

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

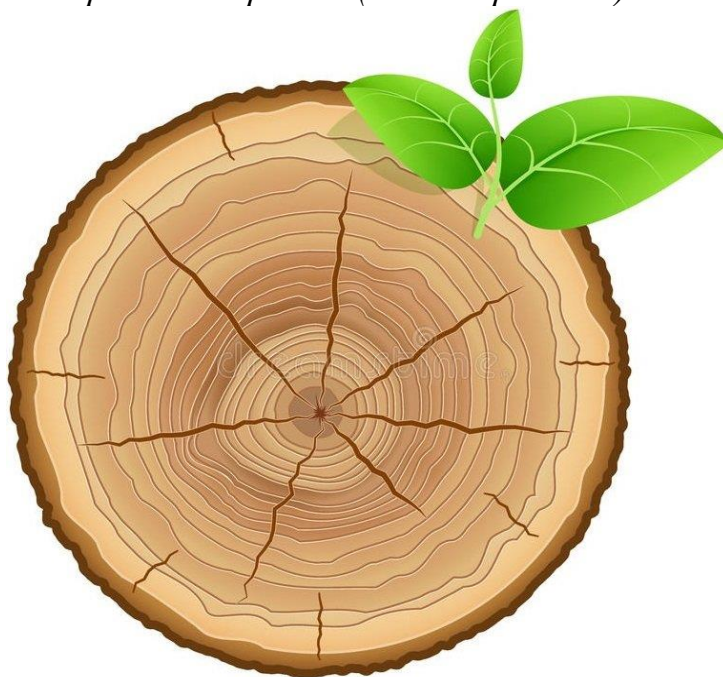


Кафедра лісового господарства та агротехнологій

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ**  
**З КУРСУ**

**«Технології лісопильно-деревообробної галузі»**  
**Частина 1.**  
**«Технології лісопильної 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 2025 р.**

УДК 378.016:674.093(072)

М 54

**Рецензенти:**

**Пінчук О. В.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісового господарства та агротехнологій Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка.

**Котляревська У. М.** – кандидат сільськогосподарських наук, викладач спеціальних дисциплін спеціальності Н4 «Лісове господарство» ДПТНЗ «Сновське вище професійне училище лісового господарства», спеціаліст вищої категорії.

**Говоров Є. М.**

**М 54 Технології лісопильно-деревообробної галузі.** Частина 1. «Технології лісопильної галузі»: методичні рекомендації. Чернігів: НУЧК імені Т.Г. Шевченка, 2025. 116 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 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 червня 2025 р.)*

© Говоров Є.М., 2025

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практична робота №1	
Загальна класифікація лісопильного обладнання .....	5
Практична робота №2	
Лісоматеріали та пиломатеріали, класифікація .....	16
Практична робота №3	
Види та способи розкрою круглих лісоматеріалів. ....	26
Практична робота №4	
Розрахунок обсягу деревини. ....	33
Практична робота №5	
Стрічкові пилорами. ....	42
Практична робота № 6	
Різальний інструмент стрічкових пилорам. ....	48
Практична робота № 7	
Рамні пилорами. ....	57
Практична робота № 8.	
Дискові пилорами.....	63
Практична робота № 9.	
Кромкообрізні верстати. ....	68
Практична робота № 10	
Бензопили ланцюгові, будова, налаштування до роботи. ....	75
Практична робота № 11.	
Різновиди та будова гарнітури ланцюгових пил. ....	86
Практична робота № 12.	
Заточка різального інструменту ланцюгової пили.....	95
Література.....	103
ДОДАТКИ.....	105

## 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 опанування 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. Загальна класифікація лісопильного обладнання.

**Мета роботи:** Вивчити призначення, різновиди та принцип дії лісопильного обладнання першого та другого ряду.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння:

**Знати:**

- основні види лісопильного обладнання першого та другого ряду;
- види робіт що виконуються на даному виді обладнання;
- специфіку підбору, основні переваги та недоліки.

**Вміти:**

- розрізняти лісопильного обладнання за зовнішніми ознаками;
- підбирати лісопильне обладнання за технічними параметрами;
- планувати технологічний процес підбираючи відповідне обладнання та способи обробки.

**Обладнання та інструменти:** плакати, схеми, різальні інструменти, наочне та верстатне обладнання.

### Теоретичні відомості

До лісопильного обладнання відносяться верстати та допоміжне обладнання, призначені для поздовжнього пиляння колод (**перший ряд**) і брусів (**другий ряд**), обрізки кромek дощок, а також для решти операцій, пов'язаних з формуванням перерізу і довжини пиломатеріалів, їх сортуванням за різними ознаками та упаковкою.

У класифікації EUMABOIS у класі «Обладнання лісопильне» вказані такі групи:

- Лісопильні установки першого та другого ряду.
- Устаткування навколоверстатне для транспортування, сортування, штабелювання пиломатеріалів.
- Технічні засоби для вимірювання та обліку пиломатеріалів.
- Лісопильні пересувні комплекси.

Сюди ж за потрібне додати ще дві підгрупи: «Верстати для обробки горбиля» - оскільки, по-перше, такі верстати широко поширені в лісопильному виробництві, а по-друге, класифікація EUMABOIS допускає додавання нових позицій. До такого обладнання можна віднести і сушильні камери для просушування деревини до транспортної вологості.

### Лісопильні рамні пилорами

Почнемо огляд із класичного колодопильного обладнання - **лісопильних рам**. За розташуванням та напрямом руху пилок розрізняють рами **горизонтальні та вертикальні**.

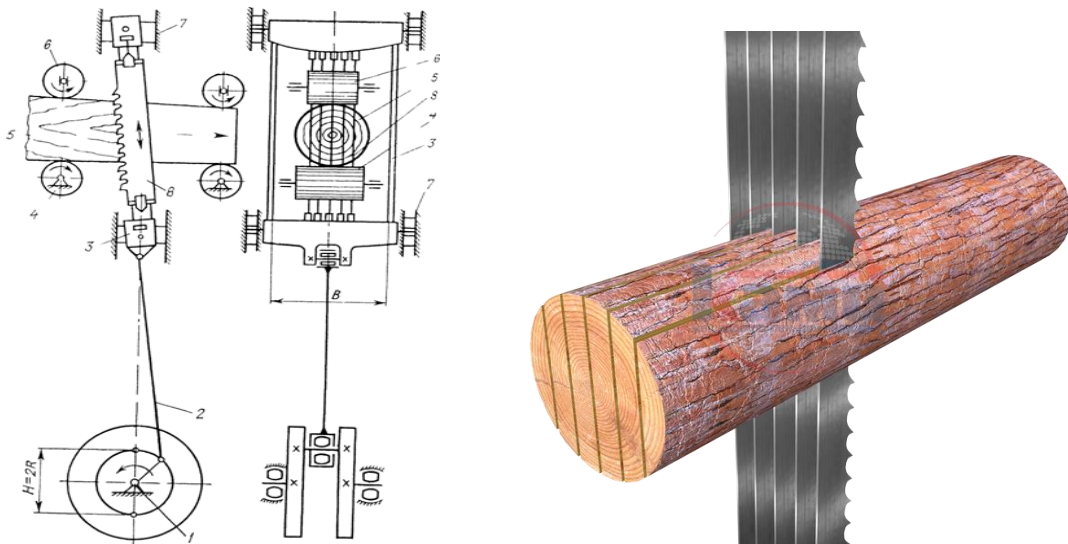
У **горизонтальній** лісопильній рамі тонке пиляльне полотно здійснює зворотно-поступальний рух у горизонтальному напрямку. Ці рами застосовують головним чином для розпилювання кряжів твердих цінних порід (дуба, бука, горіха). Розпилювання зазвичай виконується однією пилкою, тобто здійснюється індивідуальний розкрій сировини.

**Зараз горизонтальні лісопильні рами майже повсюдно витіснені горизонтальними стрічковими верстатами, які забезпечують зниження втрат деревини в турсу і забезпечують високу якість обробки поверхні.**

У **вертикальних** рамах пиляння відбувається при спільному зворотно-поступальному русі вертикальної рамки з поставою пилок і поздовжньому русі колоди за допомогою вальцової подачі (рис. 1). Ріжучий інструмент - рамні пилки довжиною 1100-1950 мм, шириною 160 і 180 мм та товщиною 1,6-2,5 мм. Рами першого ряду виконують пиляння колод, рами другого ряду - пиляння двокантних брусів, що надходять від рам першого ряду.

Рамні пилорами можуть бути **дво- та одноповерхові, коротішеві, тарні**. Двоповерхові рами найпродуктивніші, вони оснащені одношатунним механізмом різання, одноповерхові рами - двошатунним. Коротішеві рами можуть пиляти колоди довжиною від 1 м. У тарних рам, які призначені для виробництва тарної дощечки, в поставі велике число пил.

Лісопильні рами сьогодні вже не є основним пильним обладнанням лісопильного виробництва, але займають певну нішу в лісопилянні.



**Рис. 1. Принцип дії вертикальних рамних пилорам.**

У Німеччині три великі фірми (Esterer WD, Moehringer, Linck) також випускають у невеликій кількості вертикальні лісопилні рами. Ці верстати відрізняються багатьма технічними новинками. Наприклад, безперервна подача пиломатеріалу в них поєднується з комп'ютерним регулюванням постава пил по ширині. Забезпечується рівномірне пиляння кожним зубом пильного полотна, при цьому повністю використовується робочий хід, а при зворотному русі не виникає тертя пильних полотен. Шатун обертається у середині сферичних роликпідшипників; важкі маховики забезпечують маловібраційний перебіг верстата. Рама може бути оснащена рухомими пильними блоками, кожен з яких регулюється незалежно від інших. Нахил пилок автоматично регулюється в залежності від швидкості подачі.

**До переваг лісопилних рам** слід віднести їх високу продуктивність як верстатів прохідного типу. Така ситуація забезпечує досить низьку собівартість пиломатеріалів рамного розпилювання. Недоліком лісопилних рам є в першу чергу низька якість пиломатеріалів, пов'язана з тим, що в рамі пиляння відбувається при одночасному русі інструменту та матеріалу і через неможливість надійно базувати колоду щодо постава пилок, при цьому порушується геометрія пиломатеріалів і знижується якість обробки поверхні, особливо колод з кривизною та сучками. Лісопилні рами вимагають сортування сировини за діаметром і якістю: кривизна пиловника не повинна перевищувати 1%, сучки повинні бути спилані врівень. Великі втрати деревини у тирсу, і неможливість індивідуального розкрою сировини дають низький корисний вихід пиломатеріалів (50-55% обсягу сировини).

Пилорами є застарілим обладнанням, проте існують схеми лісопилних потоків з використанням рам для випилювання бруса та сучасних верстатів для розпилювання бруса. Модернізація існуючого рамного обладнання на основі таких схем обходиться суттєво дешевше та виконується швидше, ніж побудова нового. У разі організації нового виробництва рами доцільно застосовувати, якщо у сировинній базі значна частка товстомірного (понад 30 см) пиловника і немає можливості використовувати вертикальні стрічкові верстати. Застосування пилорам виправдане також у виробництві продукції для власних потреб, особливо за наявності доступної та недорогої сировини.

**Стрічковопилні верстати** також поділяються на *горизонтальні* та *вертикальні*. **Горизонтальні верстати** широко поширені у малому бізнесі. Деякі їх відрізняються малою масою, простотою установки, можливістю наблизити процес лісопилення до місць заготівлі лісу.

Пиляння відбувається при русі пильної каретки щодо жорстко зафіксованої колоди (позиційний верстат з рухомим механізмом різання). Ріжучий інструмент є нескінченною сталеву стрічкою шириною 35-50 мм і товщиною близько 1 мм, що обгинає два шків (один приводний, другий - натяжний).

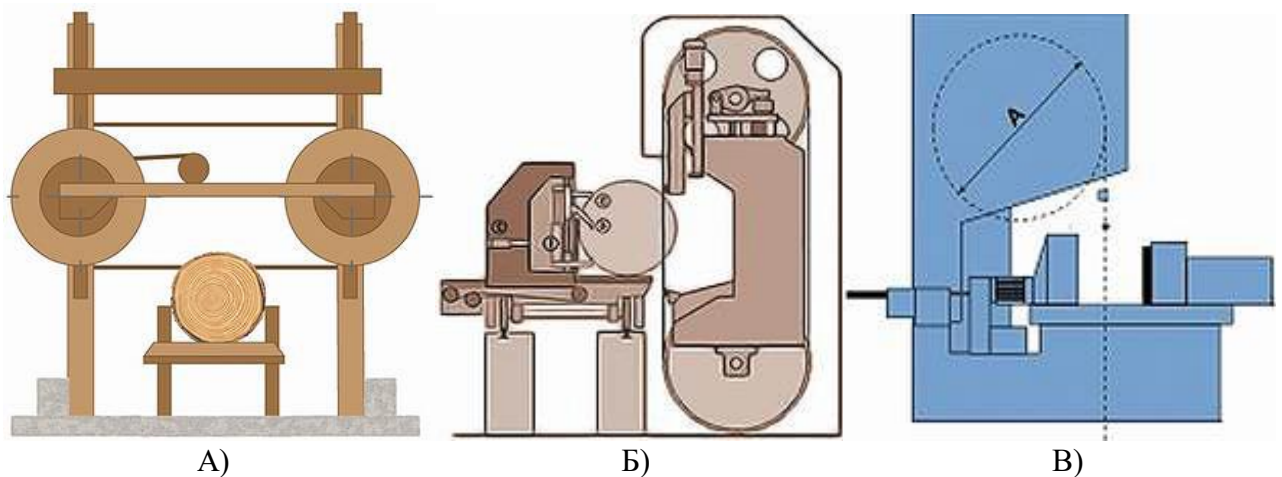


Рис. 2. Схеми стрічкових однопилних верстатів для колод та бруса:

а – горизонтального для колод, б – вертикального для колод, в – вертикального (ділильного) для бруса.

**Переваги** малих стрічковопилних верстатів: низька початкова ціна обладнання, простота монтажу, висока швидкість різання, малі втрати в тирсу за рахунок використання тонких пилок, невисоке енергоспоживання, простота підготовки інструменту.

Але й **недоліки** цих верстатів теж дуже суттєві. Це низька продуктивність через необхідність виконання множини ручних операцій та малої швидкості подачі пильної каретки (не більше 5-10 м/хв.). Додаткові налаштування до верстатів позбавляють їх головної привабливої риси: низької ціни. Експлуатація верстатів вимагає чималих поточних витрат, пов'язаних, зокрема, з низьким ресурсом ріжучого інструменту.

**Малі горизонтальні стрічкови́льні верстати були спочатку задумані як обладнання для використання фермерами, будівельними бригадами тощо.** Експлуатація такого обладнання в промисловому лісопилянні економічно не виправдана.

Верстати випускаються багатьма вітчизняними та зарубіжними фірмами. Один з головних параметрів всіх стрічковопилних верстатів - діаметр шківів: чим він більше, тим вища довговічність пильних стрічок, що обгинають ці шківви. Малі верстати забезпечені шківвами діаметром 500-600 мм. Найлегший верстат (з відомих автору) випускає канадська фірма Woodmizer – маса моделі LT10 всього 253 кг.

Верстати можуть бути з вузькою або широкою пиляльною стрічкою, з ручною або механізованою подачею пиляльної каретки, з ручним або механізованим налаштуванням на товщину дошки, а також з різним рівнем механізації для завантаження колоди та кантовки бруса.

На ринку представлені також важкі горизонтальні стрічкові пилорами, з діаметром шківів 1000 мм і більше, та шириною стрічки 110-250 мм. Однак такі верстати дуже дорогі, та й їхня експлуатація обходиться недешево. Вони знаходять застосування при розпилюванні великих (більше 800 мм) і важких (більше 2 т) колод, в основному твердолистяних порід.

На середніх та великих лісопилних підприємствах застосовують **вертикальні стрічковопилні верстати** з широкою стрічкою та діаметром шківів 1-2 м. Кожен верстат являє собою агрегат, що складається з власне стрічкови́льного верстата, рухомого візка із затискачами для колод та пульта управління. Базування колоди в таких верстатах виконується по базовій стінці з притискними роликками або за допомогою бічних або торцевих захватів. Для безперебійної роботи верстата необхідні механізм завантаження колод на візок та конвеєри для видалення пиломатеріалів та тирси.

**Плюси цього обладнання:** висока продуктивність, висока якість продукції та високий корисний вихід пиломатеріалів. Крім того, вертикальні стрічковопилні верстати відрізняються низьким енергоспоживанням і не вимагають великих поточних витрат

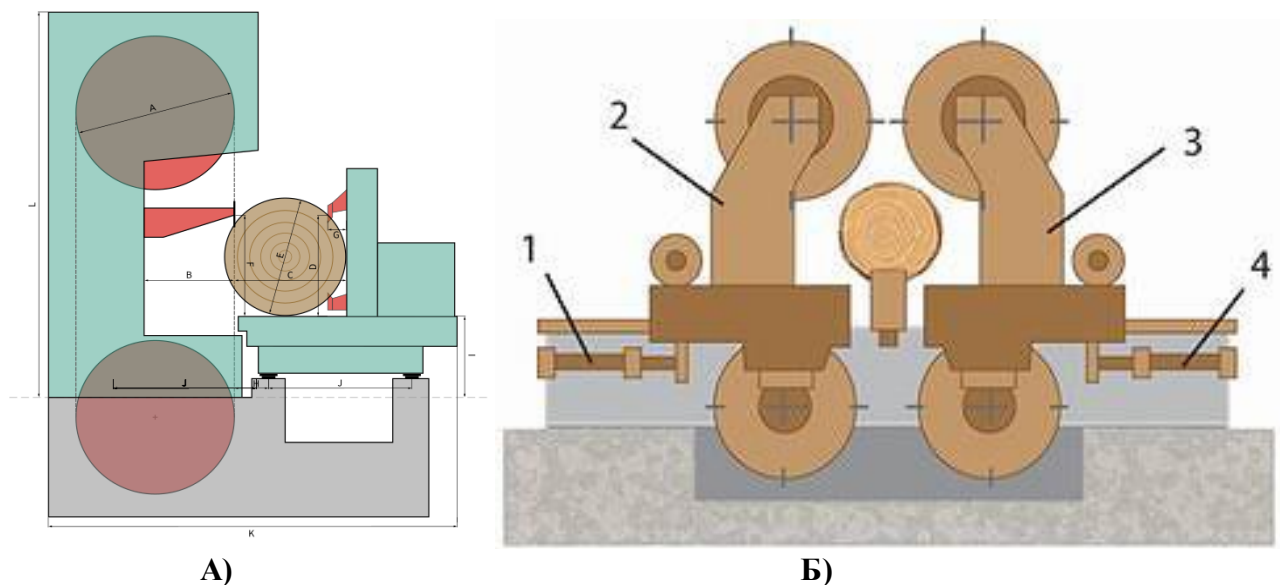
**Недоліки** великих стрічковопилних верстатів полягають у високій ринковій ціні обладнання, складності монтажу та експлуатації, необхідності кваліфікованої робочої сили.

Звідси **висновок**: вертикальні стрічкові верстати добре підходять для промислового лісопиляння пиловника середнього та великого діаметру (30-60 см) на великих та середніх підприємствах. У лісопилні промисловості розвинених країн у сегменті розпилювання середньорозмірного лісу такі верстати витіснили обладнання інших типів.

З імпортного обладнання переважають німецькі, шведські та італійські верстати. Імпортні верстати відрізняються високим ступенем механізації та автоматизації операцій з подачі колод, їх орієнтації, кріплення та кантування бруса.

**Основними напрямками вдосконалення** стрічковопилних верстатів є: гідравлічний контрольований натяг стрічкових пилок, водяне охолодження пилок, гідрогальмо нижнього шківів, прискорене повернення каретки у вихідне положення, вирівнювання колоди за допомогою фотоелементів.

Деякі фірми (наприклад, італійська Bongioanni) виготовляють верстати з двостороннім насіканням зубів на стрічковій пилиці, що дає можливість пиляти колоди при прямій та зворотній подачі матеріалу.



**Рис. 3. Схема одинарного (а) та двоєного (б) вертикального стрічковопилного верстата для колод: 1, 4 – механізми переміщення пильних агрегатів; 2, 3 – пиляльні механізми**

Часто у виробничому потоці встановлюють спарені вертикальні стрічковопилні верстати (рис. 3 б) для одночасного виконання двох пропилів та отримання з колоди двокантного бруса в прохідному режимі (**верстати типу Twin**). Налаштування у розмір виконується за допомогою спеціальних механізмів бічного зміщення пиляльних агрегатів. Продуктивність таких верстатів значно вища за одинарні верстати.



**Рис. 4. Похилий стрічковопилний агрегат**

### Похилі стрічковопильні агрегати

Серед стрічковопильних верстатів заслуговують згадки верстати з похилою рамою і похилою системою подачі (рис.4). Похилий пильний вузол зручний, коли колоду потрібно багато разів кантувати.

Вертикальні лісопильні рами та горизонтальні стрічковопильні верстати можуть випускатися в транспортабельному, мобільному варіанті з приводом від двигуна внутрішнього згоряння. Ці верстати дозволяють налагодити лісопиляння безпосередньо в місцях лісозаготівель, у т. ч. в умовах відсутності електропостачання.

Слід назвати ще один, досить екзотичний і, напевно, найдешевший колодоподібний верстат: **ланцюгопильний**. На конвеєрі з жорстко закріпленою колодою встановлена каретка з бензопилою, яка рухається вздовж колоди та відпилює горбиль або дошку заданої товщини. Регулювання пилки висотою виконується вручну.

### Ділильні верстати

Потужні підприємства використовують здвоєні **горизонтальні стрічковопильні верстати**.

Дільні верстати служать для поздовжнього розпилювання брусів, горбиля, товстих дощок на тонкі дошки. У технологічному ланцюжку верстати розташовуються після колодопильного обладнання (у другому ряду).

