. 8. Дефекти поверхонь що може усунути фугування, та шляхи їх мінімізації.

Дошка з вигнутою формою – це найпростіша проблема. Розташовуйте на столах фуганку заготовку вигнутою формою завжди вниз. Вигнуті краї надають дощці міцної опори. Потім,

прикладіть достатній тиск, щоб дошка рухалася. Занадто сильний тиск може тимчасово вирівняти вигнуту сторону. Після обробки вона знову може прийняти свою увігнуту форму.

Якщо широка дошка занадто вигнута, ви можете витратити багато деревини намагаючись вирівняти лицьову сторону. Щоб заощадити час і матеріал, краще розрізати дошку на вузьчі чи коротші елементи, щоб максимально позбутися вигину.

При повздовжньому вигині необхідно видаляти матеріал лише з країв дошки, де вона торкається фуганку. У цій ситуації ще легше притиснути дошку до плоскої поверхні, переміщуючи її по фуганку. Тому важливо тиснути лише на кінці (Рис 9).

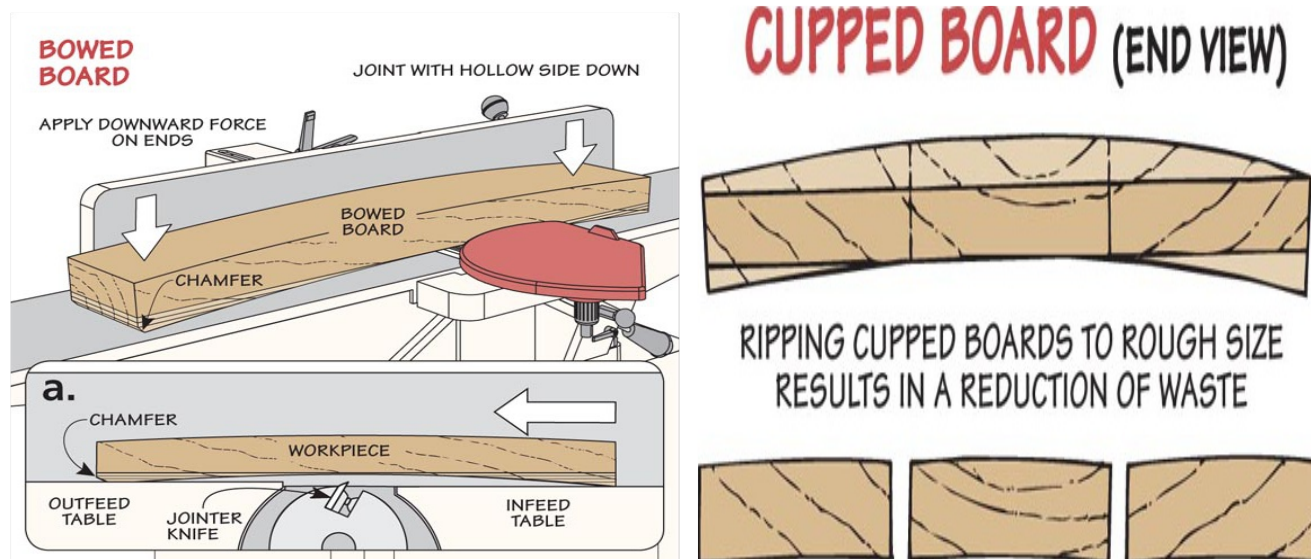


Рис. 9. Обробка вигнутої по довжині дошки

Крилатість або скручування гвинтом – ще одна проблема, пиломатеріалів. Це найскладніший вид деформації заготовок, оскільки заготовка при обробці не стабільна і спирається лише на дві точки по діагоналі заготовки (рис 10). На початку обробки лише два кути заготовки контактують зі столами фуганку. Ключовим моментом тут є застосування тиску лише на кути. Декілька проходів призведуть до того, що інші кути та більша площа поверхні будуть контактувати зі фуганком., обробк дедалі буде все простіше.

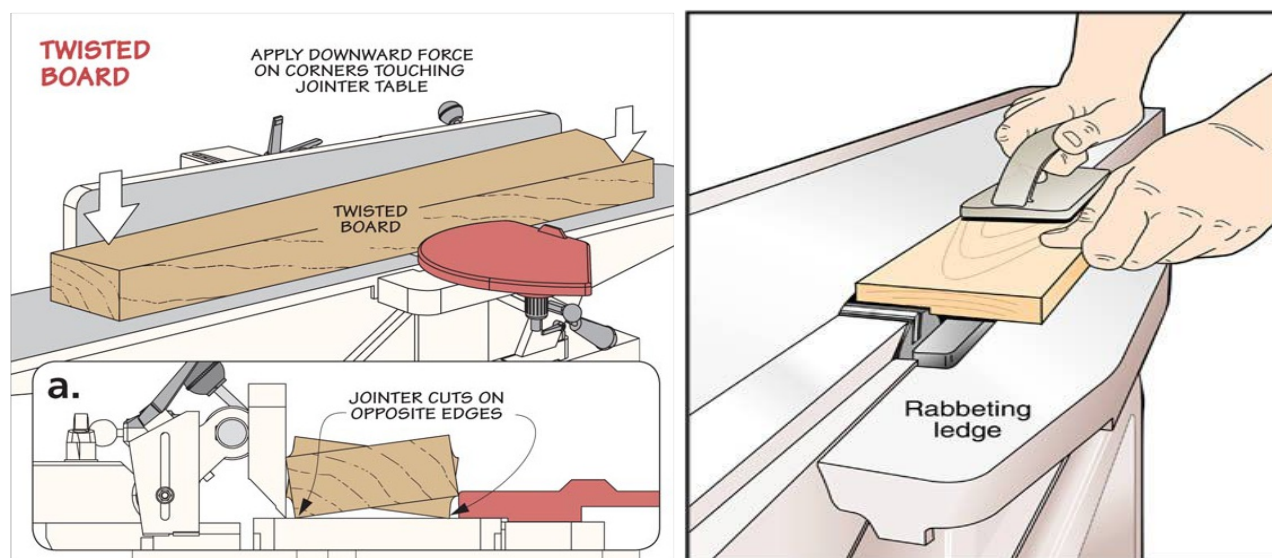


Рис. 10 Обробка заготовок з крилатістю та виборка чвертей

Деякі фугувальні верстати опційно обладнані додатковим столом для фальцювання та виборки чвертей. Фактично цей механізм перетворює фугувальний верстат на фрезерний. Чверті та фальці утворюються з гладкою поверхнею з мінімальним часом налаштування (Рис 10). Для полегшення вибирання фальця можливо виконати чорнову обробку на круглопильному верстаті, або вибирати фальць чи чверть поступово, за декілька проходів встановивши упор фуганку на ширину фальця та налаштувавши глибину.



Рис. 11. Робота на фугувальному верстаті з використанням штовхачів та притискачів

Техніка безпеки. З основними правилами техніки безпеки при роботі на фугувальному верстаті можна ознайомитися в додатку 1, але особливістю безпечної роботи на цих верстатах є використання штовхачів та притискачів заготовок різної форми.

Хід роботи

1. Вивчити будову верстата користуючись методичними рекомендаціями та наявним обладнанням в майстерні;
2. Вивчити правила техніки безпеки користуючись додатком 1.
3. Налаштуйте до роботи верстат встановивши робочі ножі та відрегулюйте їх відносно передньої частини стола, або стіл відносно ножового валу;
4. Перевірте їх встановлення провівши обробку пробної заготовки, опукла поверхня вкаже на те що ножі стоять нижче норми, якщо буде зайве видалення деревини у кінці стругання – ножі встановлені вище норми;
5. Отримайте від викладача чи учбового майстра заготовки, та обробіть їх пласть та кромку враховуючи напрям волокон, вади та дефекти що наявні в заготовці.
6. Складіть заготовки кромку до кромки та перевірте щільність прилягання заготовок одна до одної по довжині та товщині;
7. За відсутності щільного прилягання, визначить нерівну поверхню і повторіть її обробку.

Питання до самостійної роботи

1. Будова та призначення фугувальних верстатів;
2. Ріжучий інструмент та принцип його встановлення на верстат;
3. Вади форми заготовок та методика їх усунення за допомогою фугувального верстату;
4. Техніка безпеки та пристосування для безпечної роботи.

Форма звіту

Коротка письмова відповідь.

Практична робота № 10

Верстати для площинної обробки деревини.

Рейсмусові верстати

Мета роботи: Вивчити призначення, будову, різновиди рейсмусових та 4х сторонніх верстатів, їх ріжучий інструмент.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

Знати:

- основні види рейсмусових верстатів, їх ріжучий інструмент;
- основні види 4х сторонніх верстатів, їх ріжучий інструмент;
- види робіт що виконуються на данному виді обладнання;

Вміти:

- розрізняти види рейсмусових верстатів, їх вузли та механізми, дереворізальний інструмент за зовнішніми ознаками;
- виконувати основні операції по налаштуванню обладнання та роботи на ньому;
- планувати технологічний процес підбираючи обладнання та способи обробки.

Обладнання та інструменти: комбіновані верстати КС та ФПШ 5М, рейсмусний верстат СР – 3, ріжучі інструменти, наочне обладнання.

Короткі теоретичні відомості

Вивірівши пласть і кромку на строгально-фугувальному верстаті, заготовку направляють на **рейсмусовий верстат**, де оброблюють **в розмір**. Рейсмусний верстат калібрує заготовки в заданий розмір та утвоює дві паралельні поверхні на заготовці. В результаті чого заготовка отримує форму правильного прямокутника, з точними розмірами по ширині і товщині.

Важливо! Рейсмусний верстат вирівнює поверхню заготовки - але не саму заготовку - покроблена, нерівна заготовка після обробки геометрично залишиться майже такою самою, лише з простроганими гладкими поверхнями. Тому майже у всіх випадках перед рейсмусуванням відфуговують пласть так кромку на фугувальному верстаті, утворюючи технологічну базу.

Рейсмусовий верстат доповнює строгально-фугувальний верстат а не замінює його і в технологічній ланці знаходиться відразу за ним.

Ріжучий інструмент верстата як і у фугувального верстата - ножовий вал. Заготовку подають у верстат по горизонтальному (робочому) столу, при чому саме базовою поверхнею кладуть на нього.

Розрізняють **односторонні** рейсмусові верстати та **двосторонні** рейсмусові верстати.

Односторонні рейсмусові верстати мають один ножовий вал для зняття матеріалу зверху заготовки. Двосторонні рейсмусові верстати мають додатковий ножовий вал на робочому столі.

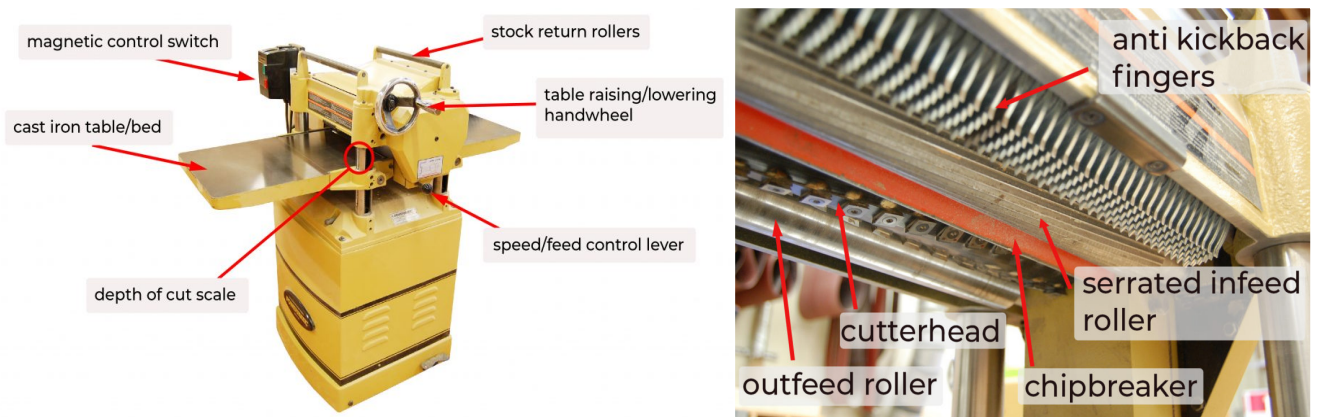


Рис. 1. Будова рейсмусового верстата

Базування заготовки здійснюється за робочим столом, і, якщо необхідно, бічними роликми або планкою. Заготовка притискається, утримується і рухається за допомогою вальців.

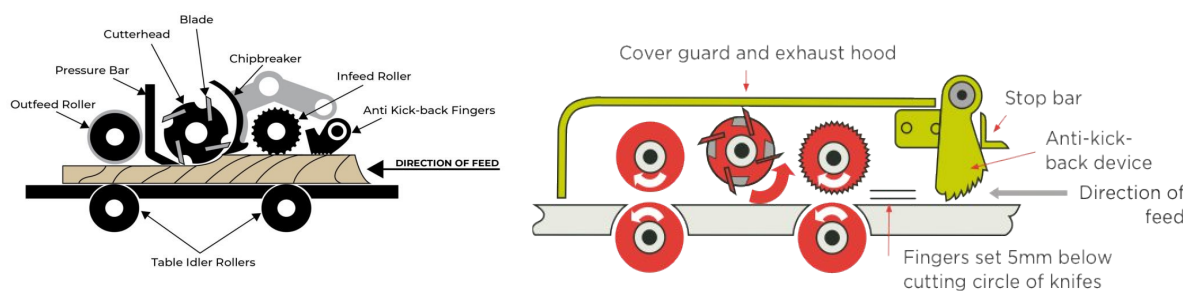


Рис. 2. Принцип роботи рейсмусового верстата

Односторонній рейсмусовий верстат (рис. .) складається з чавунної порожнистої, суцільнолитної станини, столу, ножового валу 3 і механізму подачі (поз. 1, 5 і 6). На станині кріплять всі механізми і деталі верстата. Стіл по висоті можна регулювати по направляючих за допомогою підйомного механізму. При певній відстані столу від ножового валу заготовку оброблюють в розмір, який показує шкала, на станині верстата. Притиски 4, встановлені по обох сторонах ножового валу.

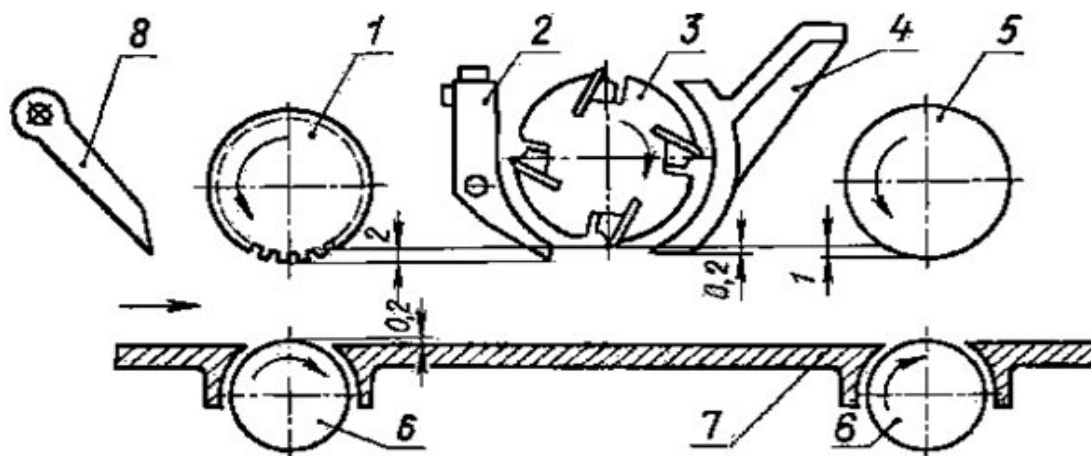


Рис. 3. Схема розташування деталей одностороннього рейсмусового верстата:

1 і 5 – верхні вальці; 2 – прижим – стружколомач; 3 – ножовий вал; 4 – прижим; 6 – нижні вальці; 7 – стіл; 8 – кігтьовий захист.

Вони запобігають вібрації заготовки. Стружколомач 2, розташований перед ножовим валом, не тільки сприяє надломленню стружки, але і притискує заготовку до столу і утворює разом з прижимом 4 порожнину для накопичення стружок.

Подача здійснюється верхніми вальцями – переднім рифленим 1 і заднім гладким 5. Два гладких, вільно обертаючихся в підшипниках вальца 6 зменшують тертя при русі матеріалу по столу. Кігтьовий захист 8 запобігає зворотньому вильоту заготовки з верстата. У верстатів деяких марок передбачені мікрометричні гвинти для установки нижніх вальців по висоті над столом. У настроєних верстатів нижні вальці повинні виступати над столом на 0,2 мм. Вали механізму подачі також мають важливе значення, і бувають як суцільні так і секційні. Секційні

дозволяють обробляти одночасно заготовки різної товщини, прижимаючи їх окремо на робочому столі.