Ділильні верстати відрізняються від пильних рам тим, що механізм подачі матеріалу встановлений безпосередньо на рамі. Він направляє матеріал, що розпилюється, на пильну стрічку. Такі верстати також можуть об'єднуватися в спарені агрегати подібно до показаних (рис. 5) або в чотиристрічкові агрегати, що складаються з двох спарених і розташованих в лінії один за одним.

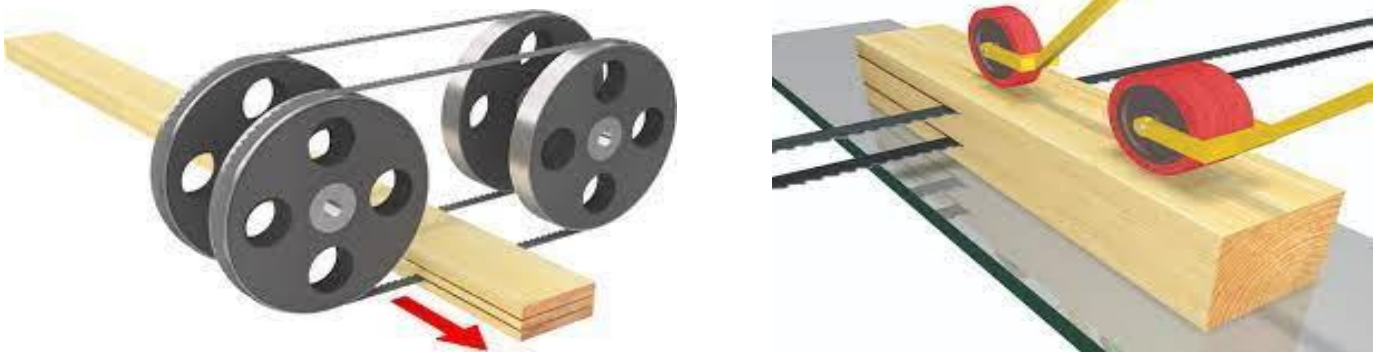


Рис. 5. Схема роботи горизонтальних стрічкових ділильних верстатів.

### Круглопильні дискові верстати в лісопильній галузі

Круглопильні верстати для колод і бруса можна класифікувати за кількістю і розташуванням пилок (одно-, дво- і багатопильні; одно- і двовальні; з горизонтальними, вертикальними пилами або кутові), а також за механізмом подачі колод (прохідного або позиційного типу).

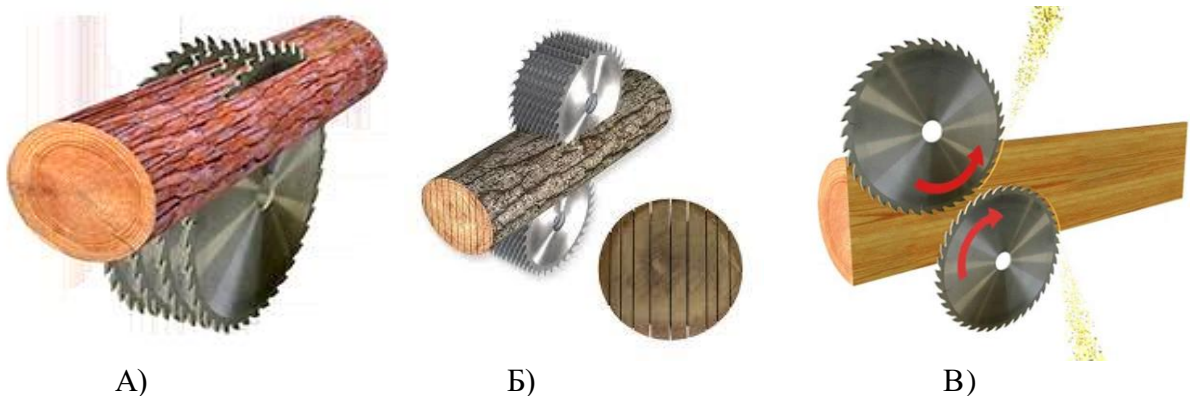
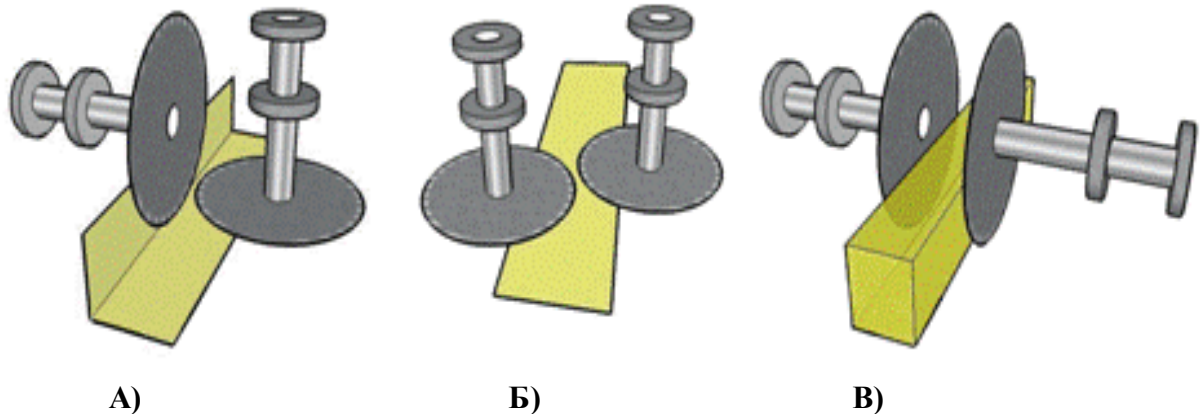


Рис. 6. Схеми роботи круглопильних лісопильних верстатів: а – багатопильний одновальний, б – багатопильний двовальний, в – схема роботи двохвального верстата



**Рис. 7. Схеми роботи круглопильних лісопильних верстатів: А - кутовий (з вертикальними та горизонтальними пилами); Б) - двовальний з горизонтальними пилками; В) - двовальний з вертикальними пилами.**

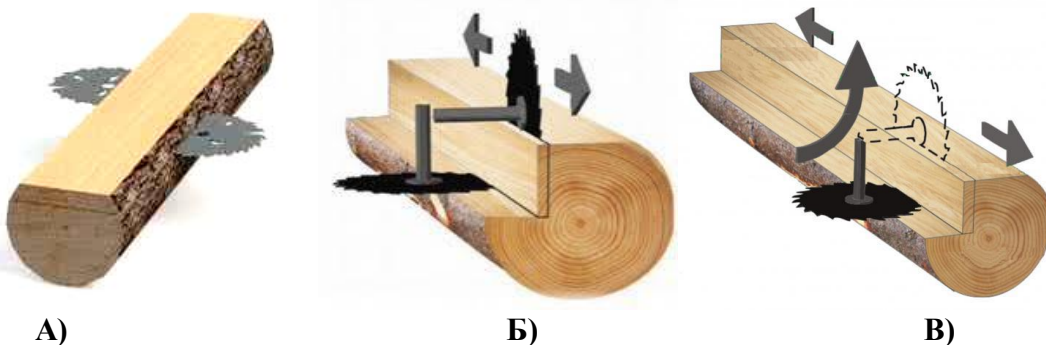
Верстати прохідного типу розпилюють колоду на двокантний брус, підгорбильні дошки та горбилі. Колоди на них розпилюються, як і на пилорамах, за один прохід без поворотного руху і подаються одне за одним. Пильний механізм обладнаний валами, яких знаходиться ріжучий інструмент (використовується від двох до восьми круглих пилки діаметром 500-900 мм). Механізм, що подає, як правило, являє собою лоток, по дну якого проходить зубчастий ланцюг або ланцюг з штовхачами. Колода укладається в лоток і рухається зубцями ланцюга або штовхачем, який упирається в хвостову частину колоди. У деяких верстатах є верхні та бічні притискні вальці.

**Переваги прохідних круглопильних верстатів:** висока продуктивність (швидкість подачі - до 20 м/хв.), простота монтажу та експлуатації, невисокі поточні витрати на експлуатацію та обслуговування. Однак вони можуть пиляти тільки сортовані по товщині прямі колоди завдовжки не більше 4 м і діаметром до 40 см.

**Область застосування** - промислове потокове пиляння сировини малого та середнього діаметра. Верстати з ланцюговим механізмом подачі підходять для переробки пиловника невеликої довжини та діаметра на пилопродукцію із заниженими вимогами щодо якості. Вища якість пиляння забезпечують верстати з гусеничним механізмом подачі. Їх можна використовувати для переробки пиловника малого та середнього діаметра будь-якої довжини та якості.

Двухвалі верстати (рис. 7 б) відрізняються тим, що формують пропили двома пилками, що працюють в одній площині. Це дозволяє використовувати тонку пилку з меншим діаметром і цим знизити втрати деревини в тирсу, а також збільшити корисний вихід пиломатеріалів. Пилки можуть розташовуватись у горизонтальній площині, що зручно при розпилюванні бруса.

**Недоліки:** у верстатів прохідного типу той же недолік, що й у лісопильних рам: ланцюгова або конвеєрна подача колод на інструмент, що обертається, не забезпечують якісного пропили.



**Рис. 8. Схеми роботи круглопильних лісопильних верстатів: а – двовальний з горизонтальними пилками, б – кутовий (з вертикальними та горизонтальними пилками), в - поворотний, з пилою що змінює своє положення.**

Також до основного істотного недоліку круглопилкового обладнання відносять низький вихід продукції, пов'язаний з використанням пилок завтовшки до 4-6 мм, що забезпечують пропили шириною 7-10 мм. Крім того, пилки великого діаметру вимагають складної підготовки до роботи (редагування, заточування, балансування). Неправильна підготовка пил призводить до зниження якості пиломатеріалів, зменшення швидкості подачі і навіть виходу з ладу пили. Тому в промисловому масштабі круглопилні верстати з кареткою краще використовувати тільки для отримання бруса, а потім задіяти верстат другого ряду з пилками, що забезпечують меншу ширину пропили.

**Тому більше застосування знаходять верстати, що працюють за принципом вертикального стрічкового верстата:** колода жорстко закріплюється на каретці, яка здійснює зворотно-поступальний рух щодо пилки. Спочатку, як правило, випилюється дво-або трикантний брус. Потім він розпилюється на дошки обрізні з базуванням по базовій стінці.

Переваги верстатів з кареткою полягають у високій якості продукції, високій продуктивності (швидкість руху каретки 50-80 м/хв.). На верстаті можна розпилювати колоди без сортування повністю на пиломатеріал обрізний, включаючи кромкообрізку, і таким чином працювати без обладнання другого ряду.

**Кутові верстати** (рис. 8 б, в) - досить новий вид круглопилних верстатів, які призначені для індивідуального розкрою колод великого діаметра на пиломатеріали обрізні і необрізні. Розпил виконується пилкою, встановленою в каретці, яка рухається вздовж нерухомо закріпленої колоди. Кутовий колодопилний верстат призначений для розпилювання круглого лісу як у ручному режимі, так і із застосуванням програмно-апаратної системи оптимізації та виробництва якісного пиломатеріалу обрізів, служить для виробництва брусів, брусків, дощок з колод діаметром до 1 м. Пильний вузол у ньому укріплений на рухомому візку і може повертатися на 90° для виконання вертикальних або горизонтальних пропилів. Налаштування верстата ведеться за даними вимірювального пристрою.

**Перевага кутових верстатів** - високий вихід продукції завдяки індивідуальному розпилу кожної колоди за наявності широкого спектру схем розкрою. Однак ці верстати досить дорогі, а умови роботи змушують використовувати товсті пилки, що дає пропили шириною 5-6 мм. Крім того, на цьому устаткуванні неможливо випилювати дошки завширшки більше 100 мм. Тому кутові верстати можна використовувати, наприклад, для випилювання дрібних пиломатеріалів спеціального розпилу (у тому числі радіального) з колод великого діаметра.

#### **Верстати для переробки горбиля та обапола**

Горбель та обапіл є відходами лісопилного виробництва у вигляді бічної частини деревного масиву з одного боку і з однією або двома пропиляними поверхнями - з іншого. Оскільки товщина стовбура зменшується до маківки, то і обапол має товстий і тонкий кінець. Залежно від виду розпилювання утворюється різна кількість горбиль. При пилянні в розвал ми отримуємо два горбиля, при пилянні методом брусування - чотири.

**Горбель** - це дошки, на яких з одного боку залишається кора. Вони залишаються після виготовлення тарної дошки. **Горбель - це приблизно 10% від пиловочної сировини.**

Є два види горбиля:

**Дров'яний** – який не можна використовувати у будівництві.

**Діловий** – це дошки, з яких можна отримати корисну продукцію.

З дров'яного горбиля роблять дрова для опалення, тріску, тирсу для добрива, паливо з тирси.

Діловий - йде у повторну переробку для отримання тарної дошки.

Його використовують для створення тимчасових огорож, рейкової обшивки, виготовлення піддонів, меблів, чорнової обробки всередині приміщень.

Як бачите - горбель може бути корисним, головне правильно підходити до переробки та просування на ринку. З ним складніше працювати, але отримати користь з цього матеріалу можна: як на будівельному майданчику, так і на виробництві.

**Обапіл** - пиломатеріал, що отримується з бічних частин колод. Є дерев'яний брусок, що має дві пласти (широкі поздовжні протилежні один одному поверхні), одна з яких, внутрішня, пропилена

на всю довжину і тому повністю плоска, а інша, зовнішня, не пропилена або пропилена не на всю довжину.

Використовується для подальшого розкрою на пиломатеріали або йде на переробку як балансову деревину. Крім того, обабіч часто використовується для покриття дахів приватних будинків, де він укладається плоским шаром вниз.

#### **Види обопола**

**Горбильний обабіл** - обабіл, у якого зовнішня пласть не пропилена або пропилена не більше ніж на половину довжини.

**Дощатий обабіл** - обабіл, у якого зовнішня пласть пропилена більш ніж на половину довжини.



**Рис. 9. Схеми роботи верстатів для переробки горбиля та обопола.**

#### **Верстати для переробки горбиля**

Щоб використати відходи максимально ефективно, необхідно купити верстат для переробки горбиля. Існує кілька варіантів обладнання:

**Класичний горбильний верстат.** Призначений для отримання обрізної тарної дошки. Для переробки на ньому можна використовувати товстий діловий горбиль та обабіл.

Щоб обробка була ще ефективнішою, варто дооснастити лінію **торцювальним верстатом**. Це обладнання потрібно для швидкого обрізання дошки, що одержується з обаболку, в необхідний розмір.

А щоб зробити виробництво остаточно безвідходним, можна використати **верстат для переробки горбиля та обопола на щепу та тріску**, яку використовують для виробництва арболітових блоків. Також з нього отримують деревне вугілля з дрібною фракцією, тріску-паливо, целюлозу. Тріска та дрова можна реалізувати або використовувати для потреб опалення на виробництві.

#### **Фрезерно-пильні верстати**

Фрезерно-пильні верстати служать для одержання з колоди бруса, у тому числі профільованого, з одночасним подрібненням горбильної частини на тріску. Верстати поділяються на **брусові та профільні**.



**Рис. 10. Робота фрезеропильних та фрезернострічкових верстатів.**

**Брусовий верстат** виконує тільки фрезерування бічної поверхні фрезами з отриманням технологічної тріски та двокантного бруса. Термін «профільовання» означає фрезерування контуру бічних дощок двох-або чотирикантних брусів з подальшим розпуском. Застосування такого роду верстатів раціонально там, де горбилі не розглядаються як попутна пилопродукція, а просто подрібнюються на технологічну тріску.

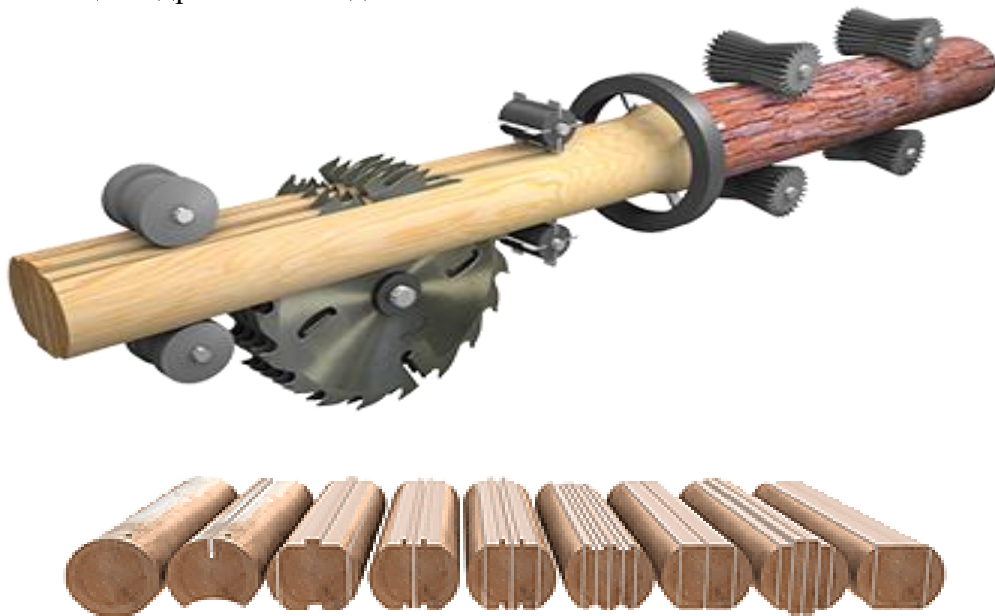
Наступним кроком у розвитку лісопильної техніки стали фрезерно-пильні агрегати, що поєднують інструмент для отримання бруса та розпилювання його на дошки. Фрезерно-круглопильні верстати цього типу в основному знайшли застосування для переробки колод малого діаметра (від 12 см).

Поряд із круглими пилками в них можуть використовуватися спарені стрічкові пилки. Переваги фрезерно-пильних агрегатів полягають у їх високій продуктивності, оскільки колоди подаються торець у торець на швидкості 4-60 м/хв. залежно від моделі. При високій початковій ціні агрегати прості в обслуговуванні, майже не вимагають додаткового обладнання, але необхідне сортування сировини. Верстати рекомендуються для переробки тонкоміра (10-18 см) на підприємствах будь-якої потужності.

### **Комбінований фрезерно-пильний верстат**

Призначений для переробки круглих тонкомірних лісоматеріалів з метою виготовлення оциліндрованих колод з поздовжнім пазом під укладання в зруб, шпунтованого трикантного циліндрованого бруса, бруса, заготовки під дошку для підлоги, обрізної дошки різного перерізу. Верстат спеціально сконструйований для ефективною переробки тонкомірної сировини та балансової деревини діаметром до 240 мм. За один прохід з колоди можна отримати пиломатеріал точних розмірів з високою якістю поверхні. При обробці колода піддається трьом робочим операціям: оциліндрування, фрезерування, розпилювання.

**Область застосування** Застосовується в лісопильному виробництві для переробки тонкоміра в пиломатеріал експортної якості, а також у домобудівництві для отримання профільованої та оциліндрованої колоди.



**Рис. 11. Комбінований фрезерно-пильний верстат, принцип дії, сортамент продукції.**

#### **Отримані вироби:**

- оциліндрована колода з поздовжнім пазом.
- будівельний брус.
- брус для будівництва будинків експортної якості (при отриманні бруса та обрізної дошки бічний горбель має форму "блокхауз").
- пиломатеріал обрізний.
- балки перекриттів, крокви.

Обов'язковим обладнанням лісопилного виробництва є кромкообрізні верстати. Вони служать для обпилювання кромки необрізних дощок та встановлюються після головного лісопилного обладнання. В основному це прохідні *двопильні верстати*, у яких одна або обидві рухові пилки - для ручного або автоматичного налаштування на оптимальну ширину дошки. Часто обрізні верстати роблять *багатопильними*.



Рис. 12. Схема роботи кромкообрізних двопильного та багатопильних верстатів.

Різновидом обрізних верстатів є фрезерно-обрізні, на яких рейки, що відпилюються, подрібнюються фрезами на тріску. Часто обрізні верстати роблять багатопильними, щоб поєднувати обрізку дощок з поздовжнім розкромом.

Наступним поколінням верстатів стали оптимізаційні верстати. Вони від звичайних обрізних верстатів наявністю системи сканування необрізної дошки. За результатами вимірювань ширини, довжини та товщини дощок вибирається оптимальна програма пиляння, тобто постав пилок і швидкість подачі дощок.

#### Верстати для окорювання

Верстати для корування призначені для виконання операцій з очищення колод різних порід деревини. Верстати широко потрібні на лісопилних, біопаливних, фанерних та інших деревообробних підприємствах. Окорочні верстати працюють повністю в автоматичному режимі і при цьому мають незначні втрати деревини. *Разом з корою видаляються сторонні включення - такі, як пісок, каміння та інші, що потрапляють на поверхню колод при заготівлі та сплаві лісу.* Найбільш затребуваними верстатами в усьому світі є верстати для окору роторного типу виробництва VALON KONE (Фінляндія) і CAMBIO (Швеція).

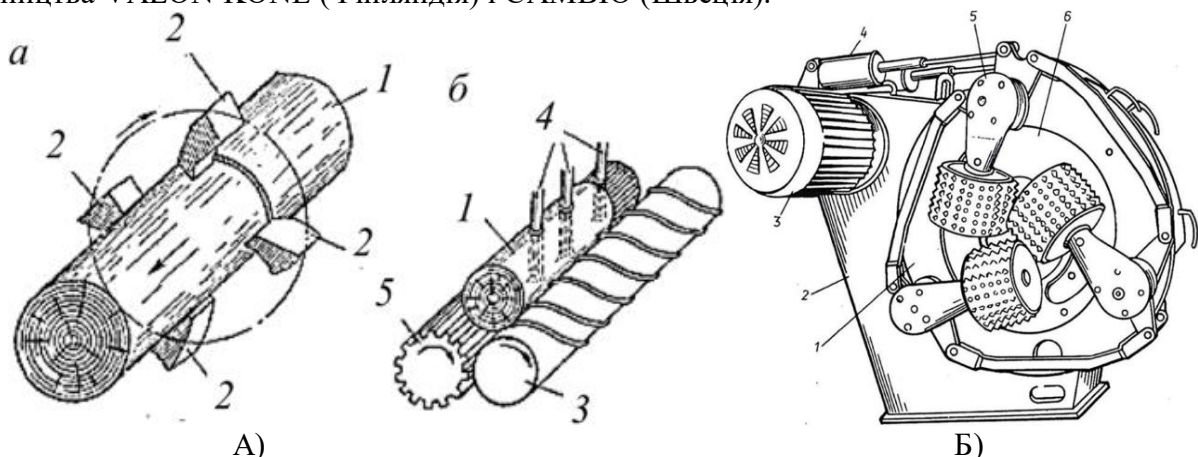


Рис. 13. Робота окорювальних верстатів: А) Роторних та гідравлічно-пневматичних; Б) Загальний вигляд роторного верстата Cambio 70-65AA:.