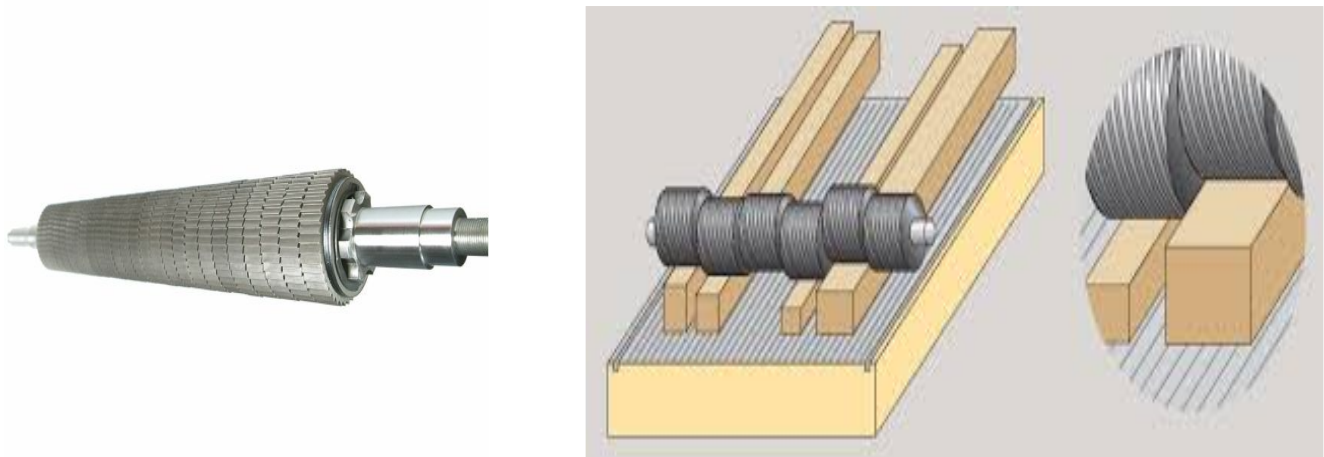


Рис. 4. Робота секційного переднього валу механізму подачі рейсмусного верстата.

ЧОТИРЬОХСТОРОННІ ВЕРСТАТИ

Чотиристоронні верстати - це модель деревообробного обладнання, конструкційні особливості якого дозволяють виконувати обробку заготовки одночасно з чотирьох сторін. Область застосування: великі підприємства, що спеціалізуються на лісозаготівлях і деревообробці. Функціонал дозволяє виготовляти паркетну дошку, брус (клеєний і профільований), віконні елементи будь-якої складності і інші варіанти.

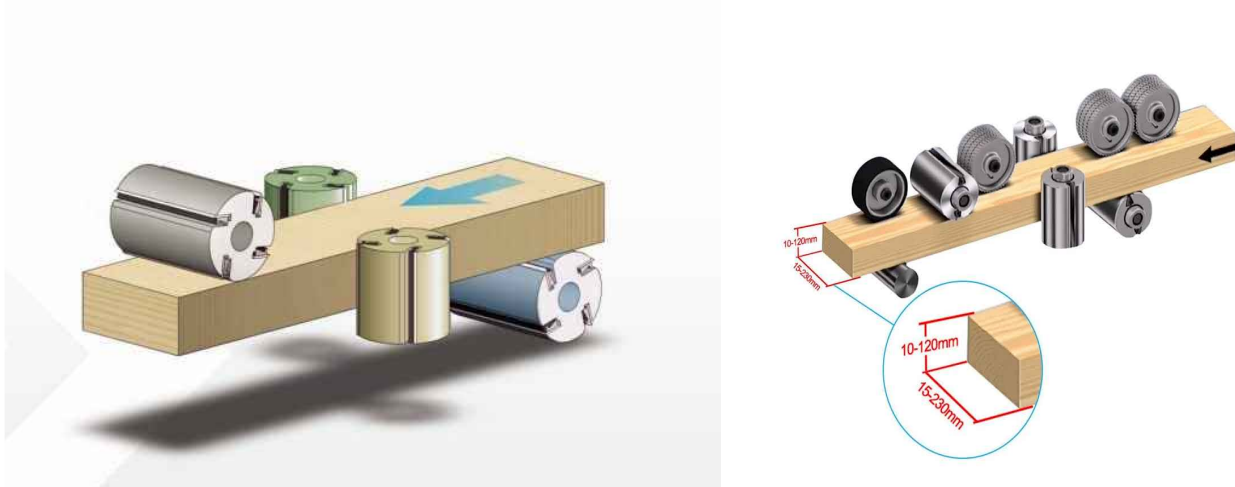


Рис. 5. Схема роботи 4х стороннього верстата

Основні функції обладнання:

- рейсмусування;
- профілювання;
- фуговання;
- фрезерування.

З огляду на конструкційні особливості виконання, які відрізняють чотиристоронній деревообробний верстат, можливо одночасне виконання всіх перерахованих видів робіт щодо однієї заготовки. **Характерна особливість: впровадження чотирьох електродвигунів, що працюють в незалежному режимі.** З огляду на велику вагу верстата, станина практично повністю поглинає вібрації при експлуатації, що забезпечує точність обробки.

Переваги 4х стороннього верстата

- висока швидкість обробки (за рахунок одночасної обробки 4 сторін заготовки);

- простота експлуатації (панель управління дозволяє своєчасно коригувати параметри роботи);
- оптимізація використання (економить місце в цеху, не скорочуючи обсягів деревообробки);
- показова точність (допустима похибка не перевищує 0,01 мм, що дозволяє створювати унікальні елементи);
- найшвидша переналаштування (відбивається на розширенні асортименту продукції, що випускається);
- якість робіт (знижується відсоток виробничого браку);

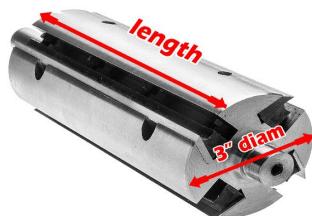
До недоліків такого обладнання можна віднести вартість та певну складність налаштування, що вимагає кваліфікованого персоналу для його обслуговування.

РІЖУЧІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ПЛОЩИННОЇ ОБРОБКИ

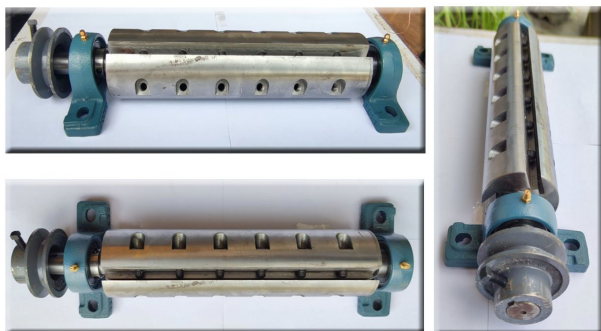
На протязі вже більше ніж століття основним інструментом для площинної обробки є ножовий вал, на який закріплені ріжучі елементи-ножі. Існує декілька варіантів валів:

- прямий вал
- косий вал
- вал HELICAL (шейперний вал).

HEAVY DUTY TABLE PLANER SHAFTING, PILLOW BLOCK AND BLADE



SIZES IN LENGTH
AVAILABLE:
6" 8" 10" 12"
(inches)

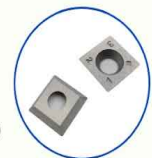


A)

Helical Spiral Cutter Head

Light Duty

Blade Size:
15*15*2.5*30°/37°/R150



Heavy Duty

Blade Size:
30*12*1.5*35°



B)

Рис. 6. Прямий ножовий вал (А), та різновиди шейперного валу Helical (Б).

Класичний прямий вал (рис 11А) найпопулярніший, ним обладнуються більшість верстатів. Може бути обладнаний 2, 3, 4 ножами. Чим більше ножів, тим чистіший різ, менше навантаження на кожен ніж, і більший їхній ресурс. Більше підходить для м'якої деревини.

Плюси:

- ножі можна повторно заточувати.
- відносно не висока вартість валу та запасних ножів.
- прямі ножі мають гостріший кут заточування і легше зрізають стружку.

Мінуси:

- якщо потрапить цвях, міняти доведеться всі ножі.
- при роботі ніж врізається всією ріжучою кромкою в заготовку, тому ударне навантаження дуже високе.
- дещо гучна робота.

T1-HSS Planer Knife Sets

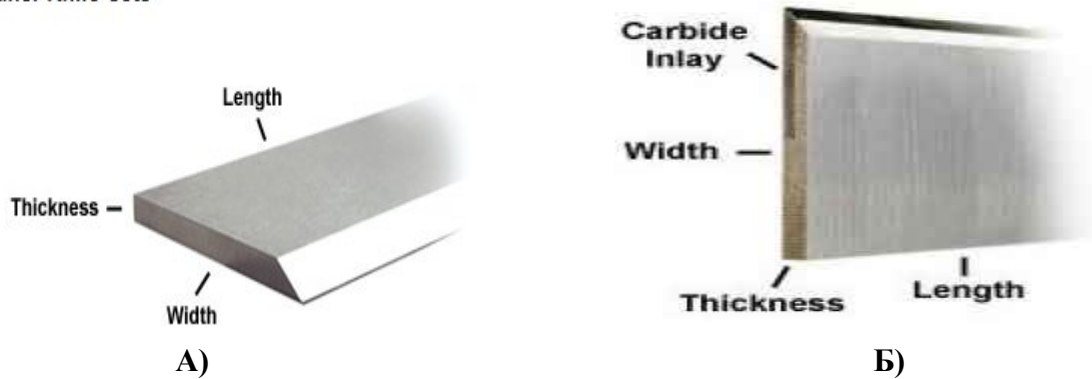


Рис. 7. Ножі для прямих валів з швидкорізальної сталі HSS (А) та з карбідними напайками (Б).

Сегментні вали HELICAL

Ножовий вал **HELICAL** інакше називається **шейперний вал**, або **сегментний** що призначений для установки на фугувальні та рейсмусові верстати, та у вигляді фрезерних головок (рис 13 А) на чотирьохсторонні. Таку фрезу ще називають «кукурудза».

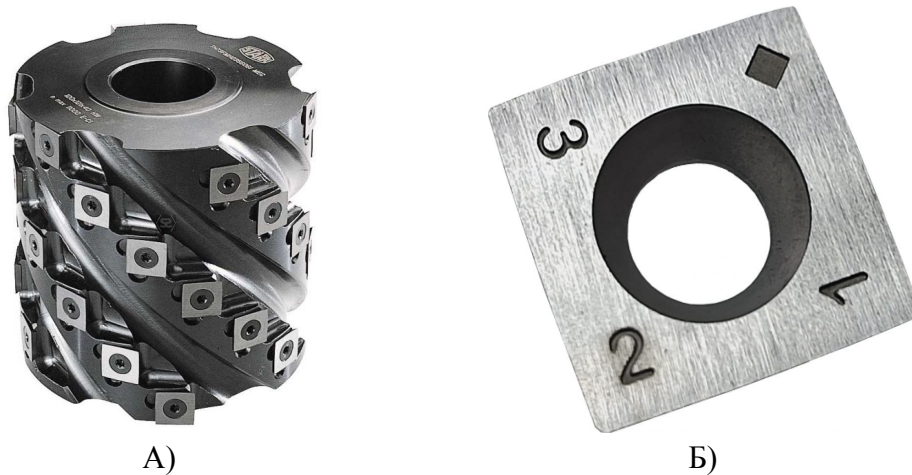


Рис. 8. Фрезерна шейперна головка (кукурудза) та її ріжуча пластина (Б).

Вали **HELICAL** відрізняється від інших тим, що самі ріжучі пластини (ножі) розташовуються по спіралі. Також ріжучі пластини (ножі) повернені під невеликим кутом щодо напрямку осі самого валу. Застосування такої конструкції підвищує якість обробки поверхні, унеможливорює ефект надриву поверхні деревини.

Ріжучі пластини (ножі, рис. 13 Б) мають форму квадрата, заточені з чотирьох сторін, що дозволяє повертати їх за необхідності. Ріжучі пластини не підлягають повторному заточуванню, але можлива заміна після затуплення з усіх чотирьох сторін.

Плюси:

- найчистіший різ;
- менше навантаження на двигун;
- тихіше у роботі;
- більше ресурс ножів (якщо трапиться цвях – повертаємо або міняємо тільки пошкоджені пластини).
- Чудово справляється з твердими породами дерева.

Мінуси:

- верстати з таким валом найдорожчі;
- висока вартість запасних ножів;
- не можна повторно заточувати ножі.

КОСИЙ (СПІРАЛЬНИЙ) ВАЛ

Діагональне розташування різального вузла дозволяє уникнути класичного удару прямо розташованого ножа по заготовці. Конструктив схожий до сегментованих валів Helical, але з різними варіантами спірального розтошування ножів.

Цікавим рішенням є виготовлення **шевронних спіральних валів** (рис 14) що компенсують осьову силу що виникає під час площинної обробки спіральними валами.



Рис. 9. Шевронні сегментні вали.

Хід роботи

1. Вивчіть та законспекуйте основні характеристики верстатів для повздовжнього фрезерування що наявні в майстерні.
2. На основі теоретичних відомостей підберіть та встановіть ножі на фугувальний верстат.
3. Вивчивши будову рейсмусного верстата, користуючись рисунком 10 переведіть з англійської основні елементи цього верстата.
4. Орієнтуючись на рисунок 3, встановіть ножі, та проведіть налаштування рейсмусового верстата.

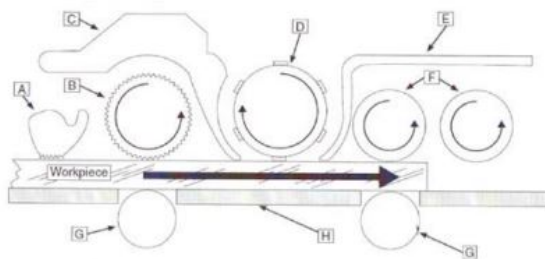


Diagram showing feed system

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| A. Anti kick-back fingers | E. Pressure bar |
| B. Toothed in feed roller | F. Out feed rollers |
| C. Chip breakers | G. Table Rollers |
| D. Cutter head | H. Planer Table |

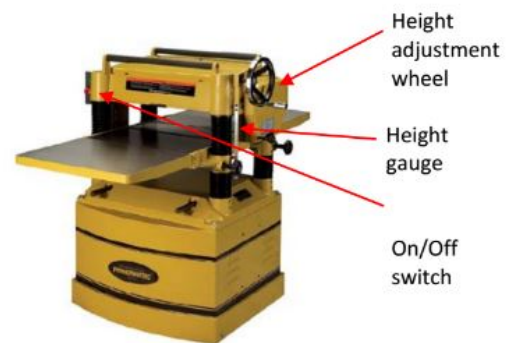


Рис. 10. Будова та принцип дії рейсмусового верстата.

Питання до самостійної роботи

1. Призначення фугувальних верстатів, їх характеристики.
2. Призначення рейсмусових верстатів, їх характеристики.
3. Призначення 4х сторонніх верстатів, види робіт.
4. Ріжучий інструмент для площинного фрезерування, види, будова, призначення.

Звіт до роботи

1. Письмова відповідь.

Практична робота №11

Фрезерні верстати

Мета роботи: Вивчити призначення, будову, різновиди фрезерних верстатів, їх ріжучий інструмент.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

Знати:

- основні види фрезерних верстатів та їх ріжучий інструмент;
- види робіт що виконуються на данному виді обладнання;
- призначення та основні переваги та недоліки відповідно за технологічними ознаками.

Вміти:

- розрізняти фрезерні верстати за зовнішніми ознаками;
- виконувати основні операції по налаштуванню обладнання;
- планувати технологічний процес підбираючи відповідне обладнання та способи обробки.

Обладнання та інструменти: фрезерний верстат Ф4, фрезерний стіл, фрезер ручний, ріжучі інструменти, наочне обладнання.

Короткі теоретичні відомості

Після обробки заготовок на повздовжньо-фрезерних верстатах, поверхні торцям та кромкам надається певний профіль, це можуть бути фасонні поверхні, чверті, галтелі, може виконуватися криволінійна обробка, з подальшою чистовою обробкою під покриття.

Фрезерна обробка виконується обертовим інструментом-фрезою, вид технологічної операції - **фрезерування**.

Стаціонарні фрезерні верстати служать для контурної і профільної обробки столярних заготовок і щитів прямокутної і криволінійної форми, а також для вибірки наскрізних і не наскрізних пазів, прорізів, гребенів, провущин і шипів.

На фрезерному верстаті можна виконувати профільну і контурну обробку заготовок, щитів і зібраних вузлів, вибирати пази, провущини, зарізати шипи.

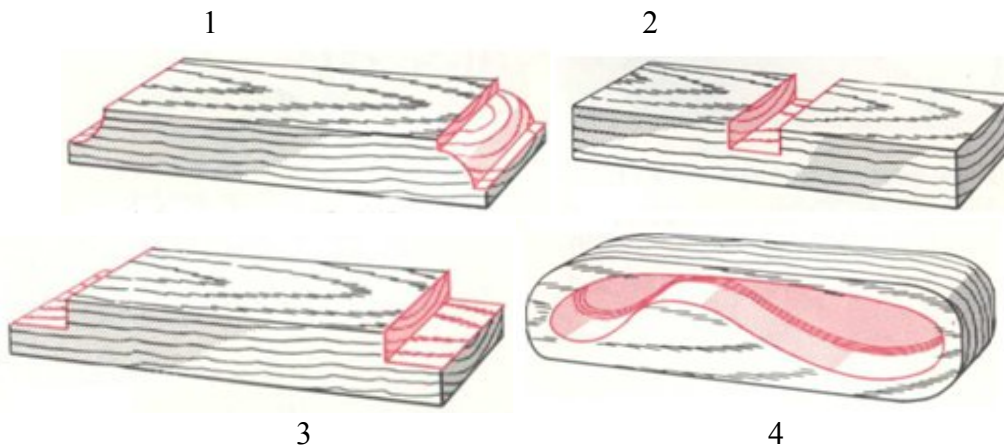


Рис. 1. Види робіт що виконуються на фрезерних верстатах
1. Виборка кальовок; 2. пробирання пазів; 3. виготовлення чвертей;
4. копірувальні та фасонні роботи.

Стаціонарне фрезерне обладнання поділяється на **три підвиди**:

- фрезерний стаціонарний верстат;
- фрезерний стіл;

- фрезерний верстат з числовим програмним керуванням.

Фрезерний стаціонарний верстат. Це класична група верстатів (рис 2), призначена для обробки різноманітних дерев'яних поверхонь. За допомогою цього обладнання можна робити не тільки площинну обробку, але й виготовляти криволінійні та об'ємні елементи.

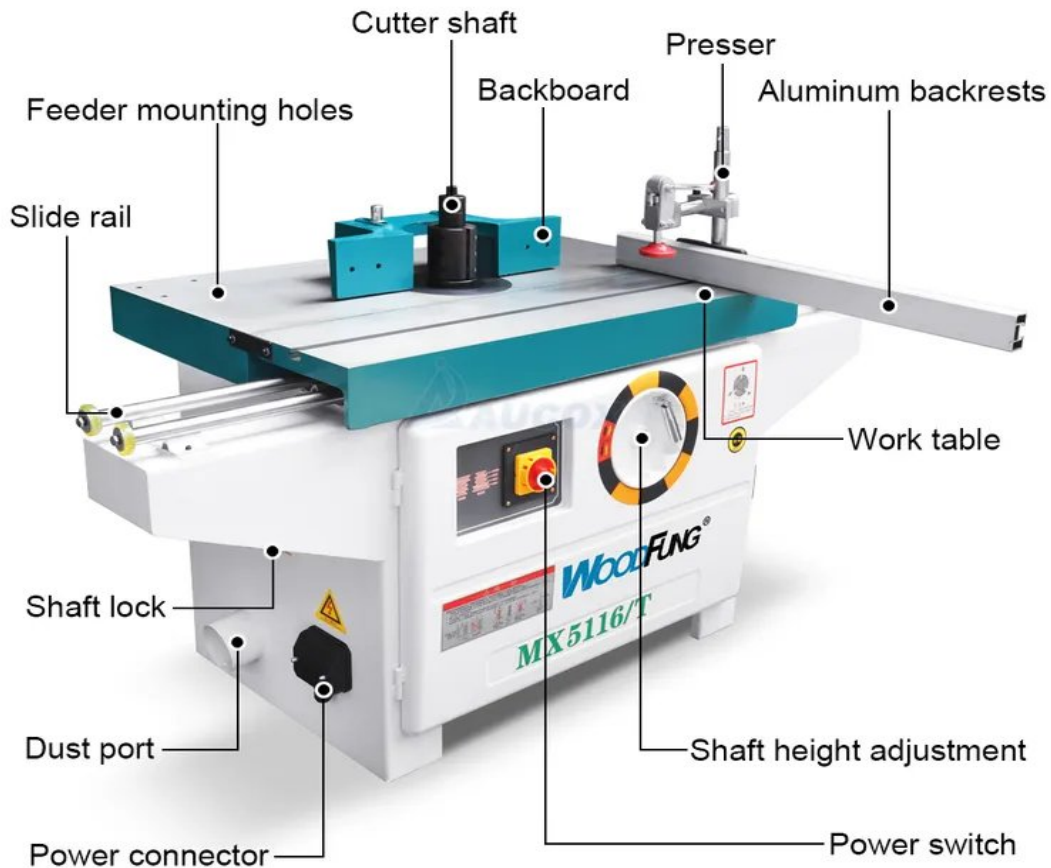


Рис. 2. Будова фрезерного верстату

Work table – робочий стіл; **Backboard** – направляюча лінійка; **Cutter shaft** – ріжучий вал (шпіндель); **Feeder mounting holes** – отвори для кріплення верхньої подачі; **Dust port** – отвір для відводу стружки та пилу; **Shaft lock** – фіксатор валу; **Slide rail** – напрямні робочого столу; **Presser** – притискач заготовок; **Aluminium backrests** – алюмінієва упорна лінійка; **Shaft height adjustment** – регулювання висоти валу; **Power switch** – вимикач живлення; **Power connector** – роз'єм живлення.

Будова фрезерного верстату.

Конструктивно стаціонарний фрезерний верстат складається із станини – чугунної масивної опори, на якій знаходиться робочий стіл, який може бути рухомих чи жорстко закріпленим. Основним вузлом верстата є шпіндель (вал верстата), на якому закріплюється різальний інструмент. За допомогою маховика можна змінювати висоту робочого валу а з ним і висоту фрези. Фреза, здійснюючи обертальні рухи, здійснює обробку дерев'яної заготовки, що рухається поступально по відношенню до осі шпинделя. Рух заготовки може здійснювались разом з робочим столом, або по столу за допомогою ручної подачі, також можливий рух за допомогою механічної подачі. Регулювання глибини різання, або виходу різальної кромки фрези контролює напрямна лінійка, яка і задає глибину різання інструмента. Для обробки криволінійних елементів та фрезеруванням під різними кутами станина оснащена вкладною

шайбою та поворотним транспортером, в деяких моделях сам робочий стіл може змінювати своє положення відносно шпинделя змінюючи кут нахилу.

Види робіт що виконуються на фрезерному верстаті.

За допомогою фрезерування виготовляються, пази, чверті, виконується профільна обробка, виготовляються фасонні деталі, проводиться плоске та об'ємне фрезерування різних рельєфів виробів, заготовок та деталей.

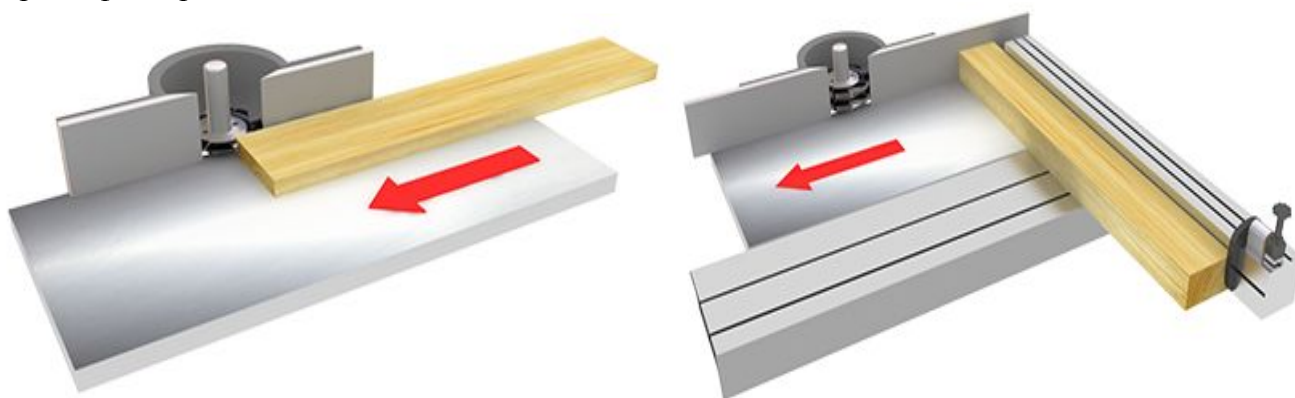


Рис. 3. Фрезерування кромки та тоців прямолінійне.

Фрезерування криволінійних поверхонь використовується для утворення складних профілів та форм заготовок. Також за допомогою шаблону (копіру) можна виготовляти велику кількість однотипних деталей з високою точністю розмірів та форми. Шаблон рухається по робочому столу спираючись на шайбу що вкладається у спеціальний отвір робочого стола. Іншим варіантом є рух шаблону по підшипнику що встановлюється на шпиндель.

Складне фрезерування криволінійних поверхонь є найскладнішим та найнебезпечнішим видом фрезерування. При такому виді фрезерування часто відбувається значне заглиблення фрези в деревину, та відбувається рух на зустріч волокнам деревини.

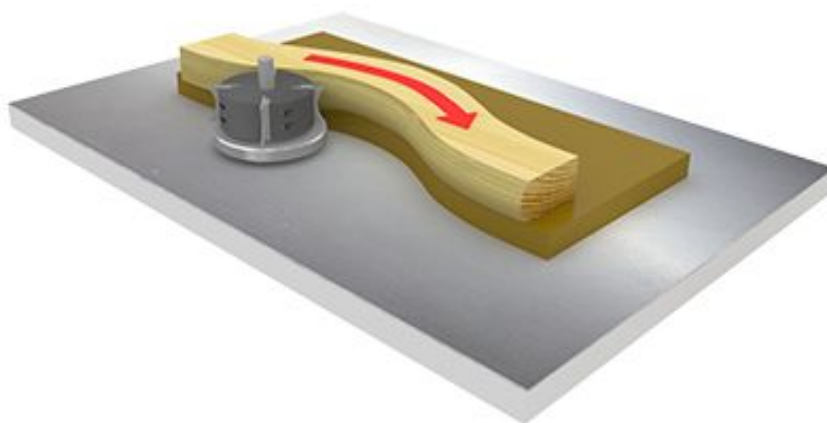


Рис. 4. Фрезерування криволінійних поверхонь по шаблону (копіру).

Переваги та недоліки стаціонарних верстатів.

Головними перевагами стаціонарних фрезерних верстатів є висока жорсткість всіх вузлів, потужність, високий запас міцності та довговічності всіх елементів конструкції. Все це впливає на якість обробки, час безперервної роботи, та строк служби верстата.

Недоліками є значна вага та висока вартість такого обладнання. Як правило його використовують деревообробні підприємства.

Фрезерний стіл. Це насправді той же верстат, але без двигуна. Як правило, його використовують під час роботи ручним фрезером.

Фрезерний стіл дозволяє закріпити ручний фрезер у перевернутому положенні, перетворюючи його на стаціонарний верстат (рис. 3). Це значно підвищує точність, безпеку та розширює можливості ручного фрезера при обробці.



Рис. 5. Фрезерний стіл.

Переваги та недоліки фрезерного стола.

Перевагою такого рішення є значне здешевлення обладнання, його мобільність та універсальність. До недоліків відносять менший ресурс обладнання, знижена жорсткість всіх вузлів, що веде до вібрацій та неможливості працювати з високою інтенсивністю та продуктивністю. Це також є наслідком низької потужності ручних фрезерів (до 2 квт).

Верстати з числовим програмним керуванням. Це досить складний підклас фрезерного обладнання, що конструктивно відрізняється від класичного фрезерного верстата. За допомогою них можна масово виготовляти деталі складної форми, плоскорельєфні та об'ємні деталі з мінімальною участю людини в процесі обробки.

Ріжучий інструмент для фрезерних верстатів.

Для обробки на фрезерних верстатах використовують **насадні фрези**. Такі фрези мають посадковий отвір, за допомогою якого вони кріпляться на шпиндель верстата і фіксуються на ньому. Насадні фрези призначені для плоскої та профільної обробки заготовок з деревини. Мають велику різноманітність конструктивних рішень.



Рис. 6. Насадні фрези для фрезерних стаціонарних верстатів та їх параметри

За конструкцією фрези для стаціонарних верстатів бувають суцільні, збірні та комбіновані.

Суцільні фрези виготовляють з одного шматка металу. Вони мають високу точність і добре збалансовані. На їх установку на шпінделі йде мало часу, забезпечують відносну безпеку в роботі (немає вставних ножів), їх зубці довше зберігають постійний профіль, не вимагають балансування забезпечують кращу якість обробки і більшу продуктивність.

Збірні фрези (фрезерні барабани) набирають з цілих фрез, а збірні за своєю конструкцією нагадують ножові вали фугувальних і фрезерних верстатів. За призначенням цілі фрези ділять на циліндричні – для обробки плоских кромek заготовок, пазові – для фрезерування шпунта, гребеня або чверті, прорізні – для утворення рамних або ящикових шипів.

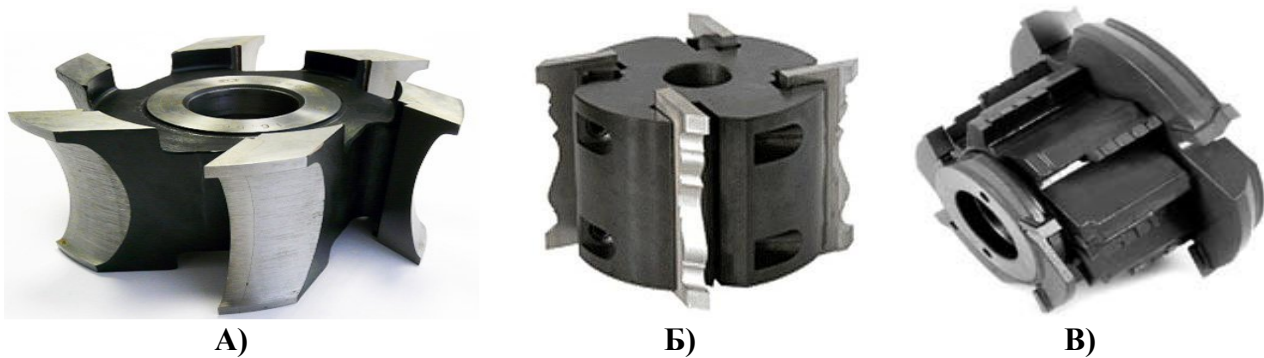


Рис. 7. Типи насадних фрез за конструкцією.

А) Суцільна фреза; Б) Збірна (фрезерний барабан); В) Комбінована (пакет фрез).

Комбіновані фрези (пакети фрез, рис 7 В) збираються з окремих суцільних фрез і разом створюють певний профіль. Це здешевлює та спрощує виготовлення фрез для складних профілів, також такий пакет фрез має кращу ремонтпригодність, вразі ушкодження одного з елементів пакету фрез.



Рис. 8. Шейперні фрези (кукурудза).

Шейперна фреза (кукурудза) – особливий різновид насадних збірних фрез, призначених для фугувальних робіт. Характерною ознакою фрез «Кукурудза» є застосування стандартних чотирьохсторонніх ріжучих пластин із твердого сплаву.

Ножі розташовані по всьому корпусу фрези, утворюючи спіралеподібні різальні лінії. Залежно від зовнішнього діаметра кількість різальних спіралей може змінюватися.

Особливість шейперної фрези полягає в тому, що зіткнення з оброблюваною поверхнею відбувається тільки на невеликій ділянці, що веде до вищої якості обробки.

Застосування фрези «Кукурудза» при обробці деревини не вимагає додаткового регулювання. Шейперні фрези широко застосовуються на поздовжньо-фрезерних верстатах у меблевій промисловості (роботи з обробки криволінійних та прямолінійних поверхонь). Сферою застосування шейперної фрези є кромочна обробка масивів з м'якої та твердої деревини, а також плитних матеріалів (МДФ, ДСП, фанера).

Ножі з твердого сплаву з чотирма ріжучими кромками дозволяють чотири рази провертати ніж по осі кріплення, підвищуючи ресурс інструменту. Корпуси фрези виготовляються з легкого сплаву дюраль Д16Т (2024Т3), що максимально знижує навантаження на підшипник шпинделя при експлуатації інструменту.

Фрези для фрезерних столів та ручних фрезерів

Фрези для ручного фрезера мають хвостову частину, за яку і кріпляться в цанговому патроні. Тому їх називають **хвостові** або **кінцеві**.

Фрези для ручного фрезера класифікуються за кількома ознаками, а саме:

- за формою;
- призначенням;
- конструкцією.

Основні типи включають *пазові*, *кромочні*, *фасонні* та інші типи, кожен з яких призначений для виконання конкретних завдань деревообробки.

Пазові фрези

Ці фрези використовуються для створення різноманітних канавок, пазів і виїмок в заготовці.

Прямі пазові: найпоширеніший тип, призначений для фрезерування прямих канавок і формування неглибоких гнізд.

Галтельні (увігнутий радіус): використовується для створення округлих канавок, наприклад, для декоративних елементів.

V-подібні: створюють канавки під певним кутом (наприклад, 90 або 60 градусів), часто використовується для гравіювання або декоративної обробки.

Ласточкин хвіст: формують трапецієподібні канавки, які використовуються для міцного з'єднання між деталями.



Рис. 9. Фрези пазові прямі

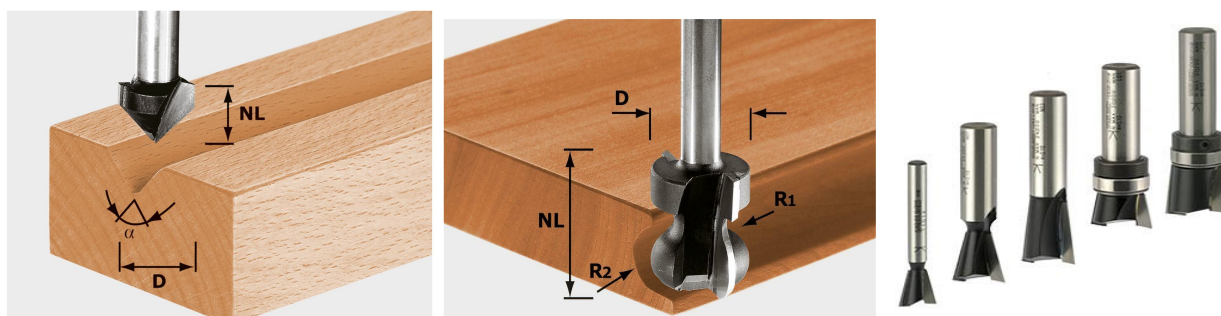


Рис. 10. Фрези пазові V-подібні, галтельні та типу «ласточкин хвіст»

Кромочні фрези

Кромочні фрези призначені для обробки та профілювання кромки заготовок. Багато з них оснащені підшипником, який служить упором і запобігає пошкодженню матеріалу.

Прямі кромочні: зніміть фаску під прямим кутом або вирівнюють її край.

Кальвовочні (випуклий радіус): створюють закруглені краї різного радіусу.

Фасонні (профільні): мають складну форму і дозволяють створювати декоративні профілі по краях, наприклад, для виготовлення плінтусів або лиштв.

Для зняття фаски: використовується для створення акуратного скосу під певним кутом.