А) а - видалення кори різцями, що обертаються (роторні); б - видалення за допомогою води (гідропневматичні); 1 - чурак або кряж; 2 - різці; 3 - гвинтовий валик; 4 - сопла; 5-рельєфний валик.

Б) Роторний верстат Cambio: 1 - статор; 2 - станина; 3 - привід ротора; 4 - механізм притиску вальців; 5 - механізм подачі; 6 - ротор.

### **Способи окорки лісоматеріалів.**

Особливості конструкції верстатів окорочних залежать від відомих способів окорки лісоматеріалів, які можна розділити на чотири групи:

- фрикційний;
- ріжучий;
- струминний;
- фізико-хімічний.

Не всі ці способи відокремлення кори від колоди знайшли застосування в реальному устаткуванні для окорки.

За кінематикою окорки верстати трьох перших груп поділяються на **поздовжні, поперечні та роторні**.

У верстатів **поздовжньої** кінематики лісоматеріал переміщається вздовж осі верстата назустріч інструменту, або інструмент переміщається вздовж лісоматеріалу. За такої кінематики зсув кори або різання відбувається вздовж волокон деревини.

У верстатів **поперечної** кінематики лісоматеріалу надається обертальний або гвинтовий рух. При обертальному русі лісоматеріалу інструмент переміщається вздовж осі, а при гвинтовому нерухомий. Зсув кори відбувається у поперечному напрямку до волокон деревини.

У верстатів **роторної** кінематики забезпечується обертання інструменту навколо осі лісоматеріалу, який так само має поздовжній і поступальний рух. Кора зсувається щодо волокон деревини в поперечному напрямку по гвинтовій траєкторії.

Насамперед верстати для окорки призначені для позбавлення колоди від кори, і виконують головне завдання підвищення якості відходів лісопереробки на її наступних стадіях.

Наступне завдання розв'язуване окорочними верстатами це позбавлення від пилу, піску і дрібних каменів, що опинилися на корі колоди при заготівлі та транспортуванні, що сприяє збереженню зубів пилок від пошкодження та передчасного зносу.

### **Висновки.**

Різноманітність типів лісопильного обладнання неминує породжує проблему вибору оптимального варіанта для тих чи інших умов. Правильний вибір можна зробити лише на підставі широкого професійного аналізу всіх факторів, що впливають на економіку виробництва: характеристик сировинної бази, фінансових можливостей підприємства, наявності кваліфікованої робочої сили, можливості комплексної переробки сировини, наявності потенційних споживачів продукції та ін.

### **Хід роботи**

1. Вивчити теоретичні відомості, коротко занотувавши основні види обладнання та видів обробки що відносяться до першого та другого ряду у лісопильному виробництві

2. З представленого різального інструменту визначити до якого виду обробки та верстатного обладнання вони відносяться, замалювавши в конспект.

3. Оглянувши наявні зразки пилопродукції визначити на якому обладнанні вони були отримані, та з використанням яких технологій.

4. Визначити з наявних зразків пиломатеріалів найкращі за якістю виконання та точністю геометричних форм та співставити з обладнанням на якому вони отримані.

### **Питання до самостійної роботи**

1. Дайте максимально повну класифікацію лісопильного обладнання.

1. Коротко опишіть лісопильне обладнання котре відносять до першого технологічного ряду.

2. Коротко опишіть лісопильне обладнання котре відносять до другого технологічного ряду.

4. Назвіть найвідоміші фірми - виробники лісопильного обладнання.

### **Звіт до роботи**

1. Коротка усна та письмова відповідь.

## Практична робота №2 Лісоматеріали та пиломатеріали, класифікація.

**Мета роботи:** Вивчити сортамент основних пиломатеріалів, їх основні фізико-механічні властивості, набути умінь вибирати матеріали з деревини для виготовлення виробів.

**Знати:**

- основні лісоматеріали, та пиломатеріали;
- сортність лісоматеріалів;
- види типових пиломатеріалів;

**Вміти:**

- розрізняти основні лісоматеріали, та пиломатеріали;
- класифікувати лісоматеріали, та пиломатеріали;
- підбирати матеріал для виробу орієнтуючись на його властивості;

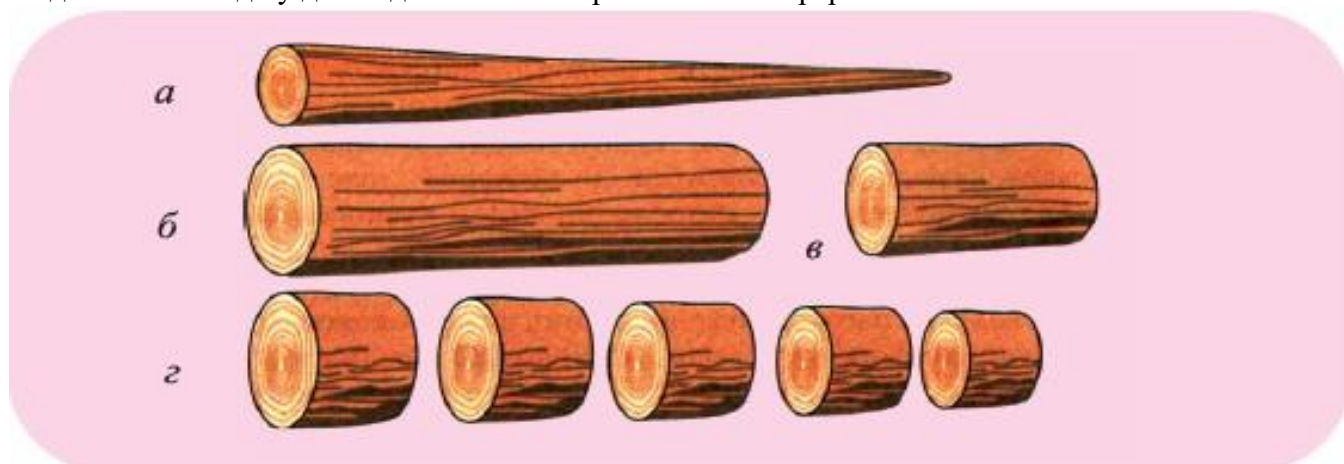
**Обладнання та матеріали:** сортамент різних лісоматеріалів, та пиломатеріалів, довідникова література, вимірювальні прилади.

### Короткі теоретичні відомості

Деревина – це природна сировина, з якої отримують безліч форм і видів лісоматеріалів, та пиломатеріалів. Кожен вид матеріалу володіє своїми певними властивостями. Правильний їх вибір впливає на фізико-механічні та естетичні властивості виробу, та на його кінцеву собівартість.

**Таксацією лісу**, або **таксацією дерева**, що окремо зростає, фахівці називають його оцінку - від якості і зростання до діаметра і річних приростів. Завдяки цьому можна попередньо розрахувати такі показники, як розміри та можливість застосування окремих зрізів, вихід сировини, висоту, на якій стовбур можна розпилити на окремі частини тощо.

**Лісоматеріали** — матеріали з деревини, що зберегли природну фізичну структуру і хімічний склад, та отримані з повалених дерев, хлестів (або з їх частин) шляхом поперечного та (або) поздовжнього поділу для подальшого використання чи перероблення.



**Рис. 1. Лісові матеріали, отримані в результаті поперечного розпилювання:**  
а - хлист, б - колода, в - кряж, г – чураки.

**Хлистом** називається ствол поваленого дерева, відпиляний від кореневої частини та очищений від сучків. З хлиста отримують ділову та дров'яну деревину, відрізки різної довжини, звані колодами, кряжами та чураками.

**Колоди** — це круглі ділові лісоматеріали, що використовуються в такому вигляді або для розкрою пиломатеріалів.

**Кряж** - відрізок нижньої, комлевої частини ствола, призначений для вироблення спеціальних видів лісопродукції.

**Чураки** – короткі частини колоди, зазвичай до 1 метра.

**Розкрязування деревини** це процес поперечного поділу повалених і очищених хлестів на складові: чураки, кряжі, колоди та ін. Виконується після рубки дерев та видалення сучків зі стовбурів.

**За способом обробки деревинні матеріали ділять на:**

**Круглі лісоматеріали** одержують шляхом поперечного перерізу. В основному, це колода, кряжі та чураки;

**Пиліані вироби** - пиломатеріали отримують за допомогою поздовжнього поділу колоди та подальшого поперечного або поздовжнього поділу отриманих частин. Включають брус і брусок, горбиль, дошку та ін;

**Стругані матеріали** включають струганий шпон, стругану дошку та брусок, дерев'яну стружку;

**Подрібнена деревина** - частинки деревини різних параметрів і форм, які виходять після механічної обробки. Сюди входять деревна стружка, борошно та пил, тирса та тріски;

**Лущений шпон** одержують із застосуванням спірального розрізання дерева на спеціальному верстаті. Потім отриману безперервну стрічку розрізають на аркуші певного формату;

**Фрезеровані матеріали** отримують після обробки дерева обладнанням, що фрезерує. Це дошка для підлоги, плінтус і вагонка;

**Колоті вироби** виготовляють за допомогою розколювання круглих лісоматеріалів. При розколюванні навпіл отримують **плаху**. Матеріали зі сколотою заболонню називають **байдиками** і використовують для виробництва дрібних деталей та виробів, наприклад, ложок або іграшок.

**Круглі лісоматеріали** – це очищені від сучків, а часто і від кори відрізки стовбурів дерев, призначені для використання у промисловості та будівництві.

Розміри круглих лісоматеріалів записують двома числами і знаком множення між ними. Наприклад, 6,5x18. Перше число означає довжину матеріалу в метрах, друге – середній діаметр у сантиметрах. Круглі лісоматеріали мають довжину від 3 до 6,5 м.

#### **Сортність.**

За якісними ознаками лісоматеріали діляться на **чотири** сорти. При встановленні сортності передбачається поділ хлеста на **комлеву, серединну і вершину** частину. **Комлева деревина має найвищі фізико-механічні показники** й не має живих сучків на бічній поверхні. У серединній частині хлеста присутня найбільша кількість зарослих та тютюнових сучків. Найбільша кількість здорових сучків різних розмірів на вершинній частині.

#### **Лісоматеріали круглі (не оброблені)**

Україна з початку 2019 року перейшла зі старих радянських ГОСТів на нові, гармонізовані із європейськими стандарти класифікації та вимірювання ділової деревини.

Якщо раніше ділова деревина (лісоматеріали круглі) розподілялися на три сорти — I, II, III і була низка сортиментів за призначеннями, то з 2019 року розподіляється на чотири класи якості — **A, B, C, D**, як і в європейських країнах, з відсутнім визначенням їх напрямку використання.

В основу принципу класифікації за європейською системою стандартизації лісоматеріалів круглих, покладено показник розміру та якості колод - **чим більший діаметр і менша кількість вад деревини, тим вищий клас якості.**

**До класу А** – відносять лісоматеріали з нижньої частини колоди із чистою деревиною або незначними вадами, які не обмежують її використання.

Сучки та вздуття не допускаються, мінімальний середній діаметр – 25см.

**Клас якості В** – це лісоматеріали середнього класу якості без особливих вимог до чистої деревини та із сучками у межах середньої кількості для кожної породи. Допускаються сучки що зрослися – до 5см, не зрощені – до 4см. Сучки гнилі – не допускаються, вздуття допускається, мінімальний діаметр – 25 см.

**До класу С** прийнято відносити лісоматеріали нижче середнього класу якості із незначними вадами, які не значно знижують природні властивості деревини, як матеріалу. Допускаються сучки що зрослися – до 8 см, не зрощені – до 7 см. Сучки гнилі – до 4 см, вздуття допускається, мінімальний середній діаметр – 15 см.

До класу D відносять лісоматеріали, що не задовольняють вимогам жодного з вищих класів, але з яких ще можна отримати пиломатеріали для подальшого використання. Всі види сучків і вздуття – допускаються, по розмірам не регламентуються, мін. Середній діаметр – 15 см.



Рис. 2. Класифікація лісоматеріалів за європейськими стандартами.

Всі інші матеріали круглі, які не підходять під ці чотири класифікації, класифікуються як **деревина дров'яна** для промислового використання довжиною 2-4 метри і направляються на виробництво трісок технологічних чи паливного призначення, розколювання на паливну деревину. Інша деревина для не промислового використання довжиною до 2 метрів може бути реалізована як паливо фізичним та юридичним особам.

#### Класифікація пиломатеріалів по сортності деревини.

За якісними ознаками пиломатеріали підрозділяються на **чотири сорти** - в першого по четвертий, або в європейській системі - Extra, A, B і C.

- **Extra** – добірна деревина без вад, яка використовується в меблевій промисловості та машинобудуванні.
- **Сорт А** – якісні матеріали без тріщин і отворів від сучків, без ознак пошкоджень (механічних, від комах або грибків, від несприятливих умов і т.д.). Використовуються для обробки будівель і виробництва меблів.
- **Сорт В** – пиломатеріали, які мають незначні тріщини і сучки діаметром до 2 см. Використовуються у виробництві меблів для виготовлення деталей внутрішніх конструкцій або прихованих під оббивкою.
- **Сорт С** – матеріал низької якості, використовується для тимчасових споруд (опалубка, тимчасові огорожі) і виготовлення тари.

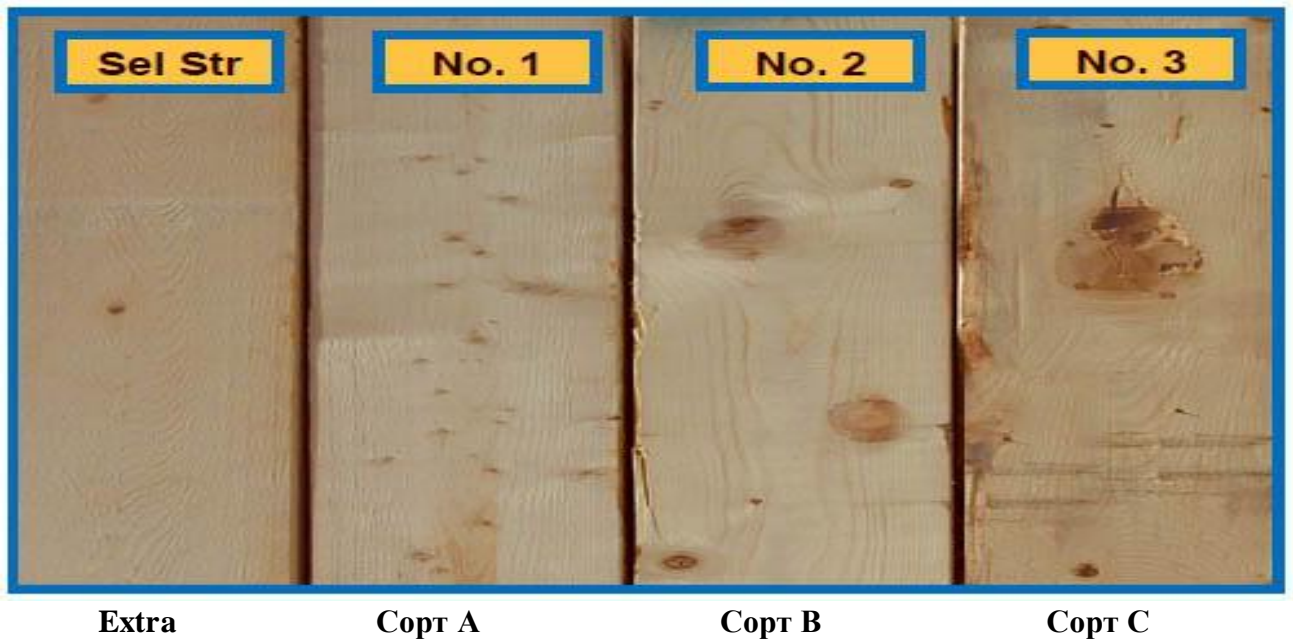


Рис. 3. Сорти пиломатеріалів: Select (Extra), Сорт А (№1) Сорт В (№2) Сорт С (№3)

#### Класифікація пиломатеріалів

**Пиломатеріалами** називається різноманітна продукція, що отримується при обробці деревини. Пиломатеріали можна розділити за розмірами, якістю та по області їхнього використання, розміщенням їх в колоді, тощо. До найбільш популярних видів можна віднести дошку, брусок і брус. Тип пиломатеріалу, використовувана деревна порода, якість обробки – всі ці моменти визначають велику різноманітність як по виду, так і за ціною та якістю.

Пиломатеріали виготовляють поздовжнім розпилюванням колод на спеціальних верстатах – пилорамах. У результаті цієї технологічної операції отримують сортамент пиломатеріалів ткий як брус, брусок, дошка, горбиль, обапіл (залишається після отримання бруса) рейка, планка тощо.

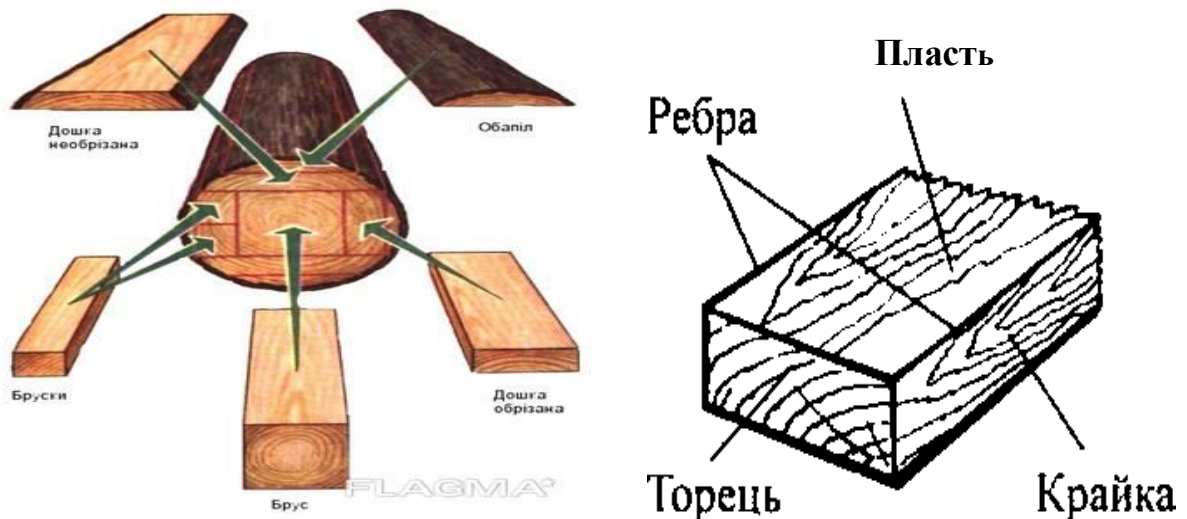


Рис. 4. Сортамент пиломатеріалів та їх елементи.

У пиломатеріалів розрізняють такі елементи:

- **пласть** – поверхня будь-яка з двох протилежних ширших поверхонь пиломатеріалу, а також будь-яка поверхня пиломатеріалу з квадратним перерізом;
- **крайка** – будь – яка з двох протилежних вузких поверхонь обрізного пиломатеріалу;
- **торець** – кінцевий поперечний переріз пиломатеріалу;
- **ребро** – лінія перетину двох суміжних поверхонь пиломатеріалу.

### Поділ за обробкою крайок:

Дошки і бруски поділяють на *необрізані* (крайки не пропиляні), *односторонньо обрізані* (одна пропиляна крайка), *обрізані* (обидві крайки пропиляні по всій довжині).

**Заготовками** з деревини називають пиломатеріали, що відповідають розмірам деталей виробу із припусками на всихання і обробку. Заготовки поділяють на:

**пиляні** – виготовлені пилянням, **клеєні** – виготовлені склеюванням кількох більш дрібних заготовок, **калібровані** – висушені і оброблені до заданого розміру.

### За обробкою торців пиломатеріали бувають:

- торцовані (оброблені з боку торця).
- не торцовані.

### За типом розпилювання:

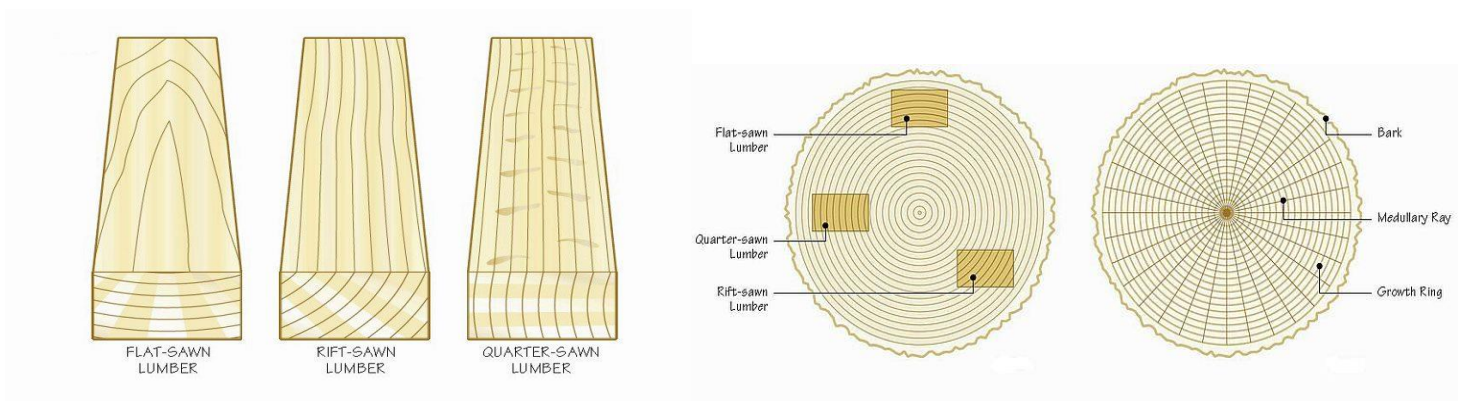
Тут виділяються два основних типи та один додатковий:

- радіальне розпилювання;
- тангенціальне;
- рустикальне (змішане);
- торцьове.