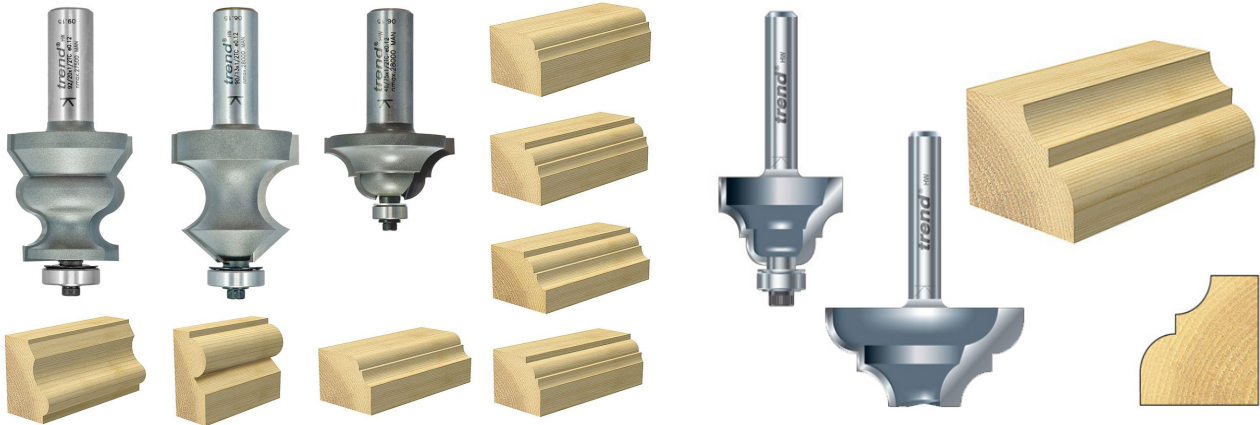


Рис. 11. Фрези кромочні кальвовочні та фасонні (з підшипником та без нього).

Фігурейні: Використовується для виготовлення дверних фільонки, меблевих фасадів та інших широких профілів.

Пальчикові: використовується для виготовлення глибоких канавок, виготовлення шипів та інших операцій, де потрібна механічна обробка кінцем фрези.

Обгонні (копіювальні): оснащений підшипником на кінці або зверху та використовується для точного копіювання форми по шаблону.

Для склеювання деревини: зубчастий профіль фрез створює на кромці та торцях заготовок гребінці та пази що збільшують площу склеювання.

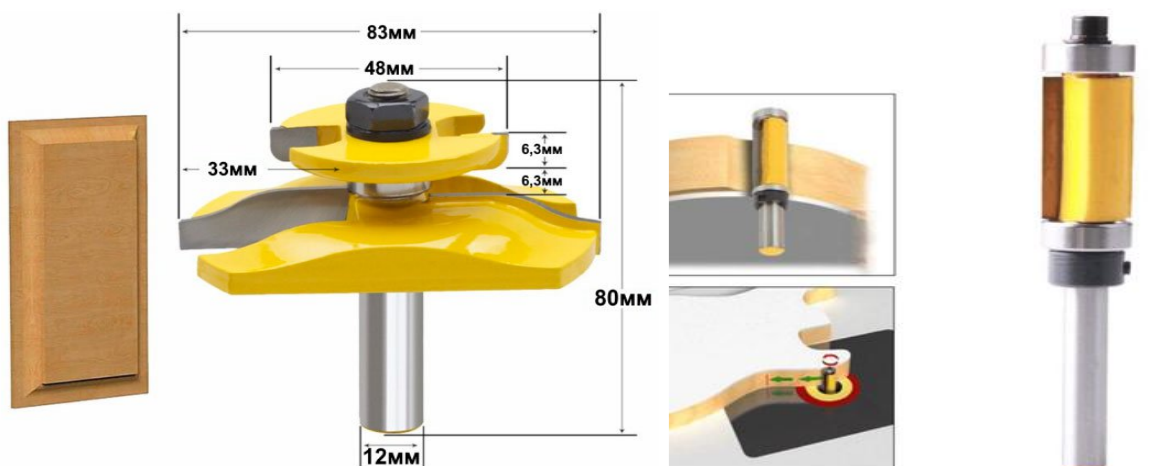


Рис. 12. Фрези фігурейні та копіювальні

Класифікація за конструкцією та матеріалами

Конструкція: фрези можуть бути суцільними (виготовляються з цілісного матеріалу), композиційними (мають змінні або паяні ріжучі елементи).

Матеріал. Найпоширенішими різцями є швидкорізальна сталь (HSS) або твердосплавні матеріали (наприклад, карбід вольфраму), які забезпечують більшу довговічність.

Діаметр хвостовика: фрези для ручних фрез зазвичай мають хвостовики діаметром 6, 8, 10 або 12 мм, що важливо враховувати при виборі конкретного інструменту.



Рис. 13. Фрези для склеювання деревини по кромкам та торцям.

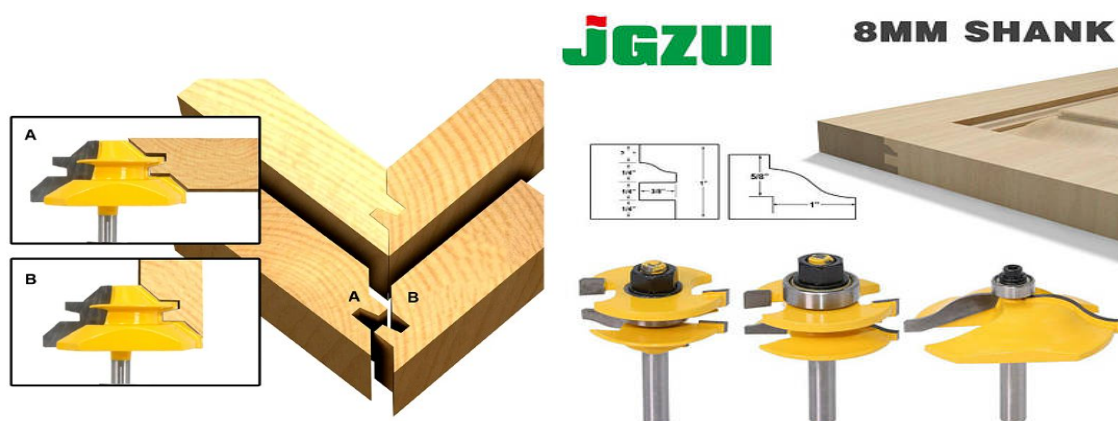


Рис. 14. Профільні фрези для кутових з'єднань та меблевих фасадів

Хід роботи

1. Вивчіть будову фрезерного верстата Ф 4 наявного в майстерні;
2. Вивчіть будову та призначення фрез що є в наявності в майстерні;
3. Вивчіть правила техніки безпеки при роботі на фрезерному верстаті;
4. Підберіть необхідний ріжучий інструмент (згідно виду запланованих робіт) та налаштуйте фрезерний верстат до роботи;
5. Зафіксуйте фрезу на шпинделі верстата;
6. Встановіть пряму лінійку на відповідну відстань від фрези;
7. Проверніть шпиндель рукою, зробивши повний оберт фрези, впевнившись що фреза не торкається прямої лінійки та робочого стола;
8. Запустіть та перевірте верстат на холостому ходу;
9. Виконайте пробне фрезерування, перевірте правильність налаштування, за необхідності внесіть корективи в налаштування;
10. Виконайте фрезерування плавно рухаючи заготовку відносно фрези.

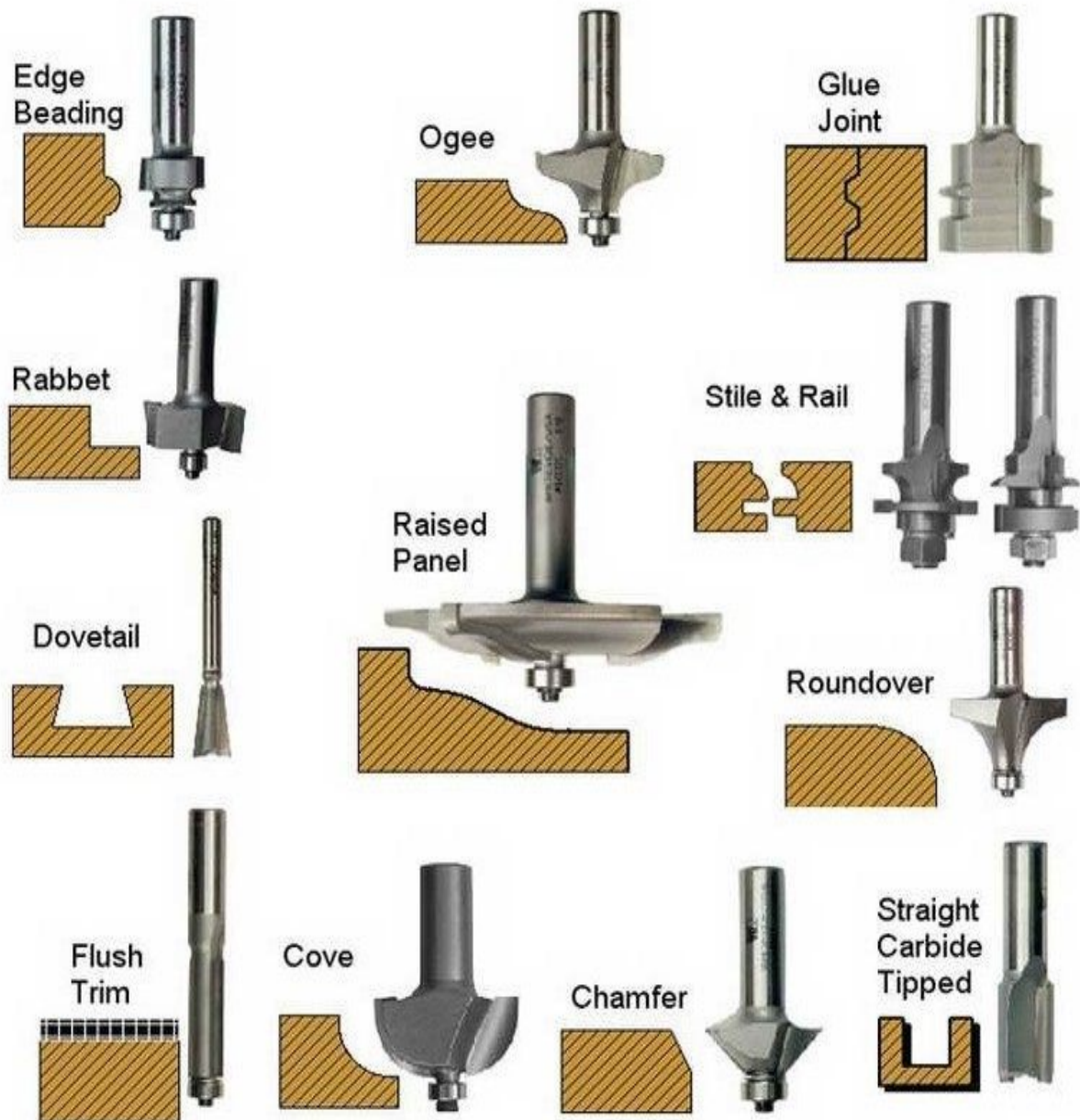


Рис. 15. Різновиди фрез для ручного фрезера

Питання до самостійної роботи

1. Користуючись рис. 15. запишіть назви фрез на англійській мові, перекладіть та запишіть їх правильну назву українською, коротко опишіть їх призначення.

Звіт до роботи

1 Письмова відповідь.

Практична робота №12

Фрезерні верстати з числовим програмним керуванням

Мета роботи: Вивчити призначення, будову, різновиди фрезерних верстатів з ЧПК, їх ріжучий інструмент.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

Знати:

- основні види фрезерних верстатів з ЧПК, їх ріжучий інструмент;
- види робіт що виконуються на даному виді обладнання;
- призначення та основні переваги та недоліки відповідно за технологічними ознаками.

Вміти:

- розрізнати фрезерні верстати за зовнішніми ознаками;
- виконувати основні операції по налаштуванню обладнання;
- планувати технологічний процес підбираючи відповідне обладнання та способи обробки.

Обладнання та інструменти: фрезерний верстат, ріжучі інструменти, наочне обладнання.

Короткі теоретичні відомості

Верстат із числовим програмним керуванням - це автоматизоване обладнання, кероване комп'ютером. На відміну від ручних верстатів, де оператор вручну контролює рух інструменту, верстати з ЧПК слідуєть задалегідь запрограмованим командам, що забезпечує високу точність, швидкість та повторюваність обробки.

Фрезерні верстати з ЧПК – це автоматизовані верстати, які широко використовуються для вирізання 2D та неглибоких 3D профілів. Фрезерний верстат з ЧПК використовує три осі руху (X, Y та Z), які переміщують обертовий різець для видалення матеріалу за запрограмованим шаблоном. Фрезерні верстати з ЧПК керуються G-кодом. Електричний привід може застосовувати широкий спектр свердел та фрезер. Зазвичай заготовка закріплена на стаціонарному столі на самому фрезерному верстаті. Однак і столи деяких верстатів з ЧПК можуть рухатися по осях X, Y та Z. Найдешевші верстати можуть обробляти лише «м'які» матеріали, тоді як верстати середнього класу можуть різати алюміній, латунь та легкі метали.

Процес роботи верстата з ЧПУ складається з кількох етапів:

1. **Створення 3D моделі.** Інженер-конструктор створює цифрову 3D-модель деталі у програмі CAD (Computer-Aided Design), наприклад Fusion 360 або Solidworks.

2. **Генерація програми.** Модель імпортується в програму CAM (Computer-Aided Manufacturing), яка генерує програму управління. Ця програма складається з команд (G-коди та M-коди), що описують траєкторію руху інструмента, швидкість та інші параметри.

3. **Обробка.** Програма завантажується в керуючий контролер верстата. Контролер перетворює команди на сигнали, які керують двигунами верстата, змушуючи їх переміщати різальний інструмент заданими осями з високою точністю.

У ЧПК-верстаті обробка керується за допомогою комп'ютерної програми. Повний процес обробки з ЧПК залежить від CAD та CAM. CAD означає автоматизоване проектування, слово CAM — автоматизоване виробництво. За допомогою CAD-програми створюється тривимірний дизайн об'єкта, який має виготовити верстат, і за допомогою CAM-програми ця віртуальна модель перетворюється на реальний тривимірний об'єкт. Спочатку створюється двовимірний чи тривимірний цифровий файл майбутнього об'єкта з файлу CAD (автоматизоване проектування), потім кодується комп'ютерна програма, яку верстат з ЧПК зможе зрозуміти.

Приклади верстатів із ЧПК численні — сюди входять фрезери, лазерні різачки, гравери, верстати електроерозійного різання, токарні верстати, плазмотрони, водорізи та багато інших. Формально до них входять і 3D-принтери, але адитивне та екстрактивне виробництво прийнято розділяти, тому — коли ми говоримо про верстати з ЧПК, то маємо на увазі

механізми, які створюють деталь **відніманням зайвого матеріалу** із заготовки, а не додаванням нового. **Екстрактивні процеси у виробництві прийнято називати механічною обробкою, скорочено – механобробкою.**

Основні типи верстатів з ЧПУ в обробці деревини

Фрезерні верстати. Використовують фрезу для обробки заготовок і створення складних 2D- і 3D-форм. Можуть мати від 3 до 5 і більше осей, що дозволяє обробляти деталі з різних боків.

Токарні верстати. Призначені для обробки деталей, що обертаються навколо осі. Ріжучий інструмент залишається нерухомим, в той час як обертається заготовка.

Лазерні верстати. Використовують сфокусований лазерний промінь для різання, гравіювання або маркування різних матеріалів, включаючи метал, дерево, пластик та тканину.

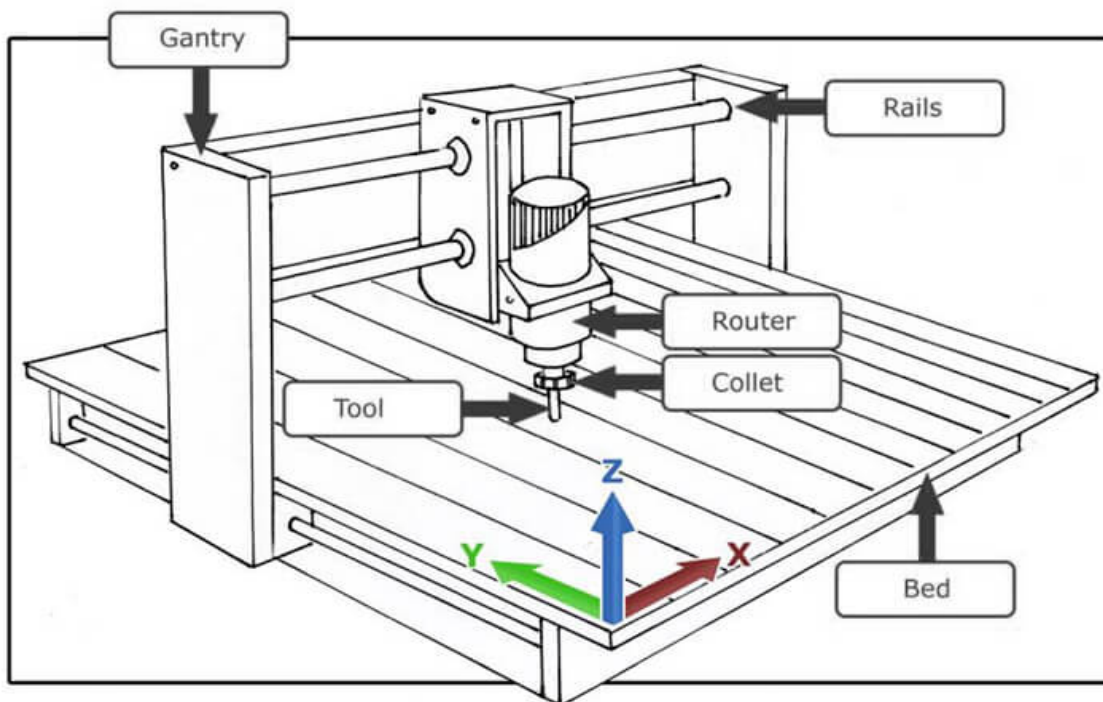


Рис. 1. Будова та основні вузли ЧПК верстатів.

Bed – станина; Gantry – портал; Rails – напрямні рейки; Router – маршрутизатор (шпіндель); Collet – цанга; Tool – ріжучий інструмент

Конструктивні елементи фрезерних верстатів з ЧПУ для дерева.