Вигляд розпилу деревини говорить про те, з якої частини стовбура дерева випиляно той чи інший матеріал. Це можуть бути дошки, брус, брусок і т. д. Визначають вид розпилу шляхом співвідношення кута напрямку розпилу до осі стовбура або річних кілець. Від виду розпилу залежить малюнок (текстура) деревини на поверхні виробу, рівність його тону, а також експлуатаційні властивості.

Поділяють кілька видів розпилів деревини (радіальне, тангенціальне, рустикальне).

- . У кожного з них є свої особливості, переваги та недоліки.



А)

Б)

В)

Рис. 5. Види розпилу деревини

А) *Flat sawn lumber* – тангенціальний розпил;

Б) *Rift sawn lumber* – рустикальний змішаний розпил;

В) *Quarter sawn lumber* – радіальний розпил;

### Радіальне розпилювання.

Зріз проходить через середину ствола, **перпендикулярно річним кільцям**.

Дошки, виготовлені в такий спосіб, вирізняються стабільністю форми, стійкістю до деформації. Процес усушки та розбухання 2 нижчий ніж у тангенціального зрізу.

Матеріал з таким зрізом має підвищені характеристики міцності і виняткову стабільність в різних кліматичних умовах. Але має менш привабливий малюнок: на поверхні немає того природного малюнка хвилястих річних кілець, який є головною характерною рисою деревини. В результаті виходить однорідна за тоном і текстурою дошка, яка, однак, не має виразного малюнка - просто паралельні один одному смужки. Тому дошки радіального розпилу більше підходять для конструктивних функцій, а не для декоративних: наприклад, для виконання ролі балок, лаг, для несучих балок, для виробництва меблевого щита, віконних профілів і т.д.

### Радіальне розпилювання: переваги:

- дошки цього виду майже не усухають і не набухають через коливання вологості.
- за рахунок того, що на лицьовій стороні дошки залишаються тільки тверді волокна річних кілець, відстань між якими ще й дуже маленька, поверхня такого виробу виходить дуже зносостійкою, а дошка - довговічною.

### Недоліки радіального розпилю деревини:

- на поверхні дощок немає цікавого характерного деревині малюнка, тому брашування неможливе, і фарбування ніяк не підкреслить природну фактуру дерева;
- висока вартість, тому що при радіальному розпилюванні на виході виходить менше виробів.

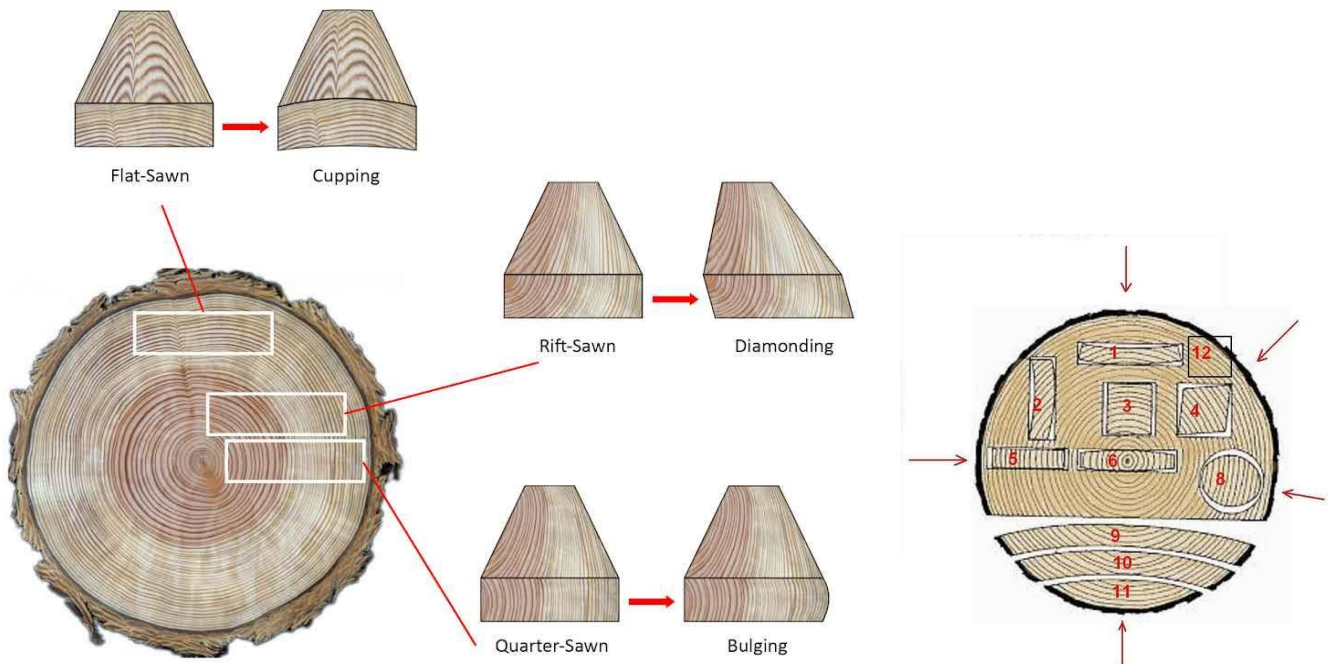


Рис. 6. Деформація при усиханні пиломатеріалів з радіальним, тангенціальним та рустикальним перерізом.

### Тангенційне розпилювання

Цей метод передбачає, що площина розрізу проходить по дотичній до річних кілець, тому на поверхні виробів ми бачимо природний малюнок деревини. Однак дошки такого розпилю мають велику внутрішню напругу, тому постійно прагнуть покоробитися і вигнутися човником. Такий матеріал менш стійкий до вологості та перепадів температур. Також такий матеріал менш стійкий до загнивання, так як містить досить багато заболонної деревини. Але завдяки мінімальній кількості відходів та браку дошка тангенційного розпилю коштує дешевше.

### Переваги тангенційного розпилю деревини:

- красива фактура дерева, яку можна підкреслити брашуванням, лакофарбовими декоративними покриттями;
- дешевизна завдяки меншій кількості відходів в процесі розпилювання колоди.

### Недоліки тангенціального розпилю:

- схильність до деформації та розтріскування;
- можливість луцення, розшарування річних кілець на поверхні пиломатеріалів.

### Рустикальний ( напіврадіальний) розпил

Існують проміжні види розпилів деревини: наприклад, напіврадіальний (він же рустикальний). Зрізи здійснюються у будь-якому напрямку, кут між річними кільцями та пластою становить 45-60 градусів. В результаті виходять дошки з найрізноманітнішою фактурою та відтінками. Це не дуже добре, якщо потрібно створити рівномірну, однорідну за кольором та

малюнком поверхню. Тому рустикальне розпилювання не дуже актуальне для виготовлення паркету, вагонки та інших оздоблювальних матеріалів і т.д.

Напіврадіальний розпил взяв від тангенціального та радіального розпилу як добрі, так і негативні властивості. Але й ті, й інші менш яскраво виражені. При цьому такий вид розпилу дозволяє ефективніше використовувати деревину, отримувати більше готової продукції з однієї колоди, тому вартість напіврадіальних виробів нижча.

#### **Торцевий (поперечний) розпил**

Виконується впоперек волокон деревини. Таким способом, відбувається розкрязування деревини. Слід мати на увазі що через торець деревини відбувається підвищене випаровування вологи (в 10 разів швидше ніж через пласт) і відбувається пришвидшене усихання в торцевій зоні, що веде до утворення на торці тріщин.

Стовбур дерева є системою капілярних каналів для руху деревних соків: від коренів до крони. Після розкрязування дерева на сортименти (колоди) на торцях ці канали є відкритими і служать місцем швидкого "входу-виходу" атмосферної вологи.

Це негативне явище може збільшити кількість відходів деревини, особливо цінних порід, які схильні до торцевого розтріскування. Тому при сушінні варто обробляти торці, закриваючи пори через які відбувається випаровування.

Грунтуючись на фінських технологіях захисту будівельної деревини, рекомендується проводити обробку торців спеціальним акриловим вологоізоляційним складом, на виробництвах торці заготовок обробляють технічним парафіном.

#### **Класифікація пиломатеріалів за ступенем обробки**

Залежно від подальшої обробки після розпилу розрізняються стругані і нестругані пиломатеріали.

– *нестругані*, як випливає з назви, матеріали що не піддаються додатковій обробці і всі їхні пласті та кромки залишаються лише в обпиляному вигляді з високою шорсткістю.

– *стругані* пиломатеріали відрізняються тим, що всі або частину їх пластей та кромки піддається обробці на фугувальному або фрезеровочного обладнанні. Стругані дошки в свою чергу поділяються на:

– *плоско стругані* - у яких всі пласті та кромки оброблені гладко;



**Рис. 7. Пиломатеріали з різним ступенем обробки**

– *шпунтовані* - мають з одного боку виступ (шпунт), а з іншого паз;

– *фігурно стругані* – на пластях та кромках мають складні фасонні (фігурні) профілі.

До фігурно струганих відносять матеріали що використовуються для оздоблювальних робіт (перила, плінтуса, лиштви).

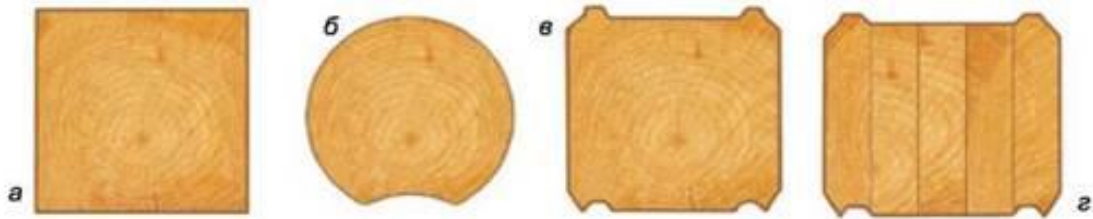
#### **За формою виробу:**

Після розпилювання колод на пилорамах отримують різні пиломатеріали:

За формою і розмірами поперечного перерізу пиломатеріали поділяють на бруси, бруски, дошки, обаполи, шпали.

**Бруси** - пиломатеріал завтовшки і завширшки понад 100 мм. Бруси бувають квадратної та прямокутної форм. Якщо брус обрізаний з двох сторін, то його називають двокантним, а якщо із чотирьох - чотирикантним.

**Оциліндрована колода** - пиломатеріал круглого перерізу діаметром 120-400 мм. Це доступний і практичний матеріал для будівництва бань, альтанок і будинків у зруб.

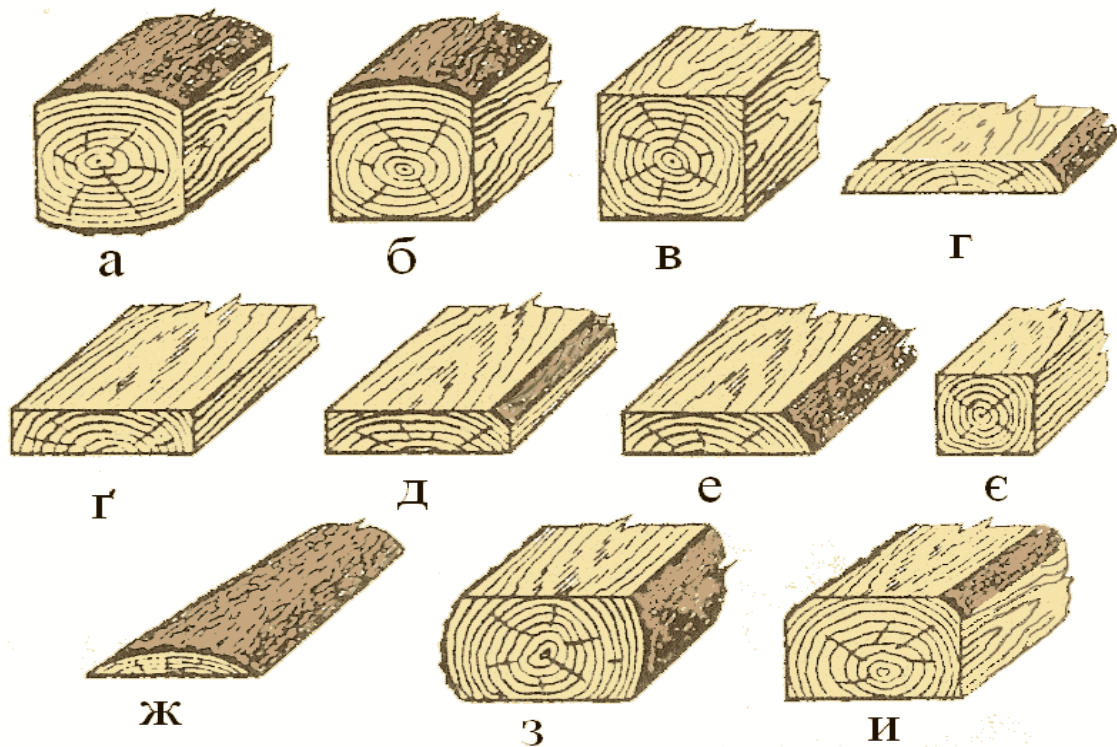


**Рис. 8. Види брусів:** а - брус квадратний; б - оциліндрована колода; в - профільований брус; г - профільований брус клеєний.

**Профільований брус** - пиломатеріал з деревини хвойних порід (сосни, кедра або ялини), який використовується для будівництва дерев'яних будинків). Він «прийшов на зміну» оциліндрованій колоді й чотиригранному брусу.

**Профільований брус клеєний** має низку переваг перед іншими видами брусів за рахунок стабільності геометричних форми, адже деревину перед склеюванням в брус висушують камерним способом, також клеєна деревина завжди стабільніша.

Брус володіє набором переваг у порівнянні із звичайними (тобто більш тонкими) дошками. При сушінні саме брус всихається значно менше (зазвичай вдвічі) порівняно із дошками (3% проти 6%). Також під час сушіння він меншою мірою схильний до розтріскування. При зміні вологості навколишнього середовища (зокрема при використанні для незахищених конструкцій) брус більш стабільний. При пилянні брусу вихід корисного продукту з колоди на 20% нижчий. Швидкість його виробництва також набагато вища порівняно із дошками. Але він вимагає часу на сушіння на 15% більше.



**Рис. 9. Види пиломатеріалів.**

а, б, в- бруси двох, трьох та чотирьохконтні, гг-дошка необрізна та обрізна, д, е-дошки обрізні з тупим та гострим обзелом, є- брусок, ж- обапіл, з, и- шпали.

**Дошки** - пиломатеріал, товщина якого до 100 мм, ширина - більша за подвійну товщину. Дошки бувають необрізні (г), обрізні (г), обрізні з тупим обзолом (д), обрізні з гострим обзолом (е).

**Обрізна дошка** - дошка, вирізана з колоди та обпиляна по краях так, що вона не містить кори на бічних крайках. Обрізний пиломатеріал більш затребуваний на будівельному ринку, ніж необрізний. Спектр сфер його застосування є значно ширшим.

**Необрізна дошка** - дошка, у якій не обпиляні або частково обпиляні кромки. Такі вироби знайшли свій варіант експлуатації для виготовлення різних тимчасових будівельних конструкцій, різноманітних настилів, настилів, обшивки, обрешітки даху, елементів несучих конструкцій та інших робіт, де немає особливих вимог до зовнішнього вигляду.

#### **Стандартні розміри дощок**

Історично відомий поділ на товсті (2 дюйми-50 мм) та тонкі (1 дюйм-25мм) дошки. Сучасні параметри: **товщина** – 25, 30, 40, 50 мм; **ширина** – 100, 120, 150, 200 мм; **довжина** – до 6000 мм.

Вироби з такими розмірами користуються найбільшим попитом на будівельному ринку.

#### **Сортність**

Розміри, показники вологості та рівень обробки визначають категорію готового виробу. Також при сортуванні враховується наявність природних вад – здорові та зрощені сучки, тріщини, синьова, серцевина та ін (див. вище «Сортність пиломатеріалів»).

**Бруски** (є) - обрізний пиломатеріал завтовшки до 100 мм і завширшки не більше подвійної товщини.

**Брусок** - будівельний пиломатеріал, який застосовується для обрешітки стін і для кріплення до нього різних виробів з дерева. Такі популярні будівельні матеріали як блок-хаус і вагонка можна кріпити за допомогою бруска перетином 30x30 мм. А для кріплення таких матеріалів, як широкі дерев'яні панелі або імітація бруса використовується брусок струганий 50x50 мм.

**Шпали** (з, и) - обрізні й необрізні пиломатеріали для залізничних і трамвайних колій.

**Рейки** - це плоскі бруски, а дощечки та планки - тонкі й короткі пиломатеріали прямокутного перерізу.

**Заготовки** - це дошки та бруски, прив'язані до габаритних розмірів деталей з відповідними припусками на сушіння й подальшу обробку.

**Обаполи** (ж) - бокові частини колоди, зрізані при поздовжньому розпилюванні. Тобто це дошки, на яких з одного боку залишається кора.

#### **Види обапола:**

**Дров'яний** – який вже не можна використовувати у будівництві (до 35 мм завтовшки).

**Діловий** – це дошки, з яких можна отримати корисну продукцію (завтовшки більше 35 мм).

З дров'яного обапола роблять дрова для опалення, тріску, тирсу для добрива, паливо з тирси.

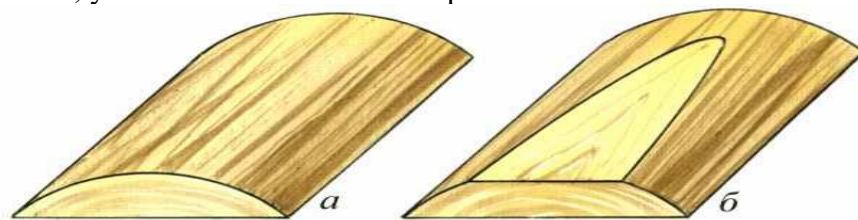
Діловий - йде у повторну переробку для отримання тарної дошки, рейок, планок, тощо.

Його використовують для створення тимчасових огорож, рейкової обшивки, виготовлення піддонів, чорнової обробки всередині приміщень.

Також розрізняють:

**Горбильний обапіл** - обапол, у якого зовнішня пласть не пропилена або пропилена не більше ніж на половину довжини.

**Дощатий обапіл** - обапіл, у якого зовнішня пласть пропилена більш ніж на половину довжини.



**Рис. 10. Види обапола. а – горбильний; б - дощатий**

### Вихід пиломатеріалів на 1м<sup>3</sup> круглого лісоматеріалу

Важливим постає питання максимального виходу пиломатеріалів з круглих колод. Майже весь асортимент пиломатеріалів має прямокутний або квадратний переріз що призводить до неминучого утворення великої кількості відходів при їх виготовленні.

Експериментальні дослідження встановили обсяги круглих лісоматеріалів у різний спосіб. Визначили вихід кубометрів пиломатеріалів з колоди, можна за наведеною нижче таблицею 1.

В ній наведено нормативи виходу пиломатеріалів на 1м<sup>3</sup> кругляка для різних видів і сортів деревини.

**Таблиця 1** – Визначення виходу пиломатеріалів

Вид деревини	Діаметр колод, см	Сорт	Вихід 1м <sup>3</sup>		
			пиломатеріалів, м <sup>3</sup>	дров'яних відходів, м <sup>3</sup>	опилок, м <sup>3</sup>
Хвойні породи	140-240	2	0,591	0,269	0,14
Також	більш 260	2	0,637	0,223	0,14
Листяні породи (включно березу)	140-240	2	0,533	0,307	0,14
Також	більш 260	2	0,565	0,295	0,14
Осіна	140-240	2	0,481	0,379	0,14
Також	більш 260	2	0,512	0,348	0,14

**Примітка:** У разі збільшення сорту круглого лісу до 1-го, норматив виходу пиломатеріалів підвищується на 3%. При зниженні сорту круглого лісу до 3-го нормативу виходу пиломатеріалів знижується на 3-7%.

Як видно з таблиці, пиломатеріалів виходить приблизно 50% від об'єму всієї колоди. Варто зауважити, що у хвойних вихід пиломатеріалу вищий, ніж у листяних.

Тому дуже важливим питанням постає переробка та реалізація відходів від отримання пиломатеріалів.

### Хід роботи

1. З наявних зразків лісоматеріалів диференціюйте основні частини стовбура, виконайте заміри та опишіть їх;
2. З наявних зразків пиломатеріалів за характерними ознаками виділіть основні їх види, прозведіть заміри та опишіть;
3. Розподіліть наявні лісо та пиломатеріали по класам та сортаам відповідно;
4. З наявних зразків відшукайте пиломатеріали з радіальним, тангентальним та рустикальним розрізом, перевірте їх фізико-механічні властивості та геометричні параметри;
5. Опрацюйте та дайте короткий звіт на поставлені вищезазначені питання.

### Питання до самостійної роботи

1. Дайте визначення поняттю «лісоматеріали» та опишіть їх основні різновиди;
2. Дайте визначення поняттю «пиломатеріали» та опишіть їх основні різновиди;
3. Назвіть поділ деревинних матеріалів за способом обробки;
4. Дайте характеристику радіальним та тангенціальним пиломатеріалам;
5. За якими класами та сортами діляться лісо та пиломатеріали і по яким ознакам?
6. Визначте критерії підбору матеріалу для столярно-будівельних виробів.

### Звіт до роботи

1. Письмова усна та письмова відповідь на поставлені питання.

## Практична робота №3 Види та способи розкрою круглих лісоматеріалів.

**Мета роботи:** Вивчити основні види та способи розкроювання пиломатеріалів, їх основні переваги та недоліки, специфіку застосування.

**Знати:**

- класифікацію видів розпилу колод;
- основні способи розкрою колод;
- специфіку підбору та використання того чи іншого способу розкрою;

**Вміти:**

- розрізняти пиломатеріали за способом отримання та положенням річних кілець;
- планувати процес розкрою орієнтуючись на сортність та діаметр кругляка;
- підбирати той чи інший спосіб розкрою відповідно до поставлених завдань;

**Обладнання та матеріали:** сортамент різних лісоматеріалів, та пиломатеріалів, довідникова література, вимірювальні прилади.

### Теоретичні відомості

Мета процесу розпилювання круглого лісоматеріалу полягає в тому, щоб за допомогою розпилу та обрізки виготовити якомога більше високоякісної деревини. Розкрій колоди здійснюють поздовжніми пилками (круглими, рамними або стрічковими) у кількості однієї пилки або групи пил.

**Розпил індивідуальний або груповий.**

Розпилювання колод *однією пилкою називається індивідуальним*, оскільки щоразу проводиться один пропил в будь-якому напрямку. Розпилювання індивідуальним способом ведеться на стрічковому або круглопилкових верстатах (дискових пилорамах).

*Груповий варіант розкроювання* передбачає задіяння більше двох пилок, іноді розпилювання колоди може налічувати від шістнадцяти до двадцяти пилок.

Тому відповідно виведена наступна **класифікація видів розпилу колод:**

- груповий;
- індивідуальний;
- індивідуально – груповий або змішаний.

Групове розпилювання властиво більше рамним пилорамам, набагато рідше його здійснюють круглопилковими верстатами.

Індивідуальне розпилювання колод надає можливість ефективніше використовувати якості різних частин деревини. Але його продуктивність недостатня для кряжів з малим та середнім діаметром (до 30 або 40 см).

Групове розпилювання колоди не застосовують для кряжів з діаметром вище середнього (понад 80 або 90 см), оскільки робота більшості пилок вкрай ускладнена.

**Груповий розкрій** вважається більш продуктивним порівняно з індивідуальним, проте при такому способі обробки обладнання як вертикальні лісопилні рами або круглопилні верстати не здатні розпилювати колоди діаметром від 80 см і вище. Обробка тонкоміра і колод середнього розміру при груповому розкроюванні більш продуктивна.

Усі пилки виконують різні паралельні один до одного. Груповий розпил проводиться без вивчення якостей деревини, його інша назва - *сліпий спосіб*.

Групове розпилювання колоди характерне для пилювального матеріалу малого та середнього діаметра з порівняно однорідною структурою або малоцінного. Цей критерій застосовується до хвойних, деяких м'яколистяних порід. Цим і зрозуміло широке використання групового розпилювання колоди на лісопилних рамах в державах східної Європи.

Головна відмінність **індивідуального** методу від групового - власне, індивідуальний підхід до кожного колоди, враховуючи всі її особливості. При груповій обробці проводиться розпилювання партії деревини, яка часто має різну структуру, розміри та якість.

Распил колод з великим діаметром виконують лише за індивідуальним варіантом. Йому віддається перевага і для кряжів середніх і великих розмірів з присутністю в них не особливо однорідної за складом деревини, до якої входить дерево перестійного лісу та більшості твердолистяних порід (бука, дуба), чому і має широке поширення цього способу в Азії та Америці.

**Індивідуально-груповий** метод має на увазі розпилювання колод на великі елементи за індивідуальними схемами (сегменти, сектори, бруси) з метою їх подальшого розпилу за загальною схемою.

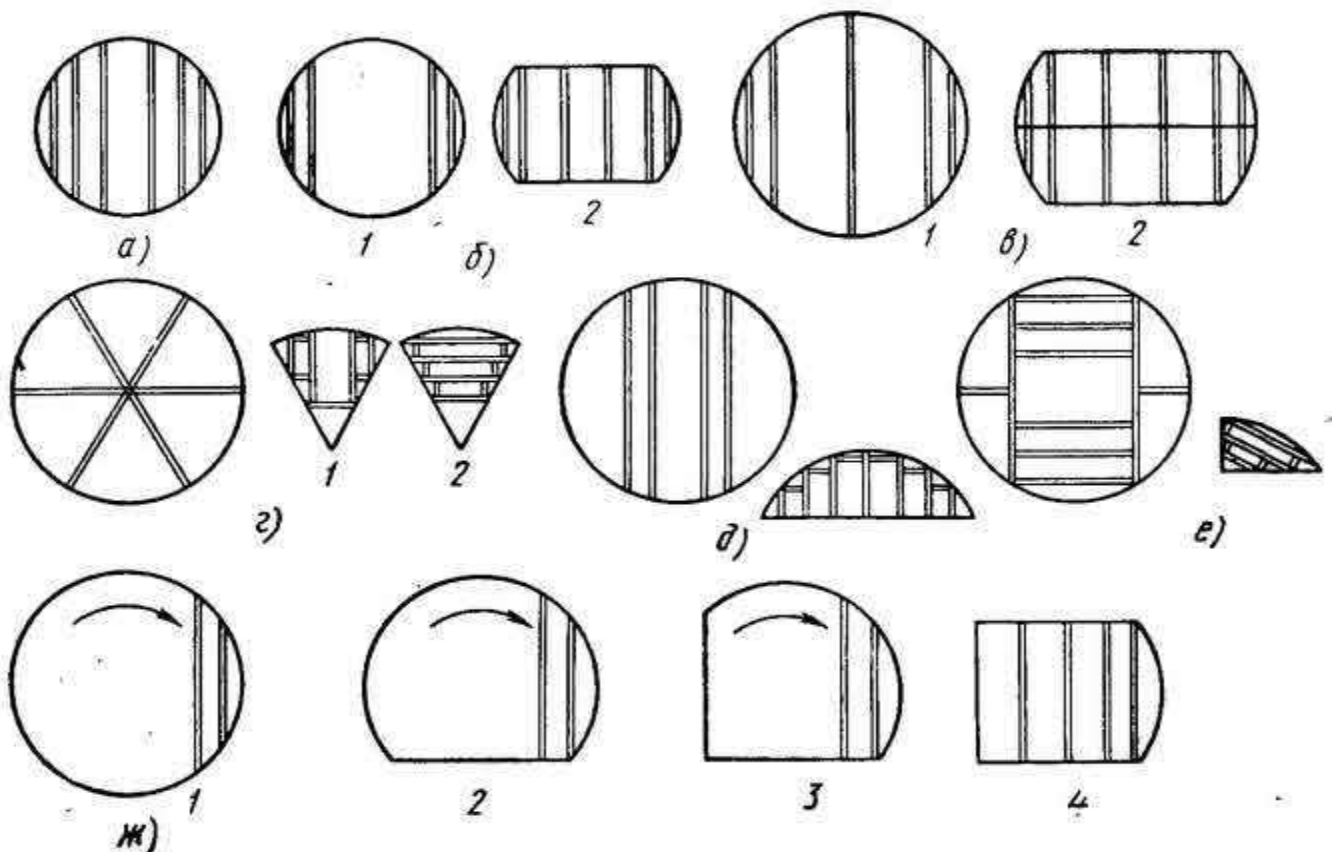
Розпилювання з точно заданим напрямком (тангенціальним, радіальним або напіврадіальним, або рустикальним) **називається орієнтованим**.

Розпилювання колоди, що виконується подібним чином, наділяє продукти лісопилення додатковими властивостями (стабільність, міцність, зносостійкість і тд). Підкреслимо, що напрямок пропилу може підвищити якість пиломатеріалів, що отримуються з низьких сортів деревини. Найбільший вихід пиломатеріалів в орієнтованому розпилюванні виходить шляхом індивідуального методу розкрою.

### Способи розкрою колод.

На даний момент існують **6 основних способів** розкрою деревини на пиломатеріали:

1. В развал;
2. З брусіванням;
3. Круговий;
4. Сегментний;
5. Агрегатний;
6. Секторний.



**Рис. 1. Способи розпилювання колод:** а – в развал; б - з брусівкою на один брус; в – з брусівкою на два бруси; г – секторний; 1 – на пиломатеріали радіального розпилювання, 2 – на пиломатеріали тангентального розпилювання; д – розвальню-сегментний; е – брусово-сегментний; ж – круговий.

Якщо необхідно виробити пиломатеріал без орієнтації пластів по річних шарах, застосовуються **розвальний та брусово-розвальний** способи розкрою. Якщо необхідно вироблення спеціальних видів пиломатеріалу тангенціальної або радіальної форми, використовуються **сегментний або секторний**.

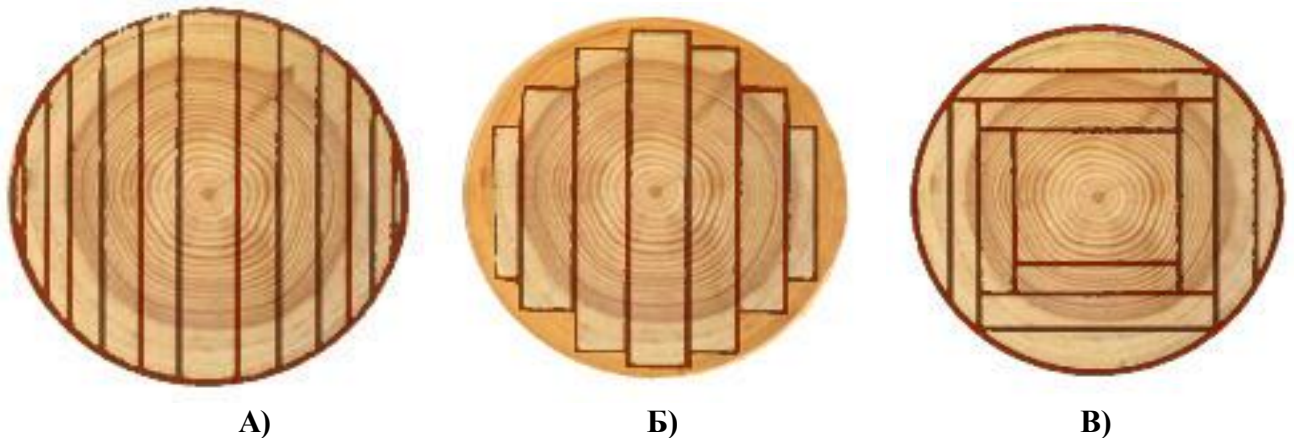
**Розпилювання в развал (Рис. 2А).**

Розпил колод у развал застосовують, коли планується отримати необрізну дошку. Наприклад, щоб виконати надалі їх розкрий на відносно короткі заготовки. Цей спосіб часто використовують для отримання в подальшому дошки обрізної з тонкомірного колоди з огляду на те, що при інших варіантах відбувається сильне зменшення ширини дошки. Підсумковий продукт – необрізна дошка. Завдяки цьому, а саме збільшенню середньої ширини дошки, вдається отримати найвищий вихід якісної деревини.

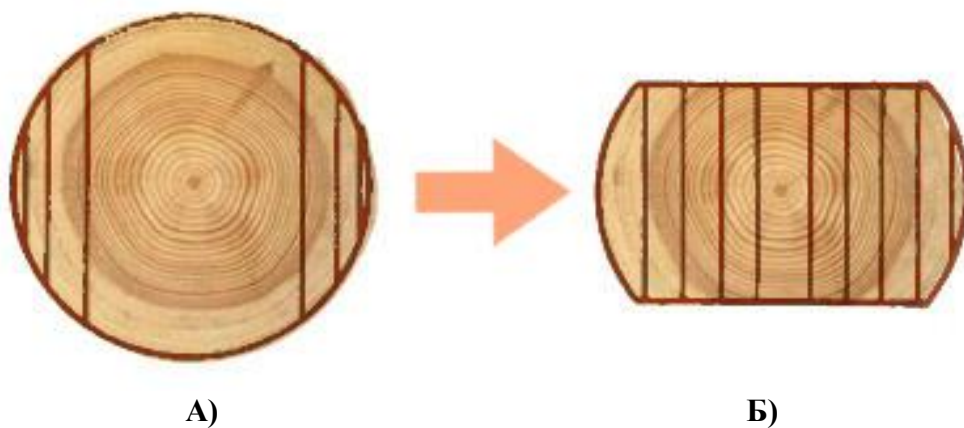
**Підсумковий вихід наступний:**

- крайні бічні дошки тангенціального розпилювання;
- середні радіальні;
- інші – напіврадіальні (мішані).

Ці значення враховують коли важливий безпосередньо напрямок волокон деревини.



**Рис. 2. Розпилювання в развал (А), агрегатне (Б), кругове (В) розпилювання колод.**



**Рис. 3. Брусовий спосіб розкрою колод.**

**Брусовий спосіб розпилювання (рис 3).**

Коли перед виробником стоїть завдання отримати обрізний пиломатеріал заданої ширини, використовується брусове розпилювання.

Даний спосіб обробки ділиться на два основні етапи:

**Перший етап** – спочатку з колоди випилюють **плаху** (брус двохкантний) з отриманням бічних дощок на «брусочному» верстаті, дисковій або стрічковій пилорамі (Рис 3 А).

**Другий етап** – плаху розпилюють на обрізні дошки (Рис 3 Б).

Всі дошки із середини виходять **чистообрізними та рівноширокими**, ширина їх дорівнює товщині бруса. Присутність таких дощок, які отримують з колоди, становить 65-70% всього обсягу пилопродуктів..

Крім вищеописаних верстатів існують машини, які дозволяють розпилити колоди на плахи та обрізні дошки в один прохід (фрезерно – пильні, або фрезеро – брусувальні верстати). Використання такої техніки значно збільшує продуктивність обробки деревини.

Якщо колоди мають великий діаметр, то способом з брусування виконують розпил колод, використовуючи у схемі розкрою два і три бруси (рис 1 в).

При використанні брусового способу розкрою виробництво пиломатеріалів стає набагато простіше і дешевше. Він ідеально підходить для обробки тонкомірного колод. Якщо ж розпилювати товстомірні колоди діаметром від 36 до 40 см, то спочатку потрібно як зазначалося випилити два або три бруси (плахи).

Дошки, що виходять на виході (крім середніх) переважно тангенціального розпилювання.

#### **Круговий розкрій (Рис 2В).**

Розпилювання даним способом відбувається наступним чином: спочатку від колоди відпилюють горбиль і кілька дощок, після цього колоду повертають навколо поздовжньої осі під певним кутом і знову відпилюють кілька дощок, після чого повертають знову, тобто обробка відбувається по колу.

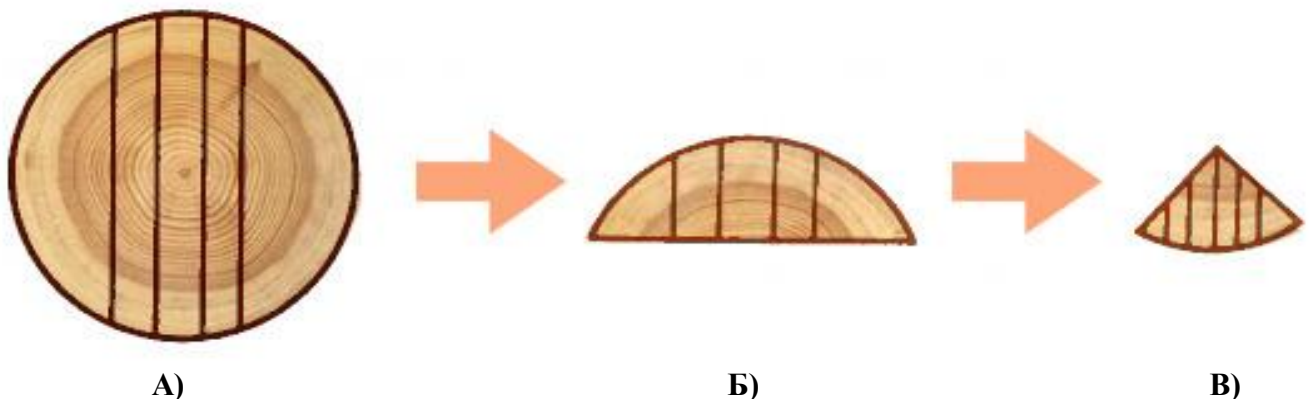
Кругове розпилювання колоди застосовується виключно в індивідуальному розпилі.

Головна перевага такого способу - висока вихідна кількість якісного пиломатеріалу як зі здорових колод, так і з уражених безліччю пороків. Під час кругового розкрою основну масу дощок випилюють з периферійної частини, яка менш за інших схильна до дефектів. Таким чином, дощок із внутрішніми вадами виходить набагато менше.

Даний спосіб рекомендується, коли є багато колод низької якості, з яких необхідно отримати найбільшу кількість якісних пиломатеріалів. Вихідні дошки при круговому розкрої тангенційного розпилювання.

#### **Агрегатний розкрій (2 Б).**

Перед тим, як вибрати даний спосіб обробки, колоду необхідно фрезерувати з отриманням технологічної тріски та багатоступінчастого бруса (іноді чотириконтного). Після цього отриманий брус розпилюється на обрізні дошки. Агрегатний розкрій ідеально підходить для тонкомірних дощок, а технологічна тріска, що отримується в процесі переробки тонкомірної сировини, придатна для целюлозно-паперового виробництва.



**Рис. 4. Сегментне розкроювання колоди**

#### **Сегментне розпилювання (рис 4).**

Розпил колод сегментним способом полягає в тому, що з серединної частини колоди випилюють тонкий брус або кілька дощок (рис 4 А), а з боків одержують 2 **пластини** (рис 4 Б) , які в поперечному перерізі набувають вигляду сегментів (рис 4 В).

У майбутньому ці пластини можна розпилити двома способами: перпендикулярно волокнам (4 В) (виходять в основному радіальні пилопродукти) або паралельним розпилюванням згідно з пластом (виходять тангенціальні пилопродукти).

Сегментний спосіб використовується в тому випадку, якщо для виробництва необхідно отримати дошки або виключно радіального розпилювання (наприклад, для клепок на бочках або музичних інструментів) або виключно тангенціального.

### Секторний розкрій

Виходячи з назви, спочатку колоду розпилюють на 4-6 елементів, які при поперечному перерізі набувають форми секторів (рис 5 А). Кожен окремих сектор надалі розпилюють на дошки радіальним чи близьким щодо нього напрямом (рис 5 Б).

Даний спосіб схожий з сегментним, так як застосовується тільки в тих випадках, коли потрібні або радіальні, або тангенціальні розпили (частіше радіальні).

Основним недоліком секторного розкрою є його трудомісткість і величезна кількість відходів трикутного перерізу, які надалі переробляти дуже складно.

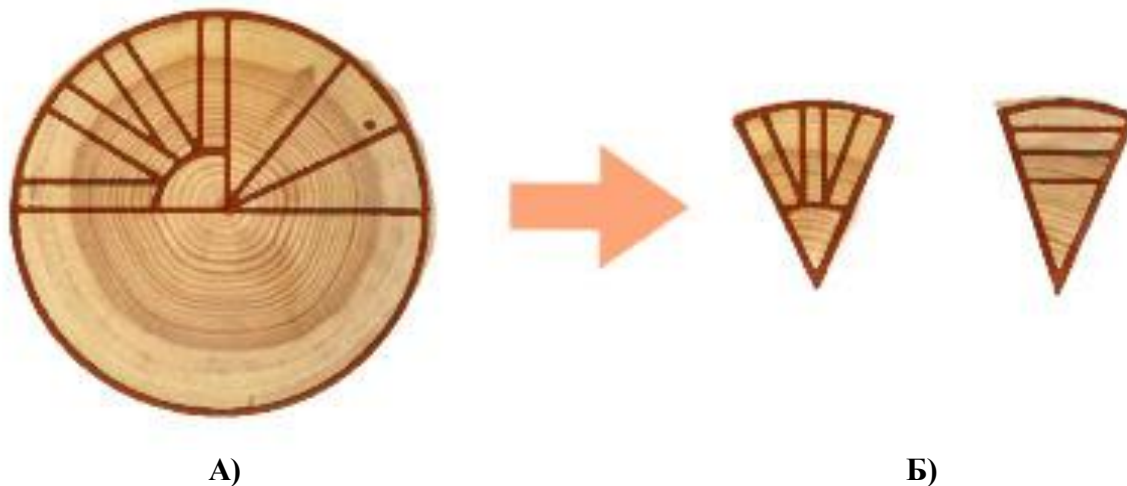


Рис. 5. Секторне розкроювання.

**Розкроювання «в чверть».** Різновидом секторного пиляння є розріз в чверть.

Розпилювання на чверть означає різання під кутом 90 градусів від кілець росту на колоді для отримання вертикального та рівномірного малюнка. Текстура на лицьовій стороні дошки, розпиленої на чверть, буде являти собою паралельні лінії, які є прямими, щільними і проходять по всій довжині дошки.

Чим ближче кільця росту до 90 градусів від лицьової сторони дошки, тим більша ймовірність отримати знамениті серцевинні промені, які дуже естетично виглядають особливо на такій породі як дуб. Додаткова естетика включає хвилясті та переплетені зерна. Структурні переваги пиляння в чверть включають те, що воно зменшує скручування та викривлення, краще тримає навантаження, матеріал легше обробляється, більш стійкий до загнивання, так як містить багато ядрової деревини та не такий гігроскопічний.

Пиляні в чверть пиломатеріали цінуються дорожче в тому числі через більший час виробництва та більшу кількість відходів.