1. Станина

Станина (рама) призначена для підтримування верстату. Вкрай важливо, щоб рама фрезерного верстата з ЧПК була максимально жорсткою. Точність неможлива, якщо положення заготовки або різця невизначене через вигин рами. Наслідки недостатньо жорсткої конструкції фрезерного верстата різняться залежно від ступеня гнучкості, включаючи: вібрацію, поперечний вигин та зміщення на будь-якій осі.

2. Портал

Портальний ЧПК верстат— це різновид фрезерного верстата з числовим програмним керуванням, який має рухому П-подібну конструкцію, що переміщується над нерухомим робочим столом. Ця конструкція, відома як портал, утримує фрезерний шпіндель, що забезпечує високу точність обробки великих та важких заготовок. На відміну від класичних фрезерних верстатів, де рухається стіл, у портальному ЧПК верстаті портал зі шпинделем рухається вздовж робочого столу. Завдяки своїй конструкції, портальні верстати ідеально підходять для обробки великогабаритних заготовок. Масивна та міцна станина забезпечує високу жорсткість, стійкість і мінімальні вібрації, що дозволяє досягти високої точності обробки.



Рис. 2. Портал фрезерних (портальних) верстатів з ЧПК

3. Стіл

Столи відрізняються конструкцією та системами розташування заготовок. Найкращі з вакуумним притисканням, також використовуються з інтегрованими Т-подібними пазами, для фіксації заготовок. Конструкція з алюмінію є дуже поширеною та пропонує гарне поєднання жорсткості та низької ваги.

Вакуумна система столу з ЧПК використовує вакуум для надійного утримання заготовок на місці під час обробки, забезпечуючи безперешкодне швидке пересування поверхню ріжучого інструменту. Ця система зазвичай включає спеціальний вакуумний насос, підключений до спеціалізованої поверхні столу.

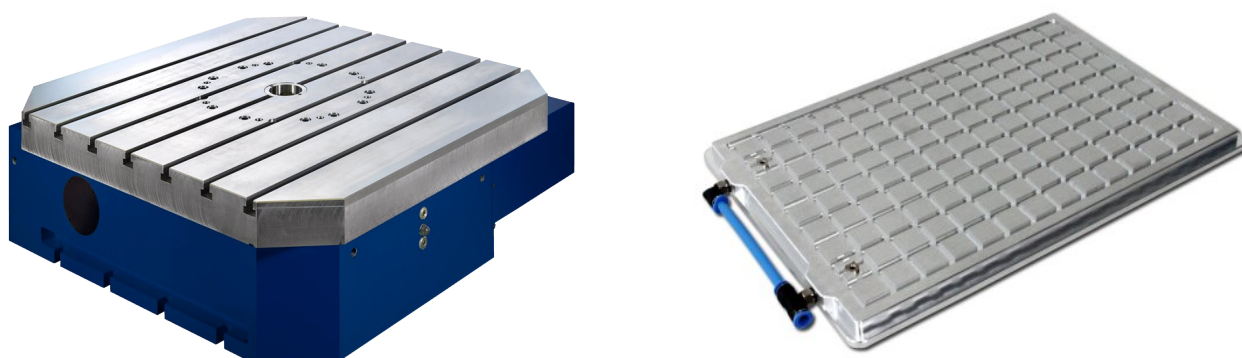


Рис. 3. Стіл з Т-подібними пазами та вакуумний стіл



Рис. 4. Притискачі заготовок для Т-подібних пазів у робочих столах

3. Шпиндель

Шпиндель є найважливішим компонентом фрезерного верстата з ЧПК. У більшості верстатів шпиндель є невід'ємною частиною вала двигуна та спирається на підшипники двигуна. Це низьковитратний метод виготовлення, але якщо підшипники двигуна не є

достатньо міцними, можуть виникнути проблеми з передчасним зносом. Також підшипники які мають великі зазори призводять до втрати точності. Підшипники поганої якості або зношені додають багато шуму при роботі.



Рис. 5. Шпиндель ЧПК верстатів.

4. Напрявні

Напрявні - це доріжки руху, які забезпечують рух X-Y-Z. Саме від них (а також жорсткої рами та якісних ходових гвинтів) будь-який фрезерний верстат отримує свою точність. Найпоширенішими напрямними є прецизійно шліфовані стрижні з нержавіючої сталі, на яких обертаються або звичайні втулки, або рециркуляційні кульки. Вісь потребує щонайменше двох таких стрижнів – і чим далі ці стрижні розташовані один від одного, тим точнішими будуть рухи осі. Звичайні втулки дешевші, але рециркуляційні кулькові втулки рухаються легше. Вільний рух означає точніше позиціонування.

У дорожчих машинах, як правило, використовуються V-подібні доріжки з канавками, та кульковими підшипниками, закріпленими з обох боків доріжки. Рециркуляційні кулькові втулки важче захистити від бруду, ніж звичайні підшипники.

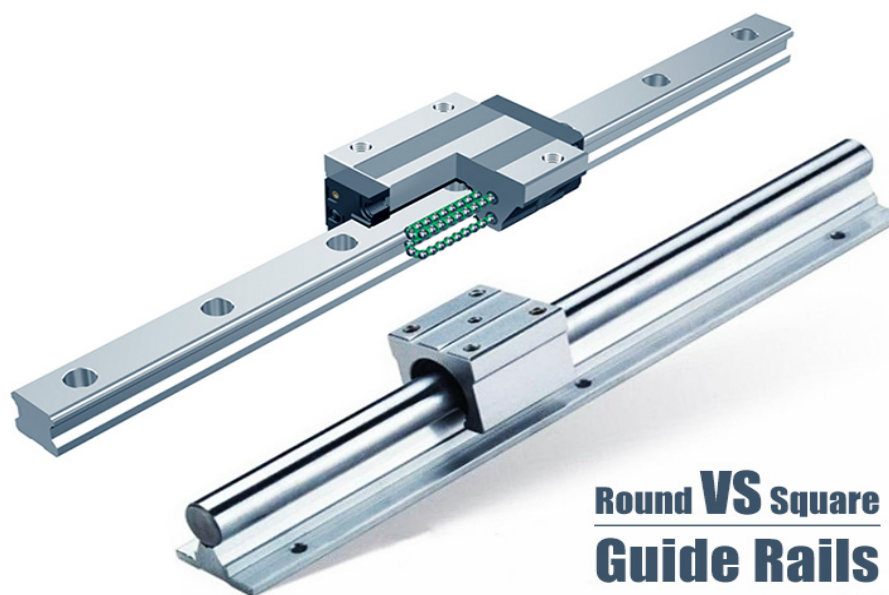
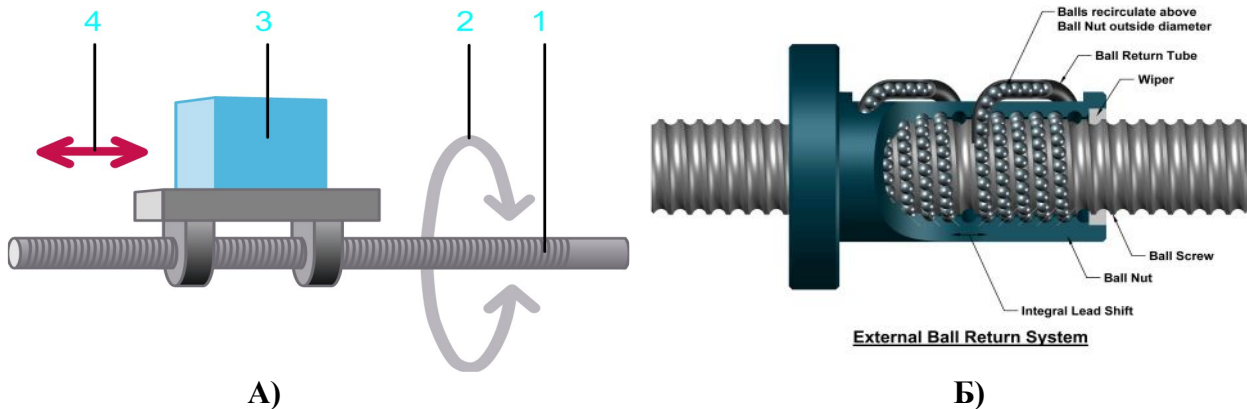


Рис. 6. Різновиди напрямних ЧПК верстатів

5. Осьовий привід

Осьові приводи перетворюють обертовий рух шагових двигунів, в лінійний рух. У дешевших машинах для цього часто використовуються зубчасті передачі або зубчасті ремені. Зубчасті ремені використовуються в робототехнічних системах позиціонування протягом десятиліть і можуть бути довговічними, якщо їх підтримувати в чистоті.

У дорожчих машинах, як правило, використовуються рециркуляційні кулькові гвинти. Але вони створюють ті ж проблеми забруднення/знос, що й аналогічні системи в напрямних ковзання, тому чистота є важливою для тривалого терміну служби верстата.



А)

Б)

Рис. 7. Осьовий привід ЧПК верстатів.

А) принцип роботи; Б) Рециркуляційний кульковий ходовий гвинт.

- А) 1. Гвинт / Вхідний вал; 2. Обертальний рух на вхідному валу; 3. Навантаження; 4. Лінійний рух навантаження, описаний профілем руху.

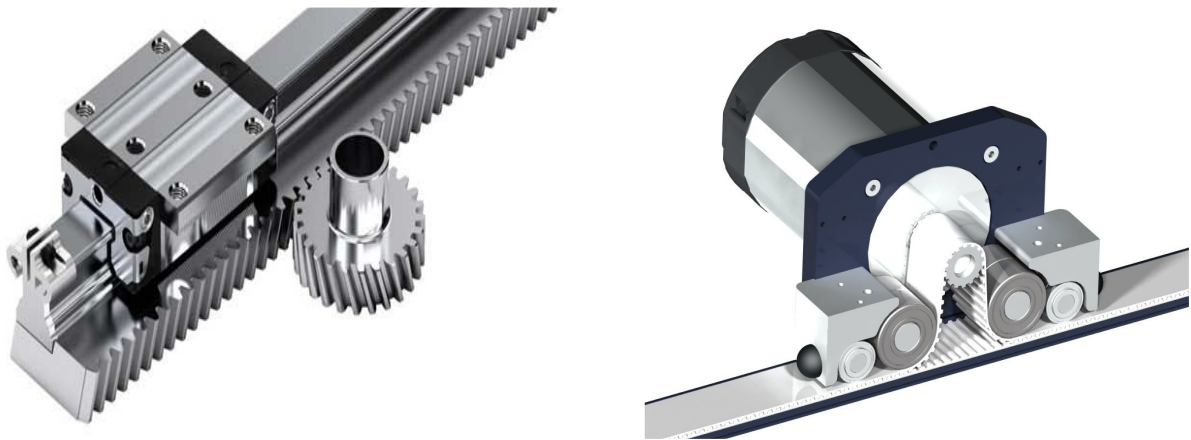


Рис. 8. Передача руху за допомогою зубчатої рейки та зубчата пасова передача

6. Контролер ЧПК (виконує G-код)

Контролери ЧПК призначені для перетворення вхідного G-коду, який надає користувач, на точні та повторювані рухи ріжучого інструменту. Контролер ЧПК (числового програмного керування) – це "мозок" верстата, який інтерпретує команди (G-код) та координує всі етапи його роботи, від керування двигунами до зміни інструменту.

Популярні типи контролерів

Автономні (DSP-контролери)

RichAuto A11/A18: Ці контролери (A11 для 3 осей, A18 для 4 осей) є популярним рішенням для фрезерних верстатів. Вони не вимагають підключення до комп'ютера під час роботи, програми завантажуються з USB-накопичувача. Відрізняються високою надійністю та простотою використання.

DDCS V3.1 / V4.1: Автономні 3-х або 4-хосеві системи керування з кольоровим екраном. Версія V4.1 підтримує зміну інструменту. Відгуки користувачів на YouTube відзначають їх зручність та функціональність, особливо в комплекті з додатковою клавіатурою та джойстиком.

на базі ПК (плати управління)

NC-Studio: Система, яка використовує плату PCI-контролера, що встановлюється на комп'ютер. Добре підходить для 3-осевих систем, широко поширена серед новачків та професіоналів.

Mach3: Одна з найпоширеніших систем, яка використовує LPT або USB-інтерфейс для підключення до ПК. Для роботи потрібна спеціальна плата за комутацію. Пропонуються варіанти як для 3-х, так і для 5 осей.

DIY-рішення (для любителів)

Arduino UNO із CNC Shield: Бюджетне рішення початкового рівня. Використовується мікроконтролер Arduino UNO та спеціальна плата розширення (CNC Shield v3) для керування кроковими двигунами. Часто застосовується з програмним забезпеченням з відкритим кодом, наприклад, GRBL.

Провідні промислові бренди

FANUC: Японський світовий лідер у галузі ЧПУ та автоматизації, що формує галузеві стандарти протягом десятиліть.

Siemens (SINUMERIK): Відомий німецький бренд, що пропонує потужні та гнучкі промислові рішення.

Heidenhain: Спеціалізується на високоточних контролерах, особливо популярних у металообробці.

GSK: Китайський виробник, системи ЧПУ якого широко використовуються в різних верстатах завдяки гарному співвідношенню ціни та якості.

При виборі контролера важливо переконатися у його сумісності з двигунами та приводами вашого верстата



Рис. 9. 4-осьовий контролер ЧПК F54

Ріжучий інструмент для фрезерних верстатів з ЧПК

Доступний широкий асортимент інструментів, які разом називають *фрезами*. Інструмент, що використовується, утримується в затискному пристрої, який часто називають *цангою*. Цанги кріпляться до головного валу двигуна. Як правило для верстатів з ЧПК використовують кінцеві (хвостові) фрези, які кріпляться за хвостовик у цанговий патрон.



Рис. 10. Кінцеві фрези для верстатів з ЧПК

«Фрези» – це загальний термін для широкого спектру свердел та фрез. Це допоміжне обладнання включає торцеву або насадну фрезу, циліндричні та конічні фрези, а також кулькову фрезу. Конічні фрези з голівкою та кулькою добре підходять для обробки кривих поверхонь, оскільки вони не створюють канавок і можуть вирівнювати поверхні до гладкої округлості.

При виборі фрези для верстата з ЧПУ слід знати, для чого використовуються і краще використовувати фрези різного типу. Для того, щоб вибрати відповідний вид фрези, слід виходити з 2 параметрів: матеріалу, що підлягає обробці та типу виробу, який ви хочете виготовити.

Класифікація фрез для ЧПК

Існує дві групи фрез: цільносплавні та з напайками пластин.

Цільносплавні – виробляють із швидкорізальної сталі високої твердості. Вони ріжуть та обробляють тверді метали: сталь, титан, а також композитні матеріали. Для більш м'якого алюмінію, а також деревини та пластику використовують модифікації з інструментальної сталі. Такі моделі мають високу ударну в'язкість, але вони швидше зношуються під час роботи.

Фрези з напайками виготовляються із цільного сталевого полотна, на якому ріжучі кромки виконують у вигляді накладок із твердого матеріалу. За цією технологією виготовляють алмазні, керамічні, фасонні складної геометрії та великорозмірні модифікації.

Типи фрез

Основні види:

кінцеві – відрізняються високою точністю, використовуються для фрезерування площин, створення пазів та контурів;

сферичні - призначені для створення плавних контурів та поверхонь складної форми;

торцеві – застосовуються до роботи з великими площинами, створюють рівну поверхню;

фасонні – використовуються для обробки складних профілів та декоративних елементів.

За кількістю ріжучих граней

Фрези для ЧПУ також розрізняються за кількістю ріжучих кромки:

однозубі (однозахідні) – розроблені спеціально для високошвидкісної обробки нетвердих матеріалів, таких як пластик та алюміній;

багато зубі (двох-, трьох-чотиризахідні) – забезпечують якіснішу обробку поверхні та застосовуються для роботи з твердими матеріалами.

За типом викиду стружки

З виведенням стружки донизу – такі моделі мінімізують сколи на верхній поверхні заготовки. Інструмент обробляє ламінат, фанеру та інші шаруваті матеріали, де важливо не пошкодити верхню поверхню.

З виведенням стружки вгору – виконують глибокі різи, де важливо швидко видаляти стружку, добре показали себе у роботі з м'якими матеріалами.

Компресійні з комбінованим викидом (compression) – поєднують переваги верхнього і нижнього викиду стружки. Сколів не буде на обох поверхнях заготівлі.



Рис. 11. Кінцеві та торцеві фрези

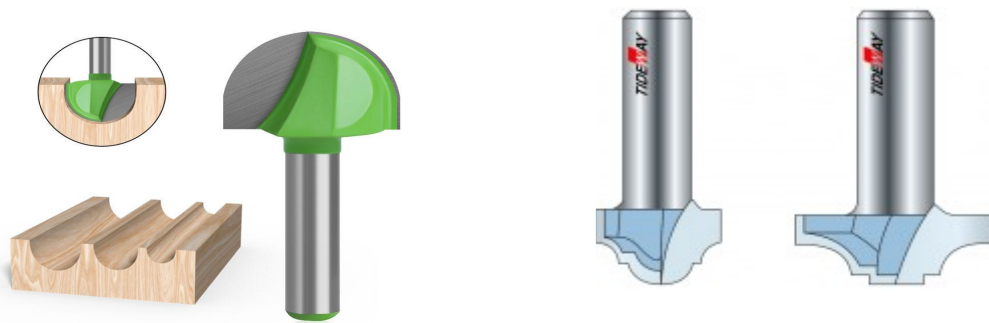


Рис. 12. Сферичні та фасонні фрези

Різноманітні комбінації фрез для ЧПУ

Однозахідні з верхнім виведенням стружки

Розраховані працювати з нетвердими матеріалами: деревом, пластиком, алюмінієм. Верхній викид допомагає запобігти забиванню та нагріванню стружки до температури плавлення.

Кінцеві однозахідні

Утворюють велику стружку. У чорновій обробці, де потрібна висока продуктивність та мінімальне зусилля різання, їм немає рівних. Застосовуються для: ABS, ПВХ, ЛДСП, ДСП, акрилу, оргскла, деревини, фанери, композитів.

Двозахідні з верхнім виведенням стружки

Забезпечують більш плавний різ і високу якість обробки, оскільки два ріжучі зуби створюють рівномірний тиск на матеріал. Підходять для неплавких легких матеріалів.

Типи двозахідних фрез для ЧПУ з верхнім викидом стружки

Кінцеві радіусні – знімають мінімальну кількість матеріалу та утворюють дрібну стружку. Підходять для деревини, фанери, ДСП, ПВХ, ABS, композитів.

Кінцеві прями – спіральний нахил відсутній, що забезпечує рівномірне та стабільне різання з мінімальними вібраціями. Призначення: обробка крихких матеріалів, глибоке свердління, пазування та фрезкування контурів.

Фрези із захисним шаром – мають збільшену зносостійкість та термін служби, справляються з будь-якими металами.

Три- і чотиризахідні з верхнім викидом стружки

Розроблені для застосування у масовому виробництві, де важлива швидкість. Інструмент працює з підвищеною точністю та забезпечує чистоту поверхні. Найбільш популярні фрези зі стружколом, у яких на ріжучій кромці або на лезі передбачені спеціальні виїмки або зубці для дроблення стружки.

Фрези з нижнім викидом стружки

Зберігають верхню поверхню матеріалу без пошкоджень. Їх рекомендують для ламінованих поверхонь, фанери, композитів, оргскла, текстоліту та для фінішної обробки.

Бори «кукурудза»

Мають багатозубу ріжучу кромку. Швидко видаляють великий об'єм матеріалу. Легко справляються з важкими завданнями, такими як видалення зайвого матеріалу або підготовка поверхні для подальшої обробки.

Фрези для 3D обробки

Використовуються для створення об'ємних форм та деталей.

Види фрез для 3D-обробки:

конусні – для тонких робіт та підрізування у складних ділянках, створення гострих кутів, гравіювання та роботи з дрібними деталями.

циліндричні – для чорнкової обробки з подальшою доробкою кінцевою фрезою.



Рис. 13. Фрези для 3D обробки та фреза «кукурудза»

Фасонні фрези для створення складних контурів

Фігурні леза – дозволяють вирізати певний профіль, що повторює форму фрези. Інструменти використовуються у різних галузях, включаючи меблеву промисловість, виробництво декоративних елементів та машинобудування.

Види фасонних фрез:

- кальвовочні;
- профільні;
- для зняття фасок;
- для прямокутних чи V-подібних пазів.

Характеристика фрез.

Однозахідна фреза для верстата з ЧПУ

1-західні фрези підійдуть для м'яких матеріалів, таких як пластмаса, дерево, пластмасові та алюмінієві панелі, оргскло, ПВХ, акрил, плексиглас, пінопласт та інші. Перевага цього виду

фрези полягає в тому, що вона має високу зносостійкість. Завдяки тому, що основні параметри канавок дозволяють отримувати довгу стружку, фреза не забивається. Так, тут більш актуальний процес затуплення, ніж поломка або псування фрези.

Дуже часто 1-заходні фрези використовуються для створення макетів у сфері реклами, коли якість обробленої поверхні не така важлива.

Двовихідна фреза для верстата ЧПУ

2-заходні фрези використовуються для жорстких матеріалів, таких як тверді пластмаси, МДФ, акрил, ПВХ, пінопласт і т.д., а також для сендвіч - панелей з алюмінію та пластмаси. Двовихідна фреза утворює дрібнішу стружку. За один прохід фреза з двома заходами знімає менше матеріалу порівняно з однозаходним. Робота виходить більш чистою та точною.

Спіралеподібна фреза з двома або більше заходами гарантує найкраще чищення від стружки за один прохід. Кількість зубів і глибина канавок допомагають найкраще подрібнити стружку.

Двозаходна циліндрчна спіралеподібна фреза використовується в тому випадку, якщо ви хочете досягти максимального результату, а саме - ідеально гладкої та якісної обробки. Такий ефект досягається за рахунок скорочення вібрацій під час різання.

Гравірування та нанесення складних елементів на заготовку за допомогою фрези з двома заходами відмінно підійде для тривимірних малюнків. Виходить ідеальна, полірована, гладка поверхня, яка не потребує додаткової обробки.

Фрези для складних робіт

Кулькові або сферичні фрези максимально ефективні при використанні на верстатах з ЧПК під час виконання складних робіт із створення 3D об'ємних форм. Вони добре обробляють пластик, дерев'яні поверхні, метал і сталь, не допускаючи шорсткості.

Фрези з формою «риб'ячий хвіст» потрібні для двосторонньої обробки поверхонь. Завдяки своєму специфічному устрою вони перешкоджають виникненню дефектів, сколів та зачепів як на лицьовому виробі, так і на його зворотному боці. Ще одна перевага фрези даної форми – це наявність поглибленої канавки, яка гарантує стабільність високих подач при швидкісній обробці матеріалу. Такий ефект можливий завдяки продуманій геометрії, яка мінімізує прояв вібрацій. Це допомагає краще усунути стружку, що накопичилася.

Вибір якісних фрез визначає як точність і якість обробки, а й ефективність всього виробничого процесу.

Цангові патрони

Цанга — це проста система затискання, яка використовує розрізну трубку (з конічним носом). Вона щільно прилягає до прямого хвостовика інструмента та має контргайку, яка затискає конус, щоб притиснути розрізну трубку до інструменту. Цанга розміщується в цанговому патроні, який зазвичай кріпиться до фрезера за допомогою конічного фіксатора та пружинного фіксатора. У багатьох простіших конфігураціях цанговий патрон не знімається зі шпинделя,

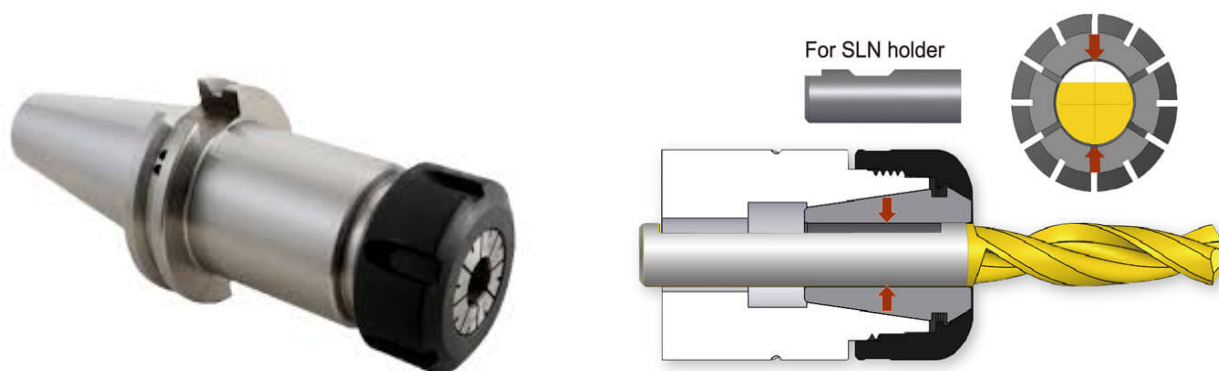


Рис. 14. Цанговий патрон

Інструменти, закріплені в цанговому знімному патроні, можна швидко змінювати на інші за допомогою різноманітних систем позиціонування та фіксації. Для налаштувань автоматичної зміни інструментів кожен необхідний інструмент буде розміщено у відповідній цанзі. Верстат буде забирати нові інструменти з фіксованих положень на столі, коли це необхідно. Кожна з цих цанг матиме швидкознімну верхню частину, до якої фрезер може легко прикріпитися. Після кожної зміни інструменту верстат підтверджує положення інструменту та глибину різання. Якщо інструмент неправильно встановлено в цангі, це призведе до не правильної обробки деталі. Датчик інструменту, недорогий детектор дотику та руху, допомагає забезпечити правильне встановлення інструментів.

Класифікація фрезерних верстатів з ЧПК.

Фрезерні верстати з ЧПК по дереву класифікуються за декількома основними ознаками, включаючи:

конструкцію станини (портальні, консольні), орієнтацію шпинделя (вертикальні, горизонтальні) та кількості осей обробки (3-, 4-, 5-осьові).

За конструкцією та розміром

Настільні (малогабаритні): Є компактними верстатами, які можна встановити на робочий стіл або верстак. Вони ідеально підходять для невеликих приватних майстерень, хобі та виконання нескладних завдань, наприклад для гравіювання або виготовлення дрібних деталей меблів.

Портальні: Найбільш поширений тип. Вони мають рухомий портал (міст), який переміщається станиною, в той час як заготовка залишається нерухою на робочому столі. Відрізняються високою жорсткістю та підходять для обробки листових матеріалів великого формату, таких як фанера або МДФ.

Консольні та безконсольні (з рухомих столом): У цих верстатах шпиндель (консоль) нерухомий по вертикалі, а робочий стіл із заготовкою переміщається в поздовжньому та поперечному напрямках. Найчастіше використовують у універсальних цілях, але менш поширені ніж портальними.

За орієнтацією шпинделя

Вертикально-фрезерні: Шпиндель розташований вертикально, перпендикулярно до робочого столу. Це найбільш поширений варіант для верстатів з ЧПК по дереву, що підходить для більшості операцій 2D/3D фрезерування.

Горизонтально-фрезерні: Шпиндель розташований горизонтально. Вони використовуються для певних видів обробки, наприклад для створення пазів, але рідше зустрічаються в універсальних деревообробних центрах з ЧПК.

За кількістю осей обробки

3-осьові: Найбагатший і найпоширеніший тип. Вони забезпечують переміщення інструменту по осях X, Y і Z (вперед-назад, вліво-вправо, вгору-вниз). Підходять для 2D-різання, гравіювання та створення простих 3D-моделей.

4-осьові: Додають вісь обертання (зазвичай навколо осі X або Y), що дозволяє обробляти криволінійні поверхні та створювати складніші деталі, такі як балясини або скульптури.

5-осьові: Забезпечують обертання двома додатковими осями, що дозволяє обробляти заготовку з кількох сторін за одну установку. Це забезпечує високу точність і можливість створення дуже складних, багатокуткових деталей, які часто використовуються в аерокосмічній та автомобільній промисловості, а також для високоточної обробки дерева.

Побутовий фрезерний верстат з ЧПК для дерева

Має невелику швидкість обробки заготовок і низький показник потужності двигуна. Вони є компактними та легкими. Тип обладнання – настільний. Зазвичай, використовується, якщо потрібно обробити маленьку дерев'яну деталь. Застосовується початківцями через простоту поводження з обладнанням.

Промисловий фрезерний верстат з ЧПК.

Застосовують, коли потрібна тривала робота, яка передбачає автоматичний режим. Є потужні мотори, шпинделі та напрямні. Верстат має велике робоче поле. Використовують цей

тип верстата, якщо потрібно виконати високошвидкісний процес при обробці деревини. Точність обробки – максимальна.

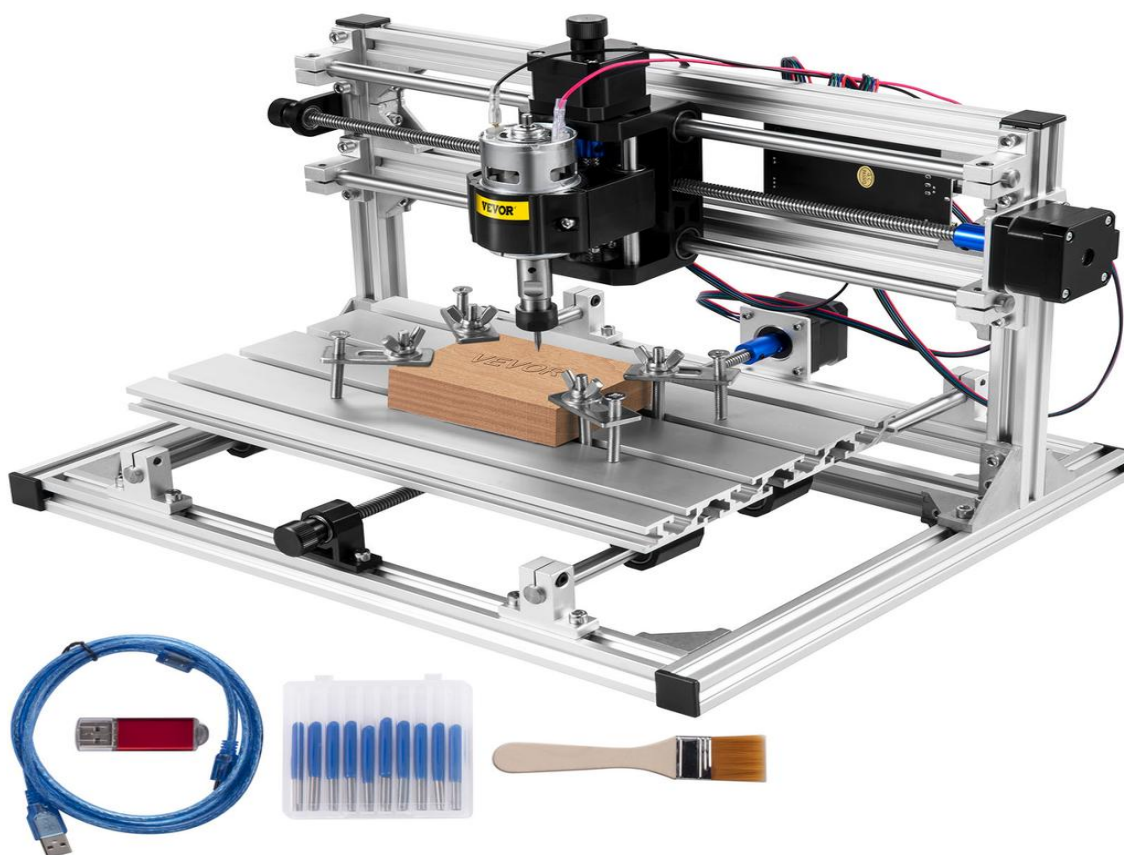


Рис. 15. Побутовий фрезерний верстат з ЧПК.

Копіювально-фрезерний верстат по дереву з ЧПК.

Широко застосовуються для створення складних декоративних елементів, 3D-різьблення та виробництва погонажних виробів, пропонуючи високу точність та автоматизацію процесу. Вони поєднують можливості копіювання (роботу за шаблоном) з керуванням по заданій програмі. Обробка складних однотипних профілів – основне призначення цього верстата. Устаткування дозволить зробити вироби ідентичними зразку. Завдяки готовим шаблонам, верстат робить деталі копіюючи їх з нього.

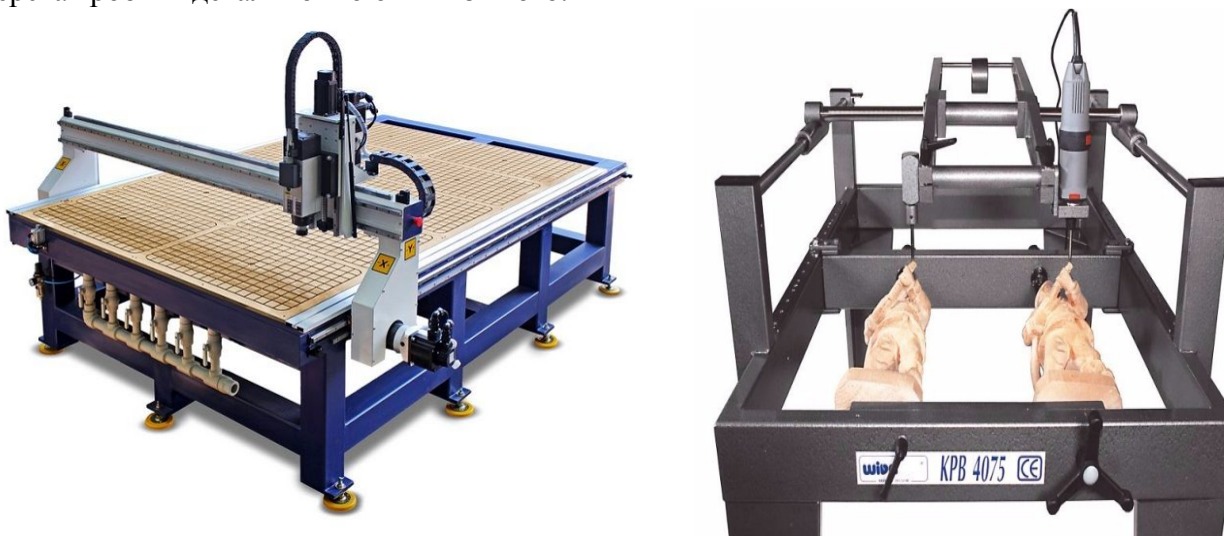


Рис. 16. Промисловий та копіювально-фрезерний верстат по дереву з ЧПК

Токарно-фрезерний верстат

Токарно-фрезерні верстати з ЧПУ по дереву це універсальне обладнання, що дозволяє виконувати як обертальне (токарне), так і плоску (фрезерну) обробку деталей з дерева та інших матеріалів. Вони ідеально підходять для виготовлення складних різьблених виробів, балясин, колон та інших декоративних елементів.



Рис. 17. Токарно – фрезерний верстат з ЧПК

Переваги верстатів з ЧПК

Висока точність. Мінімізація людського фактора дозволяє досягти виняткової точності та якості продукції.

Швидкість та продуктивність. Автоматизований процес значно прискорює виробництво та дозволяє працювати цілодобово з мінімальною участю оператора.

Повторюваність. Кожен виготовлений екземпляр повністю відповідає попередньому, що є критично важливим при серійному виробництві.

Складні форми. Можливість створювати деталі з геометрично складними формами, що важко чи неможливо зробити вручну.