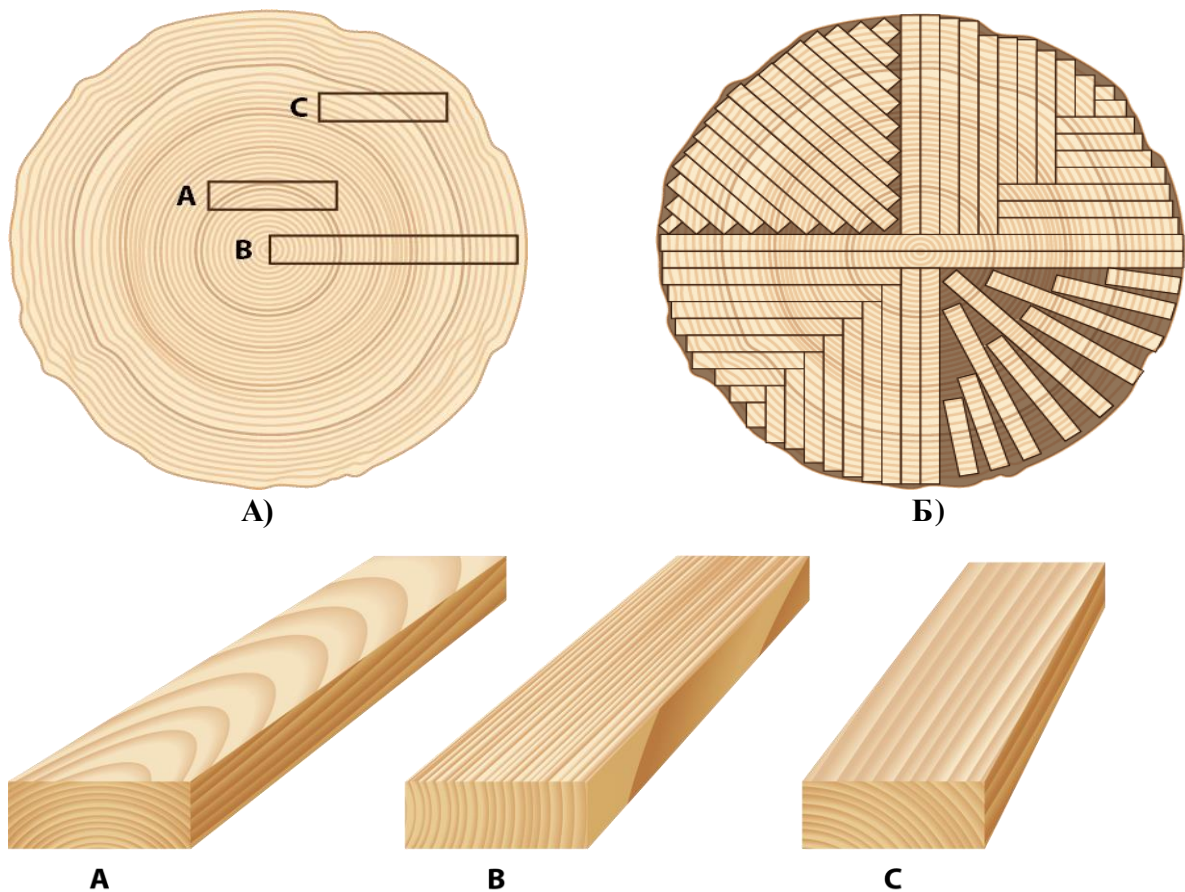
**Існує 4 види розпилювання на чверть (рис 6 Б):**

- ліворуч угорі: звичайний розпил на чверть;
- праворуч угорі: потрійний розпил на чверть;
- внизу зліва: почергове розпилювання на чверть;
- внизу праворуч: розпилювання, також відоме як радіальне четвертне розпилювання.

Нагадаємо також що ми можемо отримати при розпилюванні **три основні розрізи** відносно розтошування волокон до пластів (рис 6 А):

- А.** Тангенціальний (тангентальний);
- В.** Радіальний;
- С.** Напіврадіальний або змішаний (рустикальний).

Розпиляна радіальна деревина (В) має найбільшу стабільність, ніж інші види пиломатеріалів, оскільки радіальна деревина, має рівні ділянки між волокнами. Ці частини реагують на вологість та усушку більш рівномірно, ніж різноманітні частини пиломатеріалів (А).



**Рис. 6. Види розпилювання на чверсть (Б) та основні розрізи (А, В, С)**

Як видно на малюнку, 6 Б, внизу праворуч, радіальне четвертне розпилювання виробляє матеріал з найкращими з усіх варіантів характеристиками, але і самого ділового матеріалу виробляється в меншій кількості. При використанні цього методу розпилу утворюється більше відходів. Тому такі пиломатеріали дорожчі за інші види пиломатеріалів.

#### **Стійкість пиломатеріалів**

Подивіться на малюнок нижче, як різні типи розрізів можуть змінити форму деревини та деформуватися при зміні вологості (рис 7). Як видно на малюнку, форма радіальної деревини рівномірно змінюється при її усадці.

#### **Міцність пиломатеріалів**

Порівнюючи міцність різних видів пиломатеріалів, ми також повинні дивитися на те, як деревина використовується. Для матеріалів які отримують навантаження на згин, радіальна деревина з прямими волокнами, що йдуть паралельно, є найміцнішою деревиною для цього використання.

#### **Висновки**

Щоб отримати з деревини низького сорту хороший дорогий матеріал, процес розпилювання повинен мати такі якості: швидкість, низька енерговитратність, мінімальна участь людини, відповідно, мінімальні витрати на зарплату співробітникам. Виходячи з цього, найкращим є груповий метод розкрою. Безперечно, використовуючи індивідуальний розкрій, вихід вищий, але витрати на виробництво також зростають. Вижимаючи з невеликої колоди максимум, ми витрачаємо значно більше ресурсів, ніж отримуємо з цього вигоди.

Для переробки тонкоміра найчастіше використовують розпилювання в розвал або брускову.

#### **Порівняно з розпилюванням вразвал брусочний спосіб має такі переваги:**

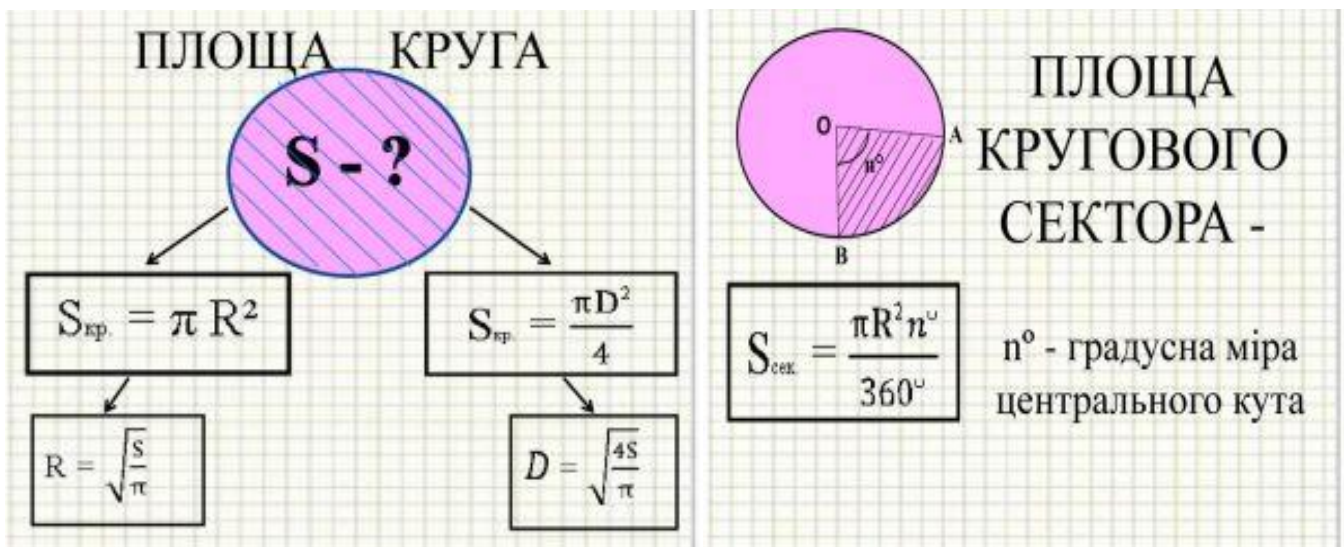
- створення найкращих умов для обрізних дощок заданої ширини;
- забезпечення найвищого обсягу пиломатеріалів на виході;
- забезпечення більш повного використання якісних зон у колоди (по поперечному перерізі).

Якщо порівнювати два цих способи розпилювання, то і розпилювання врозвал, і у брусочного корисний вихід приблизно однаковий, проте якщо колоди сильно пошкоджені гнильними вадами або просто викривлені, вихід при брусковому розпилюванні знижується. Тут вирішальну роль відіграє обладнання. При такому способі колоди традиційно проходять через два верстати (перший прохід - плаха, другий - дошка обрізна), від чого знижується і продуктивність розпилу сировини. Незважаючи на це, відомі й інші способи розпилу, брусочний метод раціональніший.

Коли ми говоримо про спеціалізовані виробництва які вимагають якісного матеріалу з радіальним перетином волокон то тут необхідно використовувати сегментний та секторний спосіб розкроювання.

### Хід роботи

1. З наявних зразків відшукайте пиломатеріали з радіальним, тангентальним та мішаним розрізом, визначіть та опишіть відповідно до положення в стовбурі та малюнку річних кілець;



2. Skorиставшись формулами площі круга розрахуйте площу перерізу умовної колоди (варіант отримуєте у викладача) та вписавши в них прямокутний переріз брусів, брусків, дощок розрахуйте умовний вихід пиломатеріалів та кількість отриманих відходів;

3. Skorиставшись формулами площі сектора розрахуйте вихід пиломатеріалів та кількість відходів при використанні способу розкрою «в чверть», а саме при одному з його варіантів - радіальне четвертне розпилювання, коли отримуються лише радіальні пиломатеріали.

**Примітка.** Не забудьте врахувати товщину пропила, що також утворює відходи.

### Питання до самостійної роботи

1. Дайте класифікацію видів розпилу колод;
2. Опишіть основні способи розкрою колод, дайте їм характеристику;
3. Опишіть основні способи отримання радіального пиломатеріалу;
4. Дайте характеристику самим радіальним пиломатеріалам;
5. Назвіть найпопулярніші способи розкрою деревини що найчастіше використовують, назвіть причину їх популярності;

### Звіт до роботи

1. Письмова відповідь на поставлені питання до самоконтролю.

## Практична робота №4 Розрахунок обсягу деревини.

**Мета роботи:** Вивчити основні види та способи розкרוювання пиломатеріалів, їх основні переваги та недоліки, специфіку застосування.

**Знати:**

- класифікацію видів розпилу колод;
- основні способи розкרוю колод;
- специфіку підбору та використання того чи іншого способу розкרוю;

**Вміти:**

- розрізняти пиломатеріали за способом отримання та положенням річних кілець;
- планувати процес розкרוю орієнтуючись на сортність та діаметр кругляка;
- підбирати той чи інший спосіб розкרוю відповідно до поставлених завдань;

**Обладнання та матеріали:** сортамент різних лісоматеріалів, та пиломатеріалів, довідникова література, вимірювальні прилади.

### Теоретичні відомості

Ще в другій половині ХХ століття в лісовій таксації було визнано доцільним визначати обсяги деревини для практичних цілей за спеціальними таблицями. З усіх складених таблиць найбільше застосування знайшли таблиці А.А.Крюндера. Зазначені таблиці надалі були перераховані Г.М.Турським у метричну систему, доповнені Н.П.Анучини та затверджені як ГОСТ 2708-44.

Міжнародна торгівля лісоматеріалами розвивається дуже динамічно. За даними ФАО, обсяги світового експорту круглого лісу протягом останнього десятиліття у кількісному вираженні зросли на 8 млн. м<sup>3</sup>. Цьому сприяли постійне зростання світового споживання пиломатеріалів у різних секторах економіки та зростання значущості деревини як натурального, екологічно чистого універсального матеріалу. Міжнародна торгівля необробленою деревиною сьогодні розвивається в умовах зростання обсягів її споживання. Провідними експортерами круглого лісу у світі є Росія, Нова Зеландія, США, а головними імпортерами необробленої деревини є Китай, Австрія, Німеччина. Головним чинником зростання обсягів міжнародної торгівлі нині є зростання споживання деревини у світі.

**Розрахунок обсягу лісоматеріалів.**

**Кубічний метр** – це загальноприйнята одиниця виміру лісо та пиломатеріалів. Практично вся продукція з деревини: кругляк, пиломатеріал обрізний, струганий пиломатеріал, конструкційний і т.д. вимірюється у кубах (кубічних метрах). Виняток становлять лише штучні вироби та погонаж. Іншими словами 1 куб матеріалу, це об'єм рівний 1 метру (1 м) по всіх трьох вимірах (ширині, товщині та довжині).

Розміри (довжину і товщину) деревини дров'яної промислового і непромислового використання слід вимірювати за ДСТУ EN 1310:2005. «Лісоматеріали круглі та пиляні. Метод вимірювання параметрів».

Якщо з оциліндрованою колодою все досить просто (вже з назви зрозуміло, що достатньо розрахувати об'єм циліндра), то форма необробленої колоди задає більш складне завдання при розрахунках об'єму.

Під колодою розуміють зрубане дерево, очищене від гілок та великих сучків. Форма умовної колоди – це циліндр (у нижній частині), що переходить у конус (у верхній частині). При цьому поперечний переріз дерева дуже рідко є коло, а лише нагадує його обрисами. На практиці при розрахунках цей переріз таки приймається за коло без урахування похибок. Нехтують у розрахунках і кривизною ствола, вимірюючи не довжину осі, а власне довжину поверхні ствола.

**Примітка.** В деяких випадках обмір та визначення об'ємів круглих лісоматеріалів проводять без урахування без кори (вимоги контракту, економічна доцільність).

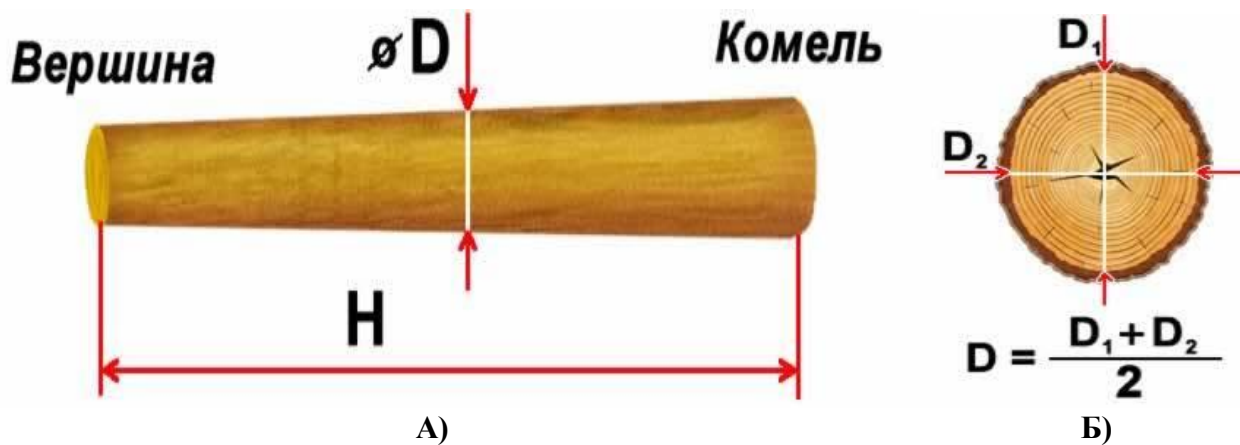


Рис. 1. Параметри колоди.

Для визначення обсягу колоди нам знадобляться ті ж значення, що і при розрахунку ідеальної оциліндрованої колоди – а саме довжина –  $H$ , та товщина (діаметр)  $D$  виміряний по середині колоди (рис 1 А). Для більш точного вимірювання можна виміряти діаметр у двох точках – з максимальним та мінімальним значенням діаметру (рис 1 Б).

Об'єм рядового деревного стовбура завжди менше, ніж обсяг умовного циліндра тієї ж висоти і товщини основи і менше обсягу конуса з тими ж параметрами. Середнє арифметичне між діаметрами верхньої та нижньої частини ствола не завжди дає адекватний результат, оскільки конусність ствола може бути дуже нерівномірною. **Згідно з численними дослідженнями, діаметром цього умовного циліндра є товщина середини колоди.**

Отже, для визначення об'єму стовбура треба виміряти рулеткою його довжину рулеткою і діаметр по середині, та перемножити ці величини.

#### Визначення об'єму за формулою

Уявимо ситуацію, за якої у вас під рукою не виявилось розрахункових таблиць і навіть немає доступу до інтернету (а таке цілком можливо, якщо ви знаходитесь на ділянці далеко в лісі). У цьому випадку на допомогу прийде проста формула розрахунку площі кола. Для розрахунків нам знадобиться заміряти діаметр та довжину колоди (рис 1 А).

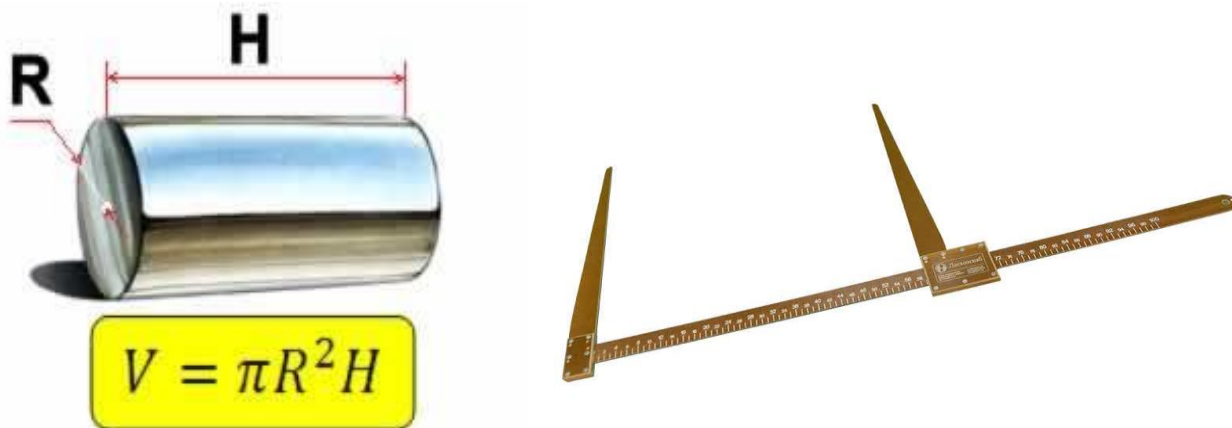


Рис. 2 Формула розрахунку об'єму циліндра, та вимірювальна вилка для кругляка.

Формула розрахунку об'єму циліндра, де: число  $\Pi$ -3,14159265358979;  $R$  - радіус кола;  $H$  - довжина циліндра.

Але оскільки порівняння колоди з циліндром як зазначалося вище суто умовне, то при реальних розрахунках діаметр колоди вимірюється в його середній точці. Також було сказано вище - ми маємо справу не з циліндром і не конусом - колода є поєднанням цих двох фігур з індивідуальними варіаціями кривизни. Тому беруться усереднені значення (середній діаметр рис 1 Б).



**Рис. 3. Секційний метод вимірювання.**

Більш точним методом вважатимуться *секційний*. Колода умовно поділяється на поперечні секції встановленої товщини, і його обсяг обчислюється як сума обсягів цих секцій (рис. 3).

**Визначення обсягу деревини за таблицею**

Для швидкого та точного розрахунку кубатури лісу можна скористатися спеціальним довідником – **кубатурником**.

**Табл. 1. Кубатура круглого лісу товщиною від 6см до 60 см, довжиною в 1-9 метрів**

Товщина (діаметр), см	1м	2м	3м	4м	5м	6м	7м	8м	9м
6	0,0032	0,0073	0,0120	0,017	0,022	0,028	0,037	0,047	0,056
8	0,0053	0,0110	0,0170	0,026	0,035	0,045	0,057	0,071	0,084
10	0,0082	0,0170	0,026	0,037	0,051	0,065	0,082	0,100	0,122
12	0,0120	0,026	0,038	0,053	0,073	0,093	0,114	0,120	0,140
14	0,0160	0,035	0,052	0,073	0,097	0,123	0,150	0,179	0,21
16	0,0210	0,044	0,069	0,095	0,124	0,155	0,189	0,22	0,26
18	0,0270	0,056	0,086	0,120	0,156	0,194	0,23	0,28	0,32
20	0,0330	0,069	0,107	0,147	0,190	0,23	0,28	0,33	0,39
22	0,0400	0,084	0,130	0,178	0,23	0,28	0,34	0,40	0,46
24	0,0480	0,103	0,157	0,21	0,27	0,33	0,40	0,47	0,55
26	0,0570	0,123	0,185	0,25	0,32	0,39	0,46	0,54	0,63
28	0,0670	0,144	0,220	0,29	0,37	0,45	0,53	0,63	0,72
30	0,0770	0,165	0,250	0,33	0,42	0,52	0,61	0,72	0,83
32	0,0870	0,190	0,28	0,38	0,48	0,59	0,70	0,82	0,94
34	0,10	0,210	0,32	0,43	0,54	0,66	0,78	0,92	1,06
36	0,11	0,230	0,36	0,48	0,60	0,74	0,88	1,02	1,18
38	0,12	0,260	0,39	0,53	0,67	0,82	0,97	1,13	1,30
40	0,14	0,28	0,43	0,58	0,74	0,90	1,07	1,25	1,44
42	0,15	0,31	0,47	0,64	0,81	1,00	1,18	1,38	1,58
44	0,16	0,34	0,52	0,70	0,89	1,09	1,30	1,51	1,73
46	0,18	0,37	0,57	0,77	0,98	1,19	1,41	1,65	1,90
48	0,19	0,41	0,62	0,84	1,06	1,30	1,54	1,80	2,07
50	0,21	0,44	0,67	0,91	1,15	1,41	1,67	1,95	2,26
52	0,23	0,48	0,73	0,99	1,25	1,53	1,81	2,12	2,45
54	0,25	0,53	0,80	1,07	1,35	1,65	1,96	2,29	2,63
56	0,27	0,57	0,86	1,16	1,46	1,78	2,11	2,46	2,83
58	0,29	0,61	0,92	1,25	1,57	1,91	2,27	2,63	3,03
60	0,31	0,66	0,99	1,33	1,68	2,05	2,42	2,81	3,23

Найпоширеніша, точніша та вивірена таблиця для визначення обсягів круглого лісу – наведена в **додатку 1**. По цих таблицях можна швидко визначити обсяг як круглої деревини, так і різних пиломатеріалів.

Таблиця 1 наведена вище це частина осонвної таблиці що найчастіше використовується. Цю таблицю можна назвати універсальною. На її основі розроблено безліч методик, наприклад обміру лісу на корені в лісовому господарстві, обрізного в транспорті на митних постах та інші.

Звичайно, в таблиці 1 наведені не всі типорозміри, але для прикладу видно, що з великою точністю зроблено обчислення кубатури різних колод. У практиці вимірюють товщину (середній діаметр), потім довжину та по таблиці знаходять кубатуру. Оскільки коло зрізу колоди не ідеальне формою, проводять перпендикулярно 2 вимірювання діаметра і знаходять середнє його значення (рис 1 Б). Саме це значення потрібно шукати в рядку.

Похибка результатів становить 2-4%, що є прийнятним більшість практичних розрахунків.

**Примітка:** Обсяг деревини з допомогою старих кубатурників використовується найменший діаметр (тобто. товщина верхнього торця). Сучасні ДСТУ рекомендують вимірювати серединний діаметр, а лише при неможливості, користуватися вимірами верхнього торця.

В Україні для врахування в роботі з митного оформлення вантажів, відповідно до повідомлення Держстандарту України від 18.12.2001 N 8-4/371, наказом Держстандарту України від 05.04.2001 N 150 та ДСТУ 4020-2-2001 "Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Частина 2. Лісоматеріали круглі". **Введено новий стандарт чинний з 01.07.2001** і застосовується замість "Методів вимірювання" ГОСТ 2292-88 "Лесоматериалы круглые. Маркировка и транспортировка, обмер, учет и правила приемки" Цей стандарт чинний і до теперешнього часу.

У зв'язку з тим, що з 01.01.2019 р. скасовуються всі стандарти, розроблені до 1992 року (переважно всі міждержавні ГОСТ), на заміну яких мають бути введені європейські стандарти (EN) або, у разі відсутності таких - міжнародні (ISO), було складено нові стандарти.

Новий кубатурник 2019 року для круглого лісу призначений для визначення об'єму лісоматеріалів у круглому вигляді на основі серединного діаметра колоди в корі та її довжини можна скачати на андроїд та віднодовс безкоштовно.

<https://www.lisovporyadnyk.org.ua/prognams/dstuu/>

#### Розрахунок кубатури великої кількості колод

Оскільки форма та діаметри кожної колоди відрізняються, для найбільш точних розрахунків правильніше всього підрахувати об'єм кожної колоди і потім скласти всі отримані значення. Однак при великих обсягах поставок це не завжди можливо та часто не потрібно, оскільки похибка зазвичай несуттєва.

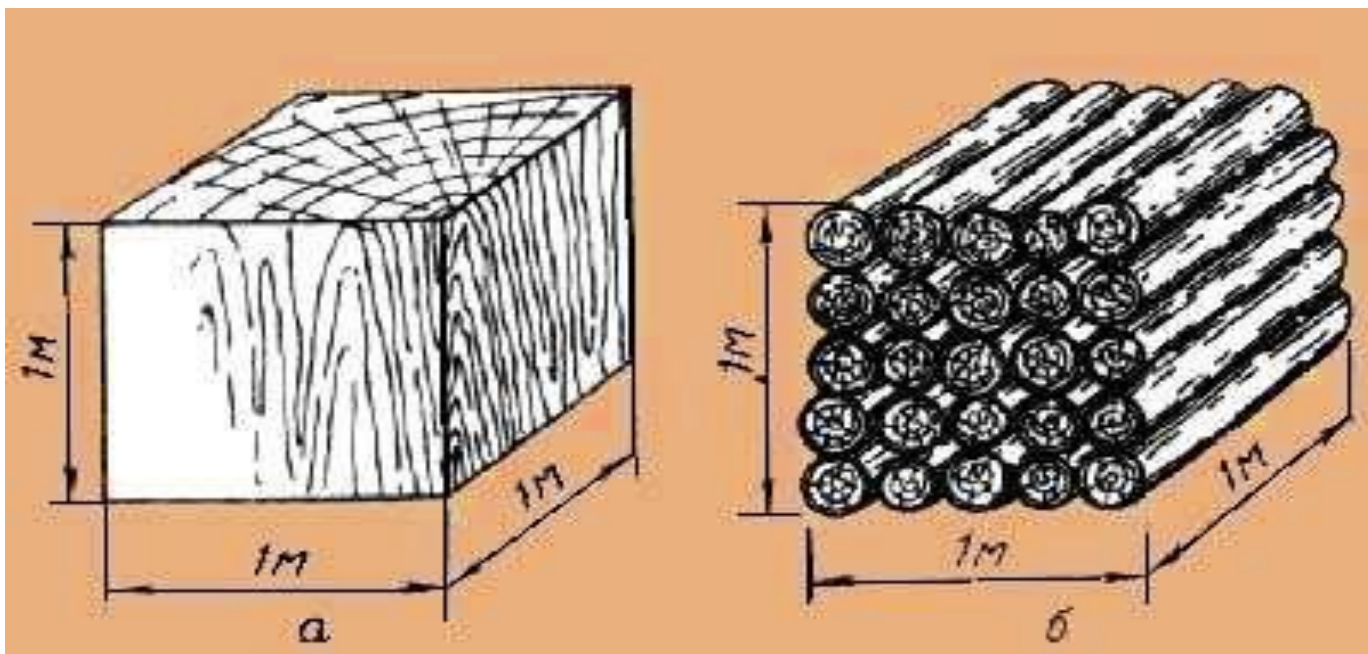


Рис. 4. Кубічний метр деревини (а) та складський (б, складометр).

У разі, якщо необхідно дізнатися об'єм досить великої кількості круглої деревини, краще скористатися іншим способом – зробити перерахунок складеного кубічного метра на щільний кубічний метр (рис 4).

**Складаний кубічний метр** є кількістю деревини, яка займає геометричний об'єм прямокутної призми зі сторонами 1 м<sup>3</sup> разом із проміжками (рис 4б).

**Штабельний метод** (рис. 5) відноситься до групових, використовується для вимірювання штабелів як на землі, так і на транспортних засобах і являє собою вимірювання геометричного обсягу штабеля, з подальшим його переведенням в щільну міру (без порожнеч і обліку кори для ділових сортиментів) множенням на поправочний коефіцієнт (табл. 2).

Складський обсяг визначається як добуток довжини штабеля, його середньої висоти (з висот секцій) та номінальної довжини сортименту. Коефіцієнт береться з довідкових матеріалів або визначається за вибіркою попередньо як відношення щільного обсягу до складочного.

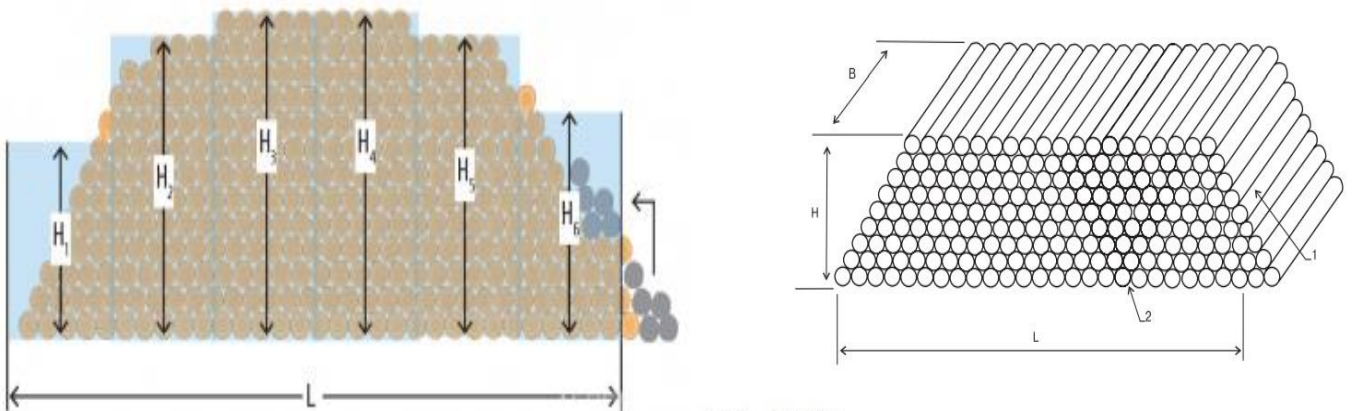


Рис.6. Штабель

**Рис. 5. Штабельний метод вимірювання з розбиттям на секції.**

1 — бокова сторона штабеля; 2 — торцева сторона штабеля; Н — висота штабеля;  
В — ширина штабеля; L — довжина штабеля.

Складометричний об'єм штабеля колод  $V_c$ , [м<sup>3</sup>] визначають за формулою:

$$V_c = HBL$$

Вимірювання **висоти штабеля Н** проводять за секціями. Торцеву стінку (бік) штабеля ділять на  $n$  однакових частин (секцій) довжиною трохи більше 3 м. Висоту секції  $h$  [м] вимірюють посередині кожної секції з округленням до другого знака після коми. Висоту штабеля  $H$  визначають як середньоарифметичне значення висот усіх секцій штабеля за такою формулою:

$$H = \sum h_1 / n$$

де  $h_1$  - висота кожної секції (м),  $n$  – кількість секцій.

**Ширина штабеля В** — це номінальна довжина сортиментів, встановлена в стандартах на круглі лісоматеріали, або довжина колод, прийнята за домовленістю виробника зі споживачем. Припуски і відхилення по довжині, що допускаються, до розрахунку не приймаються. Ширину штабеля вимірюють у метрах із округленням результату до другого знака після коми.

Для вимірювання **довжини штабеля L** у кожного з торців штабеля відзначають положення двох вертикальних ліній, що стосуються крайніх колод штабеля. Довжину штабеля  $L$  з обох боків штабеля вимірюють по відстані між двома мітками, що характеризують положення вертикальних ліній. Довжиною штабеля  $L$  вважають середньоарифметичне значення двох вимірів довжини кожної бокової сторони штабеля. Довжину штабеля  $L$  вимірюють у метрах із округленням результату до другого знака після коми. Довжину штабеля  $L$  визначають за такою формулою:

$$L = (L_1 + L_2) / 2$$

Щоб підрахунки були якомога точнішими, штабель з колод повинен максимально відповідати формі призми, а проміжки між стовбурами мають бути мінімальними.

Порядок дій наступний:

– колоди укладаються в штабель, при цьому тонкі та товсті кінці розподіляються у протилежних напрямках;

- короткі фрагменти колод можна з'єднати між собою;
- якщо заготовки сильно відрізняються по довжині, то вони укладаються в різні штабелі;
- далі залишається виміряти довжину, ширину та висоту кожного штабеля, отримані величини перемножити;
- скласти показники обсягів кожного зі сформованих штабелів.

Отже, ми отримали складську кубатуру лісу. Тепер слід обчислити щільну кубатуру – тобто, власне обсяг деревини за вирахуванням обсягу порожнин між колодами. Для цього необхідно помножити отриману величину обсягу на **розрахунковий коефіцієнт повнодеревинності**. Коефіцієнт повнодеревної **Кп** вибирають за таблицями (табл. 2) з урахуванням характеристик круглих лісоматеріалів.

**Таблиця.2.**

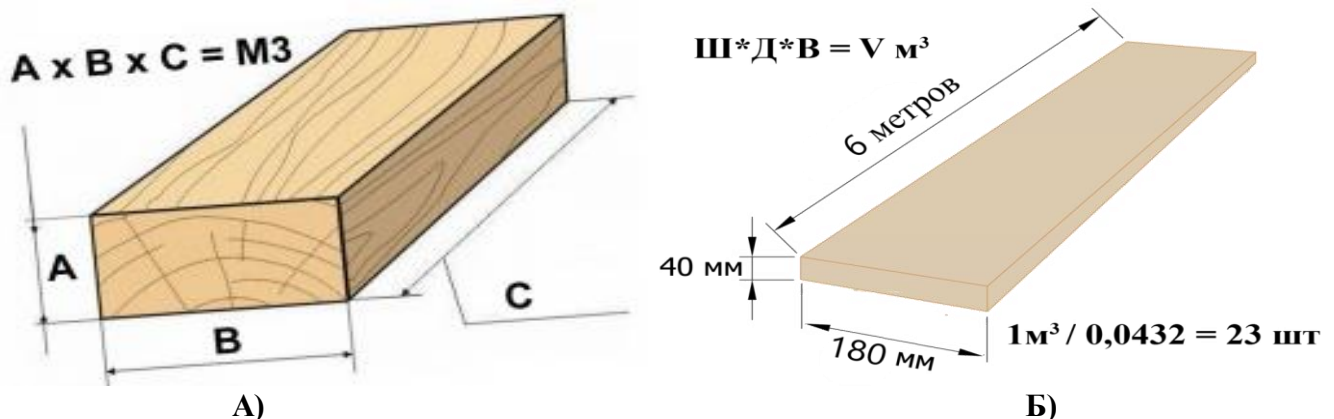
**Коефіцієнти повнодеревинності для деревини дров'яної промислового використання.**

Назва	Порода	Коефіцієнти повнодеревинності для довжин (в метрах)										
		2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	
деревина дров'яна промислового використання	хвойні	0,64	0,632	0,624	0,616	0,608	0,6	0,592	0,584	0,576	0,568	
	листяні	0,64	0,63	0,62	0,61	0,6	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	
	Порода	Коефіцієнти повнодеревинності для довжин, м										
		3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0
	хвойні	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
	листяні	0,54	0,538	0,536	0,534	0,532	0,53	0,528	0,526	0,524	0,522	0,52

### Вимірювання пиломатеріалів

Будь-який пиломатеріал має певні параметри: товщину, ширину та довжину. Перемножуючи ці показники, ми отримуємо обсяг. Це і є кубатура дошки чи бруса. Якщо ми оперуємо кубічними метрами, перемножувати параметри потрібно **в метрах**. Таким чином ми отримуємо кубатуру дошки у кубічних метрах.

Для правильного вимірювання дошки або бруса необхідно відступити від торця пиломатеріалу близько 10 см і провести замір товщини і ширини, щоб уникнути можливих похибок. І для того, щоб дізнатися про вартість одного бруса або ціну однієї дошки, необхідно з'ясувати, скільки дощок в 1 кубі і скільки брусів в одному кубічному метрі (1 м<sup>3</sup>) пиломатеріалу.



**Рис. 6. Розрахунок об'єму пиломатеріалів**

Наприклад візьмемо дошку 40x180x6000 мм (товщиною 40 мм, шириною 180 мм і довжиною 6000 мм), звичайну 6-ти метрову обрізну дошку. І спробуємо з'ясувати скільки дощок буде в 1 кубі (1 м<sup>3</sup>). Виходячи з того, що всі розміри дошки вказані в міліметрах (1 мм), їх спочатку необхідно перевести в метри (1 м).

Для тих, хто не пам'ятає скільки в метрі міліметрів, нагадаємо, що 1 метр (1 м) = 100 сантиметрів (100 см) = 1000 міліметрів (1000 мм).

Отже, рішення буде таким:

Спочатку знаходимо об'єм однієї дошки (рис. 6):

$$0,04 \times 0,18 \times 6 = 0,0432 \text{ (1 м}^3\text{)}$$

Потім знаходимо кількість дощок в кубічному метрі (рис. 6Б).

$$1 / 0,0432 = 23 \text{ дошки в 1 куб (1 м}^3\text{)}$$

### Розрахунок необрізного пиломатеріалу.

Ці приклади розрахунку кубатури дощок є елементарними для обрізного матеріалу, який має чітку товщину, ширину і довжину. Але як розрахувати обсяг необрізної дошки, де ширина дошки – це невизначений показник.

**Дошка необрізна.** Кубатура такої дошки вважається двома методами:

- поштучний метод;
- геометричний метод.

**Поштучний метод** передбачає просте перемноження трьох сторін, як із підрахунку обрізних пиломатеріалів. При цьому ширина дощок, звичайно ж, буде середньою, тобто для виміру береться одна сторона з корою, друга без врахування кори. Такий метод є прийнятним при підрахунку невеликого обсягу пиломатеріалів.

Для великого перерахунку існує **геометричний метод**. Суть цього методу проста: перемножується висота пакета, його ширина і довжина пакета (якщо не торцьована, то середня) і множиться на **коефіцієнт заповнення** (наприклад, 0,67). Для кожної товщини дошки він свій. Коефіцієнт заповнення залежить від товщини дошки та від частоти прокладок у пакеті.

Наприклад для дошки 25мм коефіцієнт заповнення становить **0,67**. Необрізну дошку складають в один пакет із прокладкою через 5-10 рядів. Рулеткою відмірюється висота пакета, його ширина та довжина. Ці показники перемножуються та коригуються на коефіцієнт заповнення.

**Таблиця.3. Коефіцієнти заповнення для переведу складометру в щільний об'єм.**

Група порід Вологість Довжина досок, м	Значення коефіцієнта для товщини дощок (мм).									
	16	19	22	25	32	40	44	50	60	75 - 100
Хвойні породи										
Влогість більш 20%, довжина: 2,00 - 6,50 м	0,59	0,60	0,60	0,61	0,63	0,65	0,66	0,67	0,70	0,75
1,00 - 1,75 м	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Влогість 20% и менше, довжина: 2,00 - 6,50 м	0,64	0,65	0,65	0,66	0,68	0,71	0,72	0,73	0,75	0,79
1,00 - 1,75 м	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73

Також для спрощення визначення об'єму розроблені таблиці розрахунку кубатути дошки, бруса та інших пиломатеріалів. Нижче для прикладу представлена таблиця, що наочно демонструє кількість дощок в 1 кубі:

**Таблиця 4. Визначення кількості дощок в кубічному метрі**

Найменування пиломатеріалу	Розмір перерізів дошки (мм)	Скільки дошки (штук) у кубі (в 1 куб. метрі)	Об'єм однієї дошки у кубічних метрах (м <sup>3</sup> )
Обрізна дошка	25x100x6000	66	0,015
Обрізна дошка	25x150x6000	44	0,022
Обрізна дошка	25x200x6000	33	0,3
Обрізна дошка	30x100x6000	55	0,018
Обрізна дошка	30x150x6000	37	0,027
Обрізна дошка	30x200x6000	27	0,036
Обрізна дошка	40x100x6000	41	0,024
Обрізна дошка	40x150x6000	27	0,036
Обрізна дошка	40x200x6000	20	0,048
Обрізна дошка	50x100x6000	33	0,03
Обрізна дошка	50x150x6000	22	0,045
Обрізна дошка	50x200x6000	16	0,06

#### Визначення об'єму дров'яної деревини

Для вимірювання об'єму дров користуються поняттями **насіп, складометр (скл. / м) і кубометр (куб. / м)**.

**Як визначити об'єм дров?**



**Неколоті**

Неколоті дрова йдуть колодами довжиною 1,0 - 1,9 м. Товщина може коливатися - від 2 см і більше

Визначення об'єму штабелю



**Колоті**

Колоті дрова, як правило, упаковуються в кліті або на піддони. Об'єм однієї кліті може відрізнятися у кожного постачальника від 1,25 м<sup>3</sup> до 2 м<sup>3</sup>

Визначення об'єму колотих дров

**Рис. 7. Різновиди дров'яної деревини.**

Зразу обмовимося що дрова діляться на дві групи - колоті та неколоті.

**Неколоті дрова** йдуть колодами довжиною 1,0 - 1,9 м. Товщина— від 2 см і більше.

**Колоті дрова**, як правило, упаковуються в кліті або на піддони. Об'єм однієї кліті може відрізнятися у кожного постачальника від 1,25 м<sup>3</sup> до 2 м<sup>3</sup>.

Складометр ями вже описували, це куб (1 метр - висота, 1 метр - глибина, 1 метр - ширина) щільно укладених дров. В одному складометрі близько 0,75 кубометра цільної деревини.

Для **неколотих** дров розрахунок той самий що і для круглої деревини промислового використання (див. вище) з однією поправкою – використовується дещо інший коефіцієнт повнодеревинності для переведення складової міри у щільну (коефіцієнт повнодеревинності для дров'яної деревини малих діаметрів та у розколотому виді, **додаток 2**).

Для вимірювання **колотих дров** зазвичай використовується складський куб (м<sup>3</sup>) і насипний куб (м<sup>3</sup>), в залежності яким способом відбувалося завантаження - насипом або укладанням.

Для колотих дров, які часто бувають в продажу насипом (дешевше коштують) вводиться додатковий коефіцієнт перерахунку від насипу до скл. / М. - від 0,73 до 0,82 в залежності від довжини дров.

**Таблиця 5. Коефіцієнти перерахунку від насипу до скл. / М**

Довжина дров	Коефіцієнт перерахунку
0,25 м	0,8
0,33 м	0,78
0,50 м	0,75
0,75 м	0,73

**Примітка.** Похибка такого прорахунку становить 5-10%.

### **Розрахунок за деревообробними калькуляторами та конверторпами**

Сучасний цифровий світ та доступ до мережі інтернет значно спрощує будь які розрахунки за допомогою спеціальних програм та додатків.

Одна з таких **Timberpolis** (<https://www.timberpolis.com.ua>).

Це універсальна платформа для тих хто працює з деревиною, що містить безліч корисної інформації зокрема зручні калькулятори для розрахунків.

### **Хід роботи**

1. В прилеглий лісопарковій зоні вибравши дерево (надає викладач), визначити об'єм деревини першого відрізу (кряж комлевої частини) при довжині умовної колоди – 3 метри.

Обчислення виконати наступними методами:

- За формулою;
- Секційним методом (розбити на 6 секцій);
- За кубатурником;
- Онлайн калькулятором;

2. Отримавши зразок пиломатеріалу (брус, дошка) визначити його об'єм та кількість таких пиломатеріалів що містяться в 1 куб (м<sup>3</sup>).

3. Автомобіль ГАЗ-53, має об'єм кузова 4,8 м<sup>3</sup>. Який обсяг щільної деревини (куб/м<sup>3</sup>) вміститься по борта якщо:

- купуються не колоті дрова середнім діаметром 10 см, та довжиною 1,5 метр;
- купуються колоті дрова «в укладку», довжиною 0,5 метра;
- купуються колоті дрова «насипом» без "гірки" довжиною 0,33 метра.

**Примітка:** для розрахунків користуємось додатками 1 та 2.

### **Питання до самостійної роботи**

- Назвіть та коротко опишіть основні методи визначення об'ємів деревини;
- В чому особливість вимірювання круглих лісоматеріалів?
- В чому особливість вимірювання дров'яної деревини?

### **Звіт до роботи**

- Коротка усна та письмова відповідь.

## Практична робота №5 Стрічкові пилорами.

**Мета роботи:** Вивчити види, призначення та будову стрічкових пилорам.

**Знати:**

- основні види стрічкових пилорам, призначення, переваги та недоліки;
- види робіт що виконуються на данного виду обладнанні;
- загальну будову та технічні характеристики.

**Вміти:**

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

**Обладнання та інструменти:** стрічковопилна пилорама, вузли стрічкової пилорами, плакати.

### Короткі теоретичні відомості

Для первинної переробки лісу-кругляка використовується спеціальне розпилювальне обладнання - **пилорама**. З її допомогою з отримують сортамент пиломатеріалів – бруси, бруски, дошки тощо.

Існує три основні види пилорам: *стрічкові, рамні та дискові*, які різняться за будовою, особливостями обробки, вартістю та технологічними особливостями.

Іноді зустрічається **четвертий** тип – *ланцюгові пилорами* - але в промисловості широкого застосування вони не знайшли.

### ПИЛОРАМИ СТРІЧКОВІ

Пилорама стрічкова призначена для розпилювання колод з будь-яких, в тому числі твердолистяних порід деревини. Розпилювання проводиться в горизонтальній площині переміщенням стрічкової пилки при нерухомому розташування оброблюваної колоди.

Але існують промислові стрічкові пилорами вертикального типу в яких головний рух різання здійснює колода, що рухається на зустріч нерухомому пильному вузлу.

Тобто стрічкові пилорами існують двох видів - *вертикальні та горизонтальні*.

В даний час вертикальні пилорами знаходять все більшу популярність на виробництвах з великим обсягом продукції, та використовуються при розпилюванні цінних твердолистяних порід, таких як дуб, бук, ясен, та хвойних порід у великих об'ємах.

Принцип роботи горизонтальної стрічкової пилорами базується на розпилюванні нерухомого бруса або колоди горизонтально рухомою пильною стрічкою, що встановлена на ведучому і веденому шківках, яка натягнута з зусиллям, що забезпечує її пряmolінійність в області різання. Колоду укладають між 2-х напрямних і фіксують рухомими упорами. Стрічкова пилорама переміщається вздовж колоди за встановленими напрямними.



Рис. 1. Стрічкова горизонтальна пилорама.

### Стрічкове пиляння дозволяє:

- отримати пиломатеріал з точними геометричними розмірами та високою якістю поверхні, у тому числі радіального розпилу;
- забезпечити точність обробки  $\pm 2$  мм на довжині 6 метрів;
- одержати пиломатеріал у широкому діапазоні розмірів;
- проводити індивідуальний розкрій колоди;
- скоротити кількість відходів (в 2-2,5 рази) зменшити відходи матеріалів і відповідно підвищити корисний вихід деревини (до 70%);
  - скоротити енерговитрати та експлуатаційні витрати;
- швидко і точно перебудовуватися на потрібний розмір пиляння;
- розпилювати маломерну (від 1,0 м завдовжки) і отримувати тонкомерну (до 2 мм завтовшки) деревину.

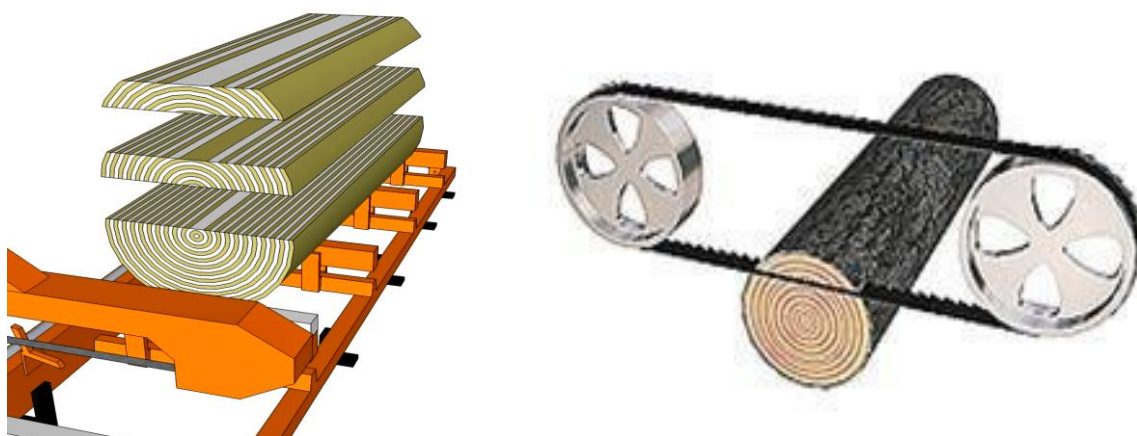


Рис. 2. Принцип роботи стрічкової горизонтальної пилорами.

### Стрічкові вертикальні пилорами

Відмінною особливістю даного типу обладнання є масивність конструкції, висока продуктивність при високому відсотковому виході високої якості пиломатеріалу.

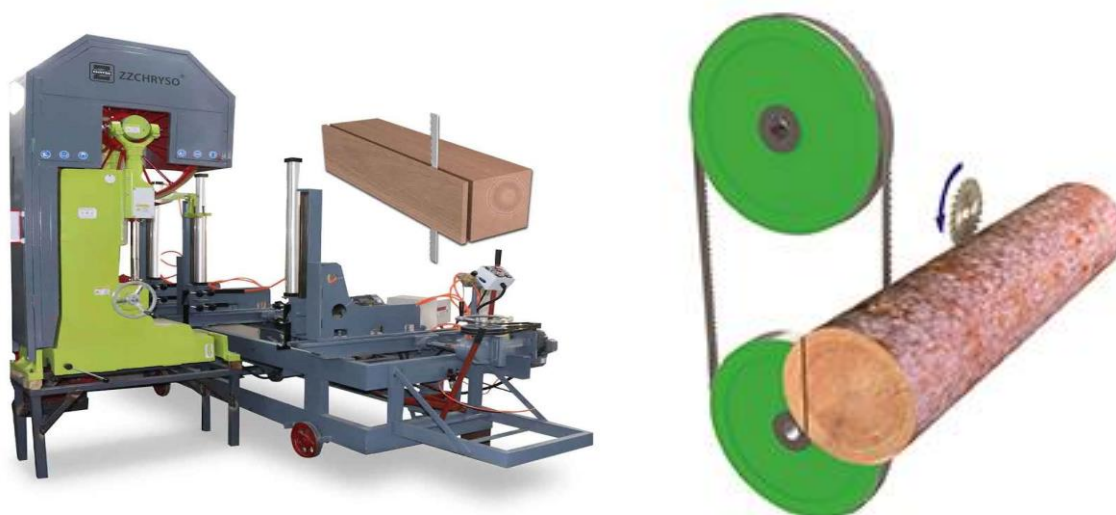


Рис. 3. Пилорама стрічкова вертикальна, принцип роботи.

Основним робочим органом цих пристроїв є натягнута на шківів одно або двостороння стрічкова пилка.

Двостороння стрічкова пилка дає можливість розпилювати колоди як при русі їх на платформі вперед, так і при поверненні у вихідне положення. Це значно підвищує продуктивність

таких пилорам. Стрічкова конструкція пили поряд із високою швидкістю її обертання дає можливість працювати з колодами практично будь-яких діаметрів.

Основний робочий вузол вертикальних стрічкових пилорам - гідравлічна каретка в парі з одним або декількома пилочними вертикальними вузлами. Колоди за допомогою гідравлічних затискачів фіксуються на рухомій каретці, яка по рейкових коліях переміщується відносно вертикально розташованої пили. Скидання відпиленої дошки здійснюється на приводний транспортер.

Серед основних переваг вертикальної стрічкової пилорами варто відзначити:

- Висока продуктивність;
- Відсутність необхідності сортування колод;
- Висока якість одержуваного пиломатеріалу;
- Високий відсотковий вихід пиломатеріалів;
- Можливість розпилювання сировини великих діаметрів;
- Масивність та вібростійкість конструкції основних вузлів;

### **Вибір між вертикальною та горизонтальною пилорамами**

#### ***Розмір і форма матеріалу:***

Горизонтальна стрічкова пила більше підходить для різання матеріалу великого діаметру або ширини, тобто можна розрізати товсті та великі колоди. Вертикальна стрічкова пила підходить для довгих матеріалів і невеликого діаметру або циліндричності.

#### ***Операційна гнучкість:***

Завдяки характеристикам горизонтального різання, горизонтальна стрічкова пила забезпечує стабільне різання. У процесі різання матеріал може щільно закріпитися на столі. Але з іншого боку, для різання складної форми, наприклад різання пильного полотна нелегко відрегулювати. Вертикальна стрічкова пила має більшу гнучкість, завдяки якій можна легко різати вигнуту форму, різати під кутом, або різати фаску. Саме завдяки регулюванню напрямку та кута можна виконати завдання високоточного різання.

Горизонтальна стрічкова пила більш пристосована для різання деревини більшої товщини та товщини. Хоча це може займати більше часу ніж у вертикальних пилорамах.

#### ***Продуктивність:***

За рахунок більшої автоматизації процесу та більших потужностей вертикальні пилорами набагато продуктивніші, але слід зауважити що таке обладнання більш дорогіше і потребує більш складного налаштування та обслуговування.

### **КОНСТРУКЦІЯ СТРІЧКОВОЇ ПИЛОРАМИ**

Конструкція стрічкової пилорами має багато подібності з іншими видами деревообробних пристроїв для розпилювання деревини. Закладений у її конструкцію принцип рухомого вузла пильної стрічки реалізований і в інших типах верстатів, наприклад, стрічковопилковому верстаті, або ланцюговій пилорамі замість стрічкової пилки використовується пиляльний ланцюг з шиною-напрямною. Також, як і в рамній, і в дисковій пилорамах, у конструкції є рух порейкових напрямних, тільки на відміну від рамної та дискової тут рухається каретка з робочим органом, а не колода, яка розпускається на пиломатеріал.

Основними вузлами конструкції класичної стрічкової пилорами з горизонтальним розташуванням робочого органу є:

1. станина з двома горизонтальними рейковими напрямними;
2. пильна рама з вертикальними напрямними;
3. механізм вертикального підйому робочого органу (пильної рами);
4. ведуче та ведене колесо пилорами;
5. захисний кожух робочих коліс;
6. механізм натягу пили та регулювання веденого колеса;
7. двигун;
8. клинопасова передача обертального руху від двигуна до ведучого колеса;
9. натяжний пристрій пасової передачі від двигуна до ведучого шкива;
10. затискні пристрої колоди;

11. роликові упори пилки;
12. Нерухома напрямна стрічкової пилки
13. Рухома напрямна стрічкової пилки
14. пристрій змащення та охолодження пилки
15. Шафа електрична;
16. Бачок для охолоджуючої рідини



Model	ST-590	ST-690	ST-790
Saw wheel diameter	405mm	485mm	485mm
Cut log diameter	590mm	690mm	790mm
Cut square timber width	590mm	690mm	690mm
Single cut thickness	145mm	190mm	190mm
Thinnest cuttable thickness	24.5mm	24.5mm	24.5mm
Minimum processing length	1000mm	1000mm	1000mm
Standard processing length	3400mm(Extendable)	3400mm(Extendable)	3400mm(Extendable)
Standard weight	360kg	410kg	440kg
Dimension	4.3m*1.25m*1.7m	4.3m*1.25m*1.8m	4.3m*1.25m*1.9m
Power system	220v/3kw or 380v/4kw	220v/3kw or 380v/4kw	220v/3kw or 380v/4kw
Optional power system	The machine can also be powered by diesel engine or gasoline engine		

Рис. 4. Будова стрічкової горизонтальної пилорами.

### **Станина.**

Станина пилорами П-подібної форми має дві підшви, в яких знаходяться ролики горизонтального переміщення верстата по рейкових напрямних і повстяні скребки-щітки, для очищення направляючих від тирси і смоли. Механізм підйому пильної рами складається з 2-х повзунів, що охоплюють стійки станини переміщують її вгору-вниз з допомогою двосторонньої синхронно пов'язаної ланцюгової передачі, що приводиться в рух ел. мотором через черв'ячний редуктор, або в ручну.

### **Рама стрічкової пилорами**

Виготовлена з двох паралельно розташованих і сполучених між собою швелерів. На торцях рами закріплені пилкові шків, причому ведучий шків нерухомо, а ведений має можливість поздовжнього переміщення для забезпечення регулювання та натягу пили.

### **Пристрій натягу пилки.**

Натяг пили проводиться за допомогою пружинно-гвинтового механізму, де пружина забезпечує демпфування і теплову компенсацію пильної стрічки. Підприємство-виробник налаштовує механізм натягу по тензометру для стрічки шириною 35мм. Поєднання рисок на шайбі і корпусі натяжителя відповідає зусиллю натягу що дорівнює 525 кг.

### **Встановлення стрічки.**

В передній балці рами, а також на повзуні веденого шків передбачено два роз'єми (замки) для установки стрічки. В середній частині рами на кронштейнах встановлені та закріплені рухома і нерухома направляючі стрічкової пили, оснащені регульованими опорними роликами, а також планкою. Обертання від електродвигуна на ведучий шків передається за допомогою клинопасової передачі.

### **Охолодження стрічки.**

Зверху на кожусі пилкових шківів пилорами закріплений бачок для мастильно-охолоджуючої рідини стрічкової пилки. На бачку встановлені два крани, якими регулюється подача рідини. На верхній перемичці станини пилорами так само змонтовані ел. шафа з пультом управління.

### **Переміщення пильного вузла.**

Переміщення пильної рами вздовж колоди здійснюють вручну або електроприводом. Пилорама комплектується напрямними. Для зручності транспортування напрямні виготовляються розбірними і складаються як правило з декількох секцій. Знизу до них приварені опорні пластини під анкерні болти. Зверху встановлені регульовані опори колоди. Для фіксації колоди на рейкових направляючих передбачені чотири гвинтових затискачі і упор, що забезпечує кут 90 градусів відносно опор колоди. Рейкові направляючі монтується по рівню строго горизонтально, дотримуючись прямолінійності і паралельності.

### **Працює пилорама наступним чином:**

- На рейкову направляючу укладається колода, вона орієнтується відповідно до особливостей будови та вад, після чого фіксується затискачами.
- На станині виставляється потрібна висота пиляльної стрічки, згідно з розміткою розкрою колоди.
- Вмикається двигун, рух передається на провідний шків, і пила починає переміщатися. Краплинний пристрій починає подавати рідину на стрічку.
- Після набору оптимальної швидкості руху пилки починається подача станини.
- Пила врізається в масив деревини, роблячи пропил.
- Після проходження пили по всій довжині стовбура, дошка, що вийшла, забирається, а полотно піднімається над масивом на 3-5 мм і станина повертається в початкове положення.
- Після повернення знову робиться установка висоти різку та операція розпилу повторюється.

### **Стрічкова пилорама - заходи безпеки.**

При установці пилорама має бути надійно заземлена. Для цього на підшві рами, а також на рейках колії є боби заземлення.

При експлуатації пилорами слід не рідше одного разу на тиждень проводити очищення електродвигуна та електроапаратури від пилу та бруду. Наявність у верстаті рухомих частин та

електрообладнання потребує суворого дотримання правил техніки безпеки під час його експлуатації.

В процесі роботи на стрічковій пилорамі необхідно строго дотримувати наступні правила:

- стежити за справністю ізоляції струмопровідних кабелів і надійного з'єднання їх кінців;
- перевіряти цілісність і надійність заземлюючих проводів пилорами;
- проводити регулювання, заміну стрічкової пилки і усунення несправностей при — обов'язковому відключенні верстата від живильної мережі;
- при обриві стрічкової пилки або перерві подачі струму пилорама повинна бути негайно відключена від мережі;
- при роботі на верстаті сторонні люди, а також оператор пилорами не повинен знаходитися в робочій зоні, близько патрубку викидання стружки, так як при обриві стрічкова пила може вислизнути саме в цю сторону;
- не можна працювати на верстаті із відкритими дверцятами кожухів пилкових шківів;
- не можна відкривати дверцята кожухів пилкових шківів до повної їх зупинки;
- не можна працювати на верстаті, при не надійно закріплених та не жорстко з'єднаних її елементах;
- не можна розпилювати не закріплену на рейкових коліях колоду.

### **Хід роботи:**

Згідно теоретичних відомостей (**рис. 4**) ідентифікувати та перекласти з англійської основні вузли параметри стрічкової пилорами та коротко описати їх технологічне призначення.

### **Опис будови горизонтальної стрічкової пилорами та її параметри:**

- Cooling water bucket —
- Lifting handle —
- Lifting motor —
- Electrical control box —
- Main motor —
- Sawdust outlet —
- Alloy saw blade —
- Limit switch —
- Wood holder —
- Thickened chassis —
- Linear guide rail —
- Saw wheel diameter —
- Cut log diameter —
- Cut square timber width —
- Single cut thickness —
- Thinnest cuttable thickness —
- Minimum processing length —
- Standard processing length —
- Standard weight —
- Dimension —
- Power system —
- Optional power system —

### **Питання до самостійного роботи.**

1. Опишіть основні технологічні характеристики вертикальних та горизонтальних пилорам, їх переваги та недоліки, сфери використання на лісопилному виробництві.

### **Звіт до роботи**

1. Письмова відповідь.

## Практична робота № 6 Різальний інструмент стрічкових пилорам.

**Мета роботи:** Вивчити види, призначення та будову різального інструменту стрічкових пилорам.

**Знати:**

- основні види різального інструменту стрічкових пилорам, їх різновиди;
- види робіт що виконуються на данного виду обладнанні;
- загальну будову та технічні характеристики.

**Вміти:**

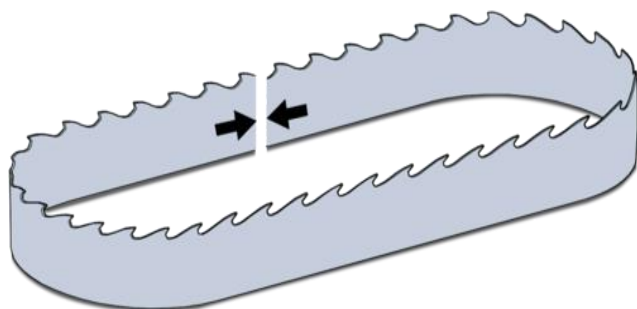
- розрізняти пилорами та їх вузли за зовнішніми ознаками;
- виконувати основні операції по налаштуванню обладнання;
- планувати технологічний процес підбираючи відповідне обладнання та способи обробки.

**Обладнання та інструменти:** стрічковопилна пилорама, вузли стрічкової пилорами, плакати.

### Короткі теоретичні відомості

Як інструмент на стрічкових пилорамах використовується стрічкові пильні полотна. Багато в чому якість розпилювання залежить саме від стрічкової пилки. Використання оптимально підібраної стрічкової пилки - це ключ до збільшення обсягів розпилювання, поліпшенню якості різіу і зниження виробничих витрат.

**Стрічкова пилка** - багаторіздевий різальний інструмент, що застосовується в стрічковопилних верстатах та пилорамах. Являє собою замкнуту гнучку сталеву стрічку (кільце) із зубами по одному з країв (у двохсторонніх – з двох боків).



**Рис. 1. З'єднання стрічкових полотен: 1. зварювання; 2. чорнова зачистка; 3. шліфування зварного шва.**

Стрічкова пилка вперше була запатентована в Англії 1808 року. Через 26 років на пилці такої ж конструкції було отримано патент у Франції людиною на прізвище Етьєно, а ще через 2 роки - Б. Бейкером у США.

Однак широкого поширення стрічкові пилки набули лише наприкінці XIX століття. Причиною такої затримки було те, що виробники не могли досягти точного з'єднання кінців стрічкової пилки.

**На сучасному етапі зварювання стрічкової пилки включає наступні технологічні операції:**

- різання полотна у розмір;
- зварювання стрічкової пилки;
- відпал зварного шва;
- зачищення зварного шва.

Зварювання стрічкових пилки здійснюється на обладнанні контактного стикового зварювання. Після зачистки на зачистній машинці шов майже непомітний, виходить нескінченна стрічкова пилка із зубами.

## ТИПИ ПИЛЬНИХ ПОЛОТЕН.

Головне правило, яким керується фахівець - це знайти найкраще співвідношення "напрацювання до руйнування від втоми при згинанні" - "стійкість зуба".

Основним показником, що визначає клас полотна, є матеріал. Для оснащення стрічкопилних пилорам використовуються пили, виконані з вуглецевої інструментальної сталі, біметалічні пили, пили з напайками зі стеліту та металокераміки.

З огляду на свою дешевизну, найбільшого поширення у деревообробці набули полотна з вуглецевої сталі.

### Полотно із вуглецевої інструментальної сталі

Полотна цього типу дозволяють розпилювати пиломатеріали з деревини твердих і м'яких порід. Матеріалом для їхнього виробництва служить сталева смуга із загартованою кромкою. Стрічка - основа має достатню гнучкість, що забезпечує плавність