Основи та особливості роботи на ЧПУ верстатах

Верстат з числовим програмним керуванням (скорочено ЧПК) - це автоматизоване обладнання, управління роботою якого забезпечує спеціальна програма. Завдяки алгоритму, закладеному в ній, обробка різних матеріалів та виготовлення деталей здійснюються без участі людини. Наприклад, верстат з ЧПУ може виконувати різання, свердління, фрезерування та інші операції. До того ж таке обладнання характеризується високою точністю, тому ідеально підходить для використання у масовому та серійному виробництві виробів у різних галузях промисловості.

Що потрібно знати, та уміти щоб працювати на ЧПУ верстатах

- основи механічної обробки (знати типи обробки, властивості оброблюваних матеріалів, використовуване обладнання та інструменти);

- вміння читати технічні малюнки та креслення (у тому числі необхідно розуміти позначення, розміри, допуски, існуючі види обробки);

- основи програмування верстатів з ЧПУ (слід розуміти основи G- і M-коду, вміти створювати керуючі команди і знаходити в них помилки);

- уміння налаштовувати верстат (встановлювати заготовки, інструменти, виставляти нульову позицію);

- основи принципами роботи з верстатами та розуміння правил безпеки на робочому місці;

- вмінням проводити оцінку та контроль виконуваних операцій;
- знання інтерфейсів систем ЧПУ;
- основи математичних розрахунків

Основи роботи на верстаті з ЧПУ

Робота зі верстатами ЧПУ вимагає від фахівців не лише технічних знань, а й уважності до виконання вимог безпеки. Це пов'язано з тим, що будь-яка помилка співробітника може призвести до виходу фрезерних та токарних ЧПК верстатів з ладу, а також виготовлення деталей з дефектами. Тільки правильна підготовка обладнання до роботи та знання всіх нюансів того, як працювати на ЧПК, дозволять зробити процес виготовлення деталей ефективним, якісним та безпечним та звести участь людини у ньому до мінімуму.

Щоб знати, як працювати на верстаті із ЧПУ, необхідно вивчити основи роботи з цим видом обладнання. Вони однаково ви для всіх видів верстатів з ЧПУ і включають кілька ключових етапів, серед яких підготовка обладнання до роботи (візуальний огляд, перевірка справності всіх вузлів та деталей), встановлення заготовки, запуск відповідної програми, контроль отриманих результатів. При роботі важливо дотримуватись вимог безпеки, це допоможе уникнути неприємних наслідків у процесі використання обладнання.

Також необхідно знати як зазначену вище етапність виконання робіт, так і особливості використовуваних матеріалів. Наприклад, від типу деревини (це може бути дерево, фанера, різні плити) залежить вибір інструментів для роботи з нею і налаштування параметрів обладнання. Крім того, слід звернути увагу на вологість матеріалів, щоб уникнути виникнення тріщин та різних деформацій на виробі у процесі роботи верстата. Перед встановленням заготовки необхідно переконатися, що вона має відповідні розміри, на ній відсутні сколи та дефекти, а поверхня рівна. Важливо також надійно закріпити матеріал за допомогою спеціальних затискачів або інших кріплень.

Хід роботи

Основи роботи на фрезерному верстаті з ЧПК включають:

1. Підготовку обладнання та робочого місця (до запуску верстата слід переконатися у справності всіх його деталей, а також необхідно зробити робочий простір безпечним, щоб уникнути травм та пошкодження обладнання);

2. Підготовка та встановлення заготовок (вибір інструментів для роботи залежить від матеріалу заготовки, яку необхідно надійно закріпити на верстаті, щоб уникнути появи дефектів на готовому виробі);

3. Запуск спеціально розробленої програми для виготовлення певного типу виробів (для цього використовується G-код, який передається в систему керування верстатом за допомогою USB-пристрою, інтернетом або іншим способом);

3. Налаштування обладнання та інструменту (необхідно вставити в шпиндель фрези, свердла, які відповідають заданій програмі, виставити нульову точку, перевірити всі параметри роботи);

4. Тестовий запуск (обладнання можна запустити без використання заготовки, щоб переконатися у правильності його роботи, за необхідності до програми слід внести коригування);

5. Запуск програми для обробки заготовки (у цей час необхідно контролювати процес роботи обладнання);

6. Контроль якості (після закінчення процесу слід перевірити якість та параметри отриманого виробу, для чого використовуються різні інструменти, наприклад штангенциркуль, мікрометр тощо);

7. Обслуговування обладнання після закінчення виробничого процесу (необхідно очистити його від забруднень, перевірити стан інструментів, у разі потреби змастити верстат).

Фрезерні верстати з ЧПК вимагають від фахівця дотримання етапності виконання робіт та уважності.

Питання до самостійної роботи

1. За якими алгоритмами працює верстат з ЧПК?
1. Класифікуйте фрезерні верстати з ЧПК.
2. Назвіть основні вузли та механізми верстатів з ЧПК
2. Характеризуйте ріжучі інструменти фрезерних верстатів.
3. Якими знаннями та вміннями повинен володіти оператор верстатів з ЧПК?

Звіт до роботи

1. Письмова відповідь.

Практична робота №13

Шліфувальні верстати

Мета роботи: Вивчити призначення, будову, різновиди шліфувальних верстатів, їх та різновиди.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

Знати:

- основні види шліфувальних верстатів, їх різновиди;
- види робіт що виконуються на данному виді обладнання;
- призначення та основні переваги та недоліки відповідно за технологічними ознаками.

Вміти:

- розрізняти шліфувальні верстати за зовнішніми ознаками;
- виконувати основні операції по налаштуванню обладнання;
- планувати технологічний процес підбираючи відповідне обладнання та способи обробки.

Обладнання та інструменти: шліфувально-дисковий верстат, гріндер, абразивний інструмент, наочне обладнання.

Короткі теоретичні відомості

У всіх видах різних оздоблювальних робіт один з останніх етапів - **шліфування**. Інструмент для шліфування постійно вдосконалюється і модернізується, полегшуючи продуктивні витрати, підвищуючи якість та ефективність робіт, і скорочуючи час.

Шліфування один з найдавніших видів обробки матеріалів. Воно дозволяє знизити шорсткість поверхні, вирівняти її, виконати чорнову обробку проблемних ділянок деревини (сучкувата, свилувата, схильна до задирів) де лезвийний інструмент буде залишати дефекти після обробки. Також шліфування дозволяє виконати складні радіусні профілі, та обробляти заготовки не великих розмірів.

Шліфування дозволяє довести обробку виробу з деревини до досконалості. Для прискорення цього процесу та збільшення його якості був винайдений шліфувальний верстат.

Шліфувальні верстати по дереву представлені широким асортиментом моделей, включаючи стрічкові, дискові та комбіновані варіанти, призначені для різних завдань від чорнової обробки до фінішного полірування. Вибір конкретного верстата залежить від потреб, типу та обсягу робіт.

Шліфувальні верстати по деревені поділяються на:

- Плоскошліфувальні стрічкові верстати з рухомими столами ШЛПС
- Стрічкові-шліфувальні (гріндери);
- Кромкошліфувальні;
- Тарільчасті (дискові);
- Тарільчасто-стрічкові (комбіновані);
- Барабанно-шліфувальні;
- Осциляційно шпиндельні;
- Щіткові верстати;
- Полірувальні-шліфувальні;

Стрічкові з рухомими столами (ШЛПС). Виконують площинну обробку поверхні деревини. Шліфують за допомогою абразивної стрічки, яку притискають до поверхні спеціальним прижимом, а заготовка знаходиться на робочому столі і робить зворотньо-поступальний рух відносно стрічки.

Використовуються на столярно- меблевих підприємствах для вирівнювання плоских поверхонь та задання їм відповідної шорсткості. Відрізняються високою продуктивністю, так як мають велику швидкість різання, та довжину шліфувальної стрічки (6 метрів та більше) а тому довше слугують і менше забиваються пилом та смолою в процесі роботи.



Рис. 1. Шліфувальний, стрічковий верстат з рухомим столом (ШЛПС) та гріндер.

Гріндери - високошвидкісна стрічкова шліфувальна машина, яка володіє величезним ряд переваг, порівняно з точилами та іншими шліфувальними верстатами. Призначений для сухого шліфування поверхонь деталей з різних матеріалів і дозволяє доводити їх поверхні до заданого класу шорсткості.

Використовувати гріндер можна для реалізації наступних технологічних завдань:

- зняття задирок;
- усунення невеликих дефектів поверхні;
- зачистка корозійного шару;
- видалення задирок після проведення лазерної, плазмової або інший різання;
- заточування інструменту;

Кромкошліфувальні верстати. Застосовуються для плоского шліфування торців виробів за допомогою стрічки, що рухається у вертикальному напрямку. Такі агрегати можуть шліфувати прямолінійні, увігнуті та опуклі поверхні за рахунок наявності виносного ролика.



Рис. 2. Кромкошліфувальний верстат з виносним роликком

Тарільчасті (дисккові). Обробляють поверхню за допомогою роботи шліфувального кола, що обертається у вертикальному напрямку. Можливе шліфування прямих поверхонь та нахилених під кутом. За точну подачу заготовки відповідає упор та напрямна планка. Обладнання компактне.



Рис. 3. Тарільчастий (дисковий) та комбінований верстат

Комбіновані (стрічково-дискові). Містять кілька видів круглошліфувальних та плоскошліфувальних вузлів. Це дуже зручно для невеликих майстерень.

Осцилярні. Шліфування проводиться за допомогою шпинделя з намотаною на нього абразивною стрічкою. Стіл можна регулювати за нахилом, виконуючи шліфування під кутом. Рух самого шпинделя має як обертальний так і зворотньопоступальний рух.



Рис. 4. Осцилярний шпіндельний шліфувальний верстат

Барабанні. Конструкція передбачає наявність барабана, що крутиться, із встановленим на ньому абразивом. Подача заготовки здійснюється автоматично. Висота барабана регулюється, що дозволяє робити точну обробку в необхідний розмір.

Двохбарабанні шліфувальні верстати

Конструкція з двома валами дозволяє використовувати абразиви з різною зернистістю, тобто за один прохід робити грубе та фінішне шліфування.

Для досягнення найкращого результату передбачено точне регулювання положення вихідного валу щодо приймального, висоту якого підбирають залежно від зернистості абразиву. Регулювання по висоті провадиться незалежно, за рахунок опускання транспортерного столу. Він розміщений на чотирьох опорах та регулюється з точністю до 0,2 мм по всій ширині.

На практиці, розкид товщини після шліфування на добре налаштованому значно менший. За такої точності верстати здатні знімати за один прохід до 1,5 мм по всій ширині, необхідно лише правильно підібрати абразив та швидкість подачі (2 або 3 м/хв).



Рис. 5. Шліфувальний верстат одно та двохбарабанний

Щіткові верстати. Щітками старять деревину, а також використовуються для очищення, структурування, дбайливого шліфування та вирівнювання плоских дерев'яних поверхонь. Щіточні машини комплектуються металевими щітками, виготовленими з твердої та м'якої пластмаси, із жорсткої щетини або жорсткої щетини з наждачним папером.

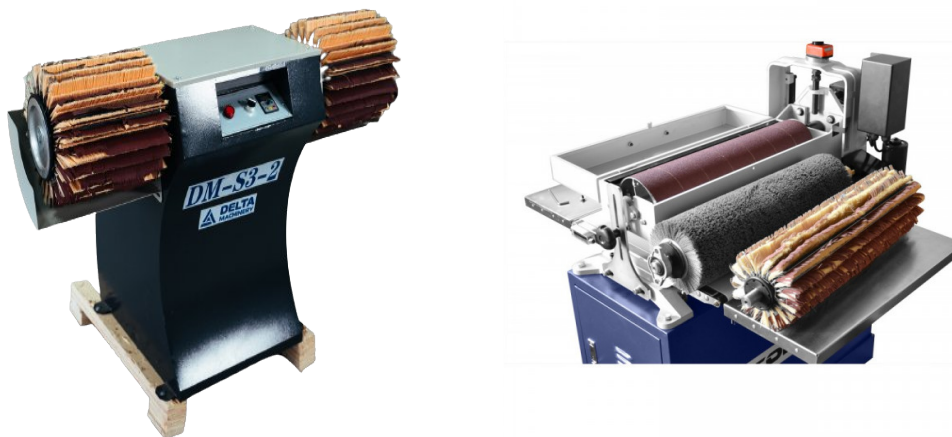


Рис. 6. Щітковий шліфувальний верстат універсальний зі змінними валами та щітками

Ці верстати мають різну ширину щітки. Вони зазвичай мають два чи більше агрегатів. Принцип дії щіткових машин аналогічний принципу роботи широкострічкових шліфувальних машин. Матеріал ковзає по конвеєрній стрічці. Вгорі монтуються ролики, які притискають елемент. Деякі моделі мають вбудовану систему обдування, завдяки якій оброблюваний елемент не припадає пилом.

Щіточні машини використовуються у столярних майстернях, на підприємствах деревообробної промисловості та, насамперед, у ремонтних майстернях, завданням яких є відновлення меблів.

Один з різновидів інструментів для щіткових верстатів– шліфувальний пелюстковий інструмент.

Види шліфувального пелюсткового інструменту

Є три види такого замінного інструменту для обробки профільних та криволінійних поверхонь з дерева, металу та пластику з різним діаметром та шириною:

Круг пелюстковий шліфувальний призначений для більш чистового шліфування та полірування. Це зібраний і наклеєний на готовому барабані різного діаметру та ширини набір абразивних шкірок на тканині, щільних тканин, тканин з різною еластичністю та скоч-брайтів.

Використовується для шліфування поверхонь різної форми та кутів, у тому числі лакових, для полірування, для видалення ворсу. Змінюється легко на готових барабанах і втулках.

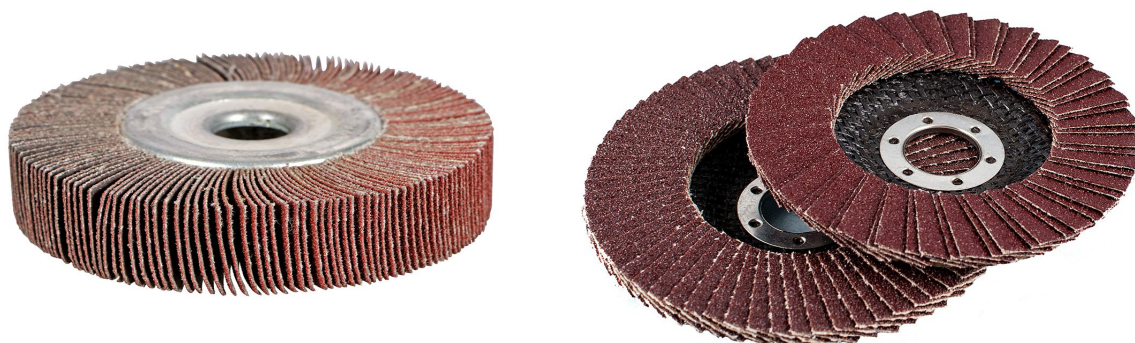


Рис. 7. Круги пелюсткові шліфувальні

Шліфувальні щітки – незмінний набір щетини на валу (барабані) різної довжини та діаметру, для встановлення на стаціонарному та переносному обладнанні. Щітка може бути металевною, полімерною, зі свинячої та кінського щетини.



Рис. 8. Шліфувальні щітки

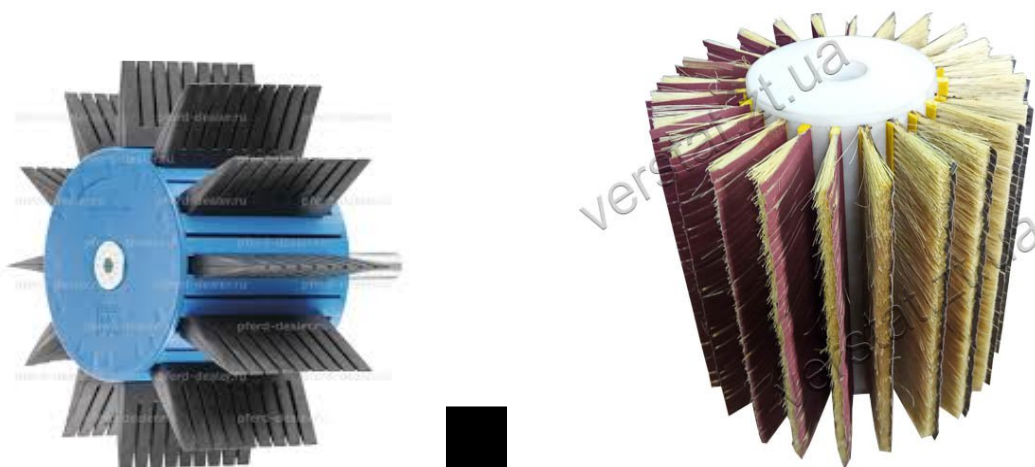


Рис. Щіточний шліфувальний барабан

Щіточний шліфувальний барабан набірний – найуніверсальніший. На центральних цях барабана в поздовжні пази по колу вставляють окремі пластини-щітки з абразивною або пучками ниток (щетиною).

У щітках використовуються такі нитки:

- Поліамідні (нейлонові) зносостійкі нитки із високою пружністю.
- Нитки ПЕТ – недорогі, для попередньої обробки та змітання пилу.
- Сизаль - дороге натуральне волокно з агави для обробки матових поверхонь, не електростатичне.
- Щетина свиняча – для збирання та розтирання олій.
- Кінське волосся найм'якше для знепилення перед фарбуванням.

Для шліфування всіх матеріалів і старіння деревини (брашування) застосовують щітки металеві та поліамідні.

Щітки, барабани та круги використовуються на такому устаткуванні:

- На верстатах для шліфування рельєфних поверхонь та погонажних виробів.
- Ручному електричному інструменті – УШМ (болгарках) або високооборотних потужних дрелях.
- Токарні верстати по деревообробці.
- У щіткових насадках збирального та шліфувального обладнання.

Хід роботи

1. Ознайомтеся з шліфувальним обладнанням деревообробних майстернь;
2. Опишіть його вид та призначення;
3. Вивчіть абразивний інструмент що є в наявності в майстерні;
4. Запишіть його назву та розмір абразиву;
5. Встановіть абразивний інструмент у відповідне обладнання, налаштуйте його до роботи;
6. Проведіть пробне шліфування.

Питання до самопідготовки

1. Що є шліфування в технологічному процесі, його призначення?;
2. Назвіть основні види шліфувальних деревообробних верстатів, опишіть специфіку видів робіт що виконуються на кожному конкретному виді верстата;
3. Призначення та специфіка використання щіткового інструменту в шліфувальних роботах.

Звіт до роботи

Письмова відповідь.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Божок О.П., Вінтонів І.С., Сопушинський І.М. Практикум з деревинознавства та лісового товарознавства. Львів : УкрДЛТУ, 2012. 85 с.
2. Ботюк О.Ф. ДЕРЕВОЗНАВСТВО: навч. посібник. Тернопіль : Астон, 2012. 100 с.
3. Вінтонів І.С., Сопушинський І.М., Тайшінгер А. ДЕРЕВИНОЗНАВСТВО: Навчальний посібник. Львів : Априорі, 2007. 312 с.
4. І.Г. Основи технології виробів з деревини: підруч. Львів : НЛТУ України, ТЗОВ «Країна ангелів», 2010. 305 с.
5. ДСТУ 2152-93, Вади деревини та дефекти обробки. Терміни і визначення. [Чинний від 1993-07-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 1993. 47 с.
6. ДСТУ 3071-95. Продукція лісозаготівельної промисловості. Терміни та визначення. [Чинний від 1996-07-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 1996. 29 с.
7. ДСТУ 4020-2-2001 (prEN 1309-2:1998). Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Частина 2. Лісоматеріали круглі. [Чинний від 2001-07-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2001. 39 с.
8. ДСТУ EN 1309-1-2001. Лісоматеріали круглі та пиляні. Метод вимірювання розмірів. Ч. 1. Піломатеріали. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2003. 10 с.
9. ДСТУ EN 1309-3:2019. Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи вимірювання. Частина 3. Характеристики та рівні біологічних пошкоджень. [Чинний від 2019-08-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2019. 10 с.
10. ДСТУ EN 1310: 2005. Лісоматеріали круглі та пиляні. Метод вимірювання параметрів. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2008. 20 с.
11. ДСТУ EN 1311: 2001. Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи вимірювання біологічних пошкоджень. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2003. 10 с.
12. ДСТУ EN 1315-1-2001. Класифікація за розмірами. Частина 1. Лісоматеріали круглі листяні. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2003. 10 с.
13. ДСТУ EN 1315-2-2001. Класифікація за розмірами. Частина 2. Круглі лісоматеріали хвойних порід. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2003. 10 с.
14. ДСТУ EN 1927-1:2019. Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Ч. 1. Ялина та ялиця. [Чинний від 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2021. 5 с.
15. ДСТУ EN 1927-2:2019. Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Ч.2. Сосна. [Чинний від 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2021. 5 с.
16. ДСТУ ISO 738:2018. Піломатеріали хвойних порід. Розміри. Допустимі відхилення та сушіння. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2020. 8 с.
17. ДСТУ EN 1313-2:2018. Лісоматеріали круглі та пиляні. Допустимі відхилення та переважні розміри. Частина 2. Піломатеріали твердолистяних порід. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2019. 10 с.
18. ДСТУ EN 336:2003. Піломатеріали конструкційні із хвойних порід і тополі. Розміри. Допустимі відхилення. [Чинний від 2004-10-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2004. 7 с.
19. ДСТУ EN 844-3:2004. Лісоматеріали круглі та піломатеріали. Терміни та визначення понять. Частина 3. Загальні поняття щодо піломатеріалів. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2005. 16 с.
20. Ємельянов В.Г., Шевченко С.А. Основи деревинознавства і лісового товарознавства: навч. посібник для студентів лісотехнічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Харків : ЕДЕНА, 2010. 250 с.
21. Заячук В.Я. Дендрологія : підручник. Львів: Сполом, 2014. 676 с.
22. Коваль В.С. Складання та розрахунок поставів для виробництва піломатеріалів./ В.С.Коваль, О.О.Пінчевська.- К. «Аграр Медіа Груп, 2010, 98 с.
23. Коваль В.С., Виробництво піломатеріалів/ В.С. Коваль, О.О.Пінчевська,- К. «Аграр Медіа Груп, 2011, 188 с.

24. Кірик М.Д. Інструмент для оброблення деревини та деревних матеріалів/Кірик М.Д.–Львів: 1999.-190с.
25. Кірик М.Д. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів. Підручник для вищих навчальних закладів. Львів, КН, 2006. 412 с.
26. Мостепанюк В.А., Тарасевич О.В., Ейсмонт В.С., Вишневецький В.С. Довідник лісовпорядника / Під ред. к. с.-г. н., доц. В.А. Мостепанюка. Житомирський національний агроекологічний університет Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького. Житомир : Житомирське обласне управління лісового та мисливського господарства Виробниче об'єднання «Укрдержліспроект», 2016. 582 с.
27. Носовський Т.А. Технологія лісопильно-деревнообробних виробництв./ Р.І Мацюк, В.В. Маслій – Київ НМК ВО , 1993 – 190 с.
28. Остапчук О.С. Методичні вказівки та завдання до лабораторнопрактичних робіт з «Лісового товарознавства» для підготовки фахівців із напрямку 6.090103 – Лісове і садово-паркове господарство. Умань : УНУС, 2010. 62 с.
29. Подкоритов В.І. Посібник із вимірювання та оцінки якості деревини в круглому вигляді: підруч. Київ : 2015. 114 с.
30. Рябчук В.П. Стандартизація і кваліметрія лісової продукції. Львів : УкрДЛТУ, 2001. 154с
31. Рябчук В.П., Божок О.П., Божок В.О. Біологічне деревинаознавство. Терміни та визначення. Львів : НЛТУ України, 2012. 78 с.
- Сопушинський, І.М., Вінтонів І.С. Деревинаознавство : лаб. практикум. Львів : Ліга-Прес, 2014. 144 с.
32. ТУ У 16.1-00994207-002:2018 «Лісоматеріали круглі листяних порід. Класифікація за якістю».
33. ТУ У 16.1-00994207-003:2018 «Лісоматеріали круглі хвойних та листяних порід. Правила класифікації».
34. ТУ У 16.1-00994207-004:2018 «Лісоматеріали круглі. Маркування сортування, транспортування, приймання, облік та зберігання».
35. ТУУ 16.1-00994207-001:2018. Лісоматеріали круглі та пиляні. Візуальні характеристики. Класифікація, терміни та визначення, способи вимірювання. [Чинний від 01.01.2019]. К., Держстандарт України, 2019. 125 с.
36. ТУУ 16.1-00994207-005:2018. Деревина дров'яна. Класифікація, технічні вимоги та облік. [Чинний від 01.01.2019]. К., Держстандарт України, 2019. 125 с.
37. Шостак В.В. Обладнання деревообробного виробництва/Шостак В.В.–К.:ІСДО,Ч1, 1993.-328с.
38. Шостак В.В. Обладнання деревообробного виробництва/Шостак В.В.–К.:ІСДО,Ч2, 1993.-328с

ПРАВИЛА ПОВЕДІНКИ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Проведення занять у майстерні механічної обробки деревини вимагає від студентів дотримання встановлених правил поведінки та техніки безпеки при виконанні практичних робіт, які викладені у наступних інструкціях:

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ В МАЙСТЕРНІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ

1. Загальні положення

1.1 До роботи допускаються особи, які пройшли медичний огляд і інструктаж на робочому місці про безпечні методи роботи і охорону праці. проведення інструктажу оформляють в журналі з техніки безпеки.

1.2 При роботі на деревообробних верстатах треба суворо дотримуватися правил техніки безпеки, бо порушення їх приводить до серйозних випадків травматизму.

1.3 Небезпечність роботи на деревообробних верстатах викликана великою швидкістю обертання ріжучого інструменту і подачі заготовки.

1.4 Травми можуть виникнути в результаті обертання, враженням електричним струмом, не використанням пристроїв, викиду із верстата заготовки, падіння погано закріплених частин верстата, накопичення у верстата відходів, не використання захисних окулярів і екранів.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи:

2.1. Привести робочий одяг і захисні пристрої у відповідність з вимогами техніки безпеки.

2.2. Підготувати своє робоче місце розташувавши в певному порядку необхідні для даної роботи інструменти, пристрої, заготовки.

2.3. Перевірити наявність і справність обладнання, інструментів, пристроїв, придатність заготовки.

2.4. Перевірити технічний стан верстата.

2.5. Перевірити роботу верстата на холостому ході.

2.6. Перевірити справність роботи гальмівного пристрою.

2.7. Перевірити надійність приєднання захисного заземлення.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Включити верстата, якщо це не загрожує небезпекою.

3.2. Починати обробку заготовок тільки тоді, коли шпindel (заготовка) набере повні робочі оберти.

3.3. подача матеріалу повинна бути плавною, без ривків і сповільнюватися на виході деталі, а також при наявності сучків.

3.4. Особливо уважно і обережно працювати на верстатах, які не мають механічної подачі і не обладнані спеціальними притискувачами.

3.5. При роботі обов'язково використовувати штовхач, або штовхач-притискувач.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

– Виконувати роботу у рукавицях.

– Нахилити голову близько до частин верстата, що обертаються.

– Гальмувати обертання ріжучого інструменту (заготовки) після виключення верстата.

– Класти сторонні предмети на верстата.

– Торкатися руками частин верстата.

– Вимірювати розміри деталі до повної зупинки її обертання

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи:

- 4.1. Зупиніть верстат.
- 4.2. Перевірити стан інструментів, прибрати своє робоче місце щіткою, здувати стружку чи змитати рукою заборонено.
- 4.3. Привести себе в належний вигляд, помити руки.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

- 5.1 При виявленні несправності під час роботи негайно вимкніть верстат і повідомте викладача або учбового майстра.
- 5.2 У випадку травми, пожежі негайно повідомте викладача або учбового майстра.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ НА КОМБІНОВАНИХ ФУГУВАЛЬНО-ПИЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

1. Загальні положення

1.1 До роботи допускаються особи, які пройшли медичний огляд і інструктаж на робочому місці про безпечні методи роботи і охорону праці. проведення інструктажу оформляють в журналі з техніки безпеки.

1.2 При роботі на комбінованих фугувально-пиляльних верстатах треба суворо дотримуватися правил техніки безпеки, бо порушення їх приводить до серйозних випадків травматизму.

1.3 Небезпечність роботи на комбінованих фугувально-пиляльних верстатах викликана великою швидкістю обертання ріжучого інструменту і подачі заготовки.

1.4 Травми можуть виникнути в результаті обертання, враженням електричним струмом, не використанням пристроїв, викиду із верстата заготовки, падіння погано закріплених частин верстата, накопичення у верстата відходів, не використання захисних окулярів і екранів.

1.5. Небезпечність в роботі:

- Ураження електричним струмом;
- Поранення очей відлітаючою стружкою.
- Поранення рук при роботі без притискаючих колодок або штовхачів.
- Поранення при роботі без захищення.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

- 2.1. Привести робочу одягу у відповідності з правилами безпеки.
- 2.2. Перевірити надійність приєднання захисного заземлення з корпусом верстата.
- 2.3. Перевірити технічний стан верстата.
- 2.4. Правильно встановити направляючу лінійку.
- 2.5. Перевірити відсутність в заготовці металевих предметів.
- 2.6. Перевірити роботу верстата на холостому ході та справність пускової обмотки шляхом включення і виключення кнопок.
- 2.7. Надіти окуляри.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

- 3.1. Включити верстат, якщо це не загрожує небезпечністю.
- 3.2 Ріжучий інструмент подавати плавно без ривків.
- 3.3. Не допускати одночасної роботи циркульної і фугувальної частини.
- 3.4 Під час роботи стій з лівого боку від верстата. Не стій в площині обертання пили.
- 3.5 Стругання заготовок при ручній подачі виконується тільки за допомогою притискуючих колодок, а пиляння – штовхачів.
- 3.6. Не зупиняй і не загальмовуй рукою чи куском деревини ріжучий інструмент.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

- 4.1. Прибрати робоче місце, видалити стружку за допомогою щітки.
- 4.2 Повідомити про несправності під час роботи викладача або учбового майстра.
- 4.3 Вимкніть живлення електричним струмом.
- 4.4 Зняти спец одяг, вимити руки і обличчя з милом.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1 Зупинити обладнання треба в таких випадках:

- при появі у механізмів незвичних стуків;
- при виявленні у деревині сторонніх предметів;
- якщо при дотику до деталей рами відчувається дія електричного струму.

5.2 В аварійних ситуаціях необхідно негайно вимкнути подачу електроенергії. При пожежі дзвонити 01.

5.3 Уміти надавати першу (долікарську) допомогу потерпілому.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ НА РЕЙСМУСОВОМУ ВЕРСТАТІ

1. Загальні положення

1.1. До роботи допускаються особи, які пройшли медичний огляд і інструктаж на робочому місці про безпечні методи роботи і охорону праці. проведення інструктажу оформляють в журналі з техніки безпеки.

1.2. При роботі на рейсмусових верстатах треба суворо дотримуватися правил техніки безпеки, бо порушення їх приводить до серйозних випадків травматизму.

1.3. Виконувати тільки ту роботу з якої пройшов інструктаж.

1.4. Травми можуть виникнути в результаті обертання, враженням електричним струмом, не використанням пристроїв, викиду із верстата заготовки, падіння погано закріплених частин верстата, накопичення у верстата відходів, не використання захисних окулярів і екранів.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Привести робочу одягу у відповідності з правилами безпеки.

2.2. Перевірити надійність приєднання захисного заземлення з корпусом верстата.

2.3. Перевірити технічний стан верстата.

2.4. Перевірити справність роботи гальмівного пристрою.

2.5. Перевірити відсутність в заготовці металічних предметів.

2.6. Перевірити роботу верстата на холостому ході і справність пускової коробки шляхом вмикання і вимикання кнопок та важелів керування.

2.7. Одягти захисні окуляри.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

3.1. Включити верстат, якщо це не загрожує небезпечністю.

3.2. Довжина заготовки повинна бути не менше 300 мм, ширина не більше 315мм.

3.3. Положення працюючого повинно бути збоку від оброблюваного матеріалу.

3.4. Одночасно стругати дві чи більше деталей різної товщини допускається при умові надійного закріплення кожної з них подаючими вальцями.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

– Допомогати переміщуватися заготовці шляхом натиску животом.

– Піднімати когтьову завісу при роботі ножового валу.

– Працювати в рукавицях.

– Обробляти деталі коротші 300 мм.

– Гальмування обертання ножового валу будь-яким предметом.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Прибрати робоче місце, видалити стружку за допомогою щітки.

4.2. Повідомити про несправності під час роботи викладача або учбового майстра.

4.3. вимкнути живлення електричним струмом.

4.4. Зняти спец одяг, вимити руки і обличчя з милом.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1 Зупинити обладнання треба в таких випадках:

- при появі у механізмів незвичних стуків;
- при виявленні у деревині сторонніх предметів;

– якщо при дотику до деталей рами відчувається дія електричного струму.

5.2 В аварійних ситуаціях необхідно негайно вимкнути подачу електроенергії. При пожежі дзвонити 01.

5.3 Уміти надавати першу (долікарську) допомогу потерпілому.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ ПО ДЕРЕВИНІ

1. Загальні положення

1.1. До роботи на токарному верстаті по деревині допускаються особи, що пройшли медичний огляд, інструктаж на робочому місці про безпечні методи роботи та з охорони праці. Ці знання закріплюють перевіряють у межах навчальної програми. Проведення інструктажу з техніки безпеки оформляють у журналі.

1.2. У робочій зоні можливий вплив таких шкідливих та небезпечних факторів, як рухомі частини устаткування, електричний струм.

1.3. Нещасні випадки можуть трапитися при:

- Пошкодження очей стружкою, що відлітає;
- Поранення рук, тіла внаслідок надійного кріплення деталей;
- Доторкання до деталі, яка обробляється;
- Неправильного поводження з різцем;
- Осколки погано склеєної деревини.

1.4 Виконуйте тільки роботу, яку доручив викладач, або учбовий майстер.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Правильно одягти спецодяг: халат, берет чи косинку.

2.2. Надіти захисні окуляри.

2.3. Перевірити роботу верстата на холостому ходу.

2.4. Перевірити надійність кріплення захисного заземлення (занулення) з корпусом верстата.

2.5. Перевірити надійність кріплення захисного огороження.

2.6. Перевірити справність робочого, вимірювального і допоміжного інструменту.

2.7. Надати заготовці форму близької до циліндричної, надійно закріпити її.

3 Вимоги безпеки під час виконання роботи

3.1 Встановити і надійно закріпити оброблювану деталь.

3.2 Включити верстат, якщо це не загрожує небезпекою.

3.3 Витримуй необхідний зазор.

3.4 Періодично перевірити кріплення заготовки.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- класти на верстат сторонні предмети;
- спиратись на верстат;
- відволікатись під час роботи сторонніми справами чи розмовами;
- робити установку деталі, вимірювання, прибирання, змащення, ремонт і чистку до – повної зупинки;
- відходити від верстата не вимкнувши його.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Вимкнути верстат.

Після зупинки верстата усунути стружку з верстата за допомогою щітки чи гачка. Здувати чи змитати її рукою забороняється.

Протерти верстат, змастити, привести в порядок інструмент.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. При виявленні несправностей під час роботи негайно вимкніть верстат і повідомте безпосередньо викладача, учбового майстра.

5.2. У випадку одержання травм повідомте безпосередньо викладача, учбового майстра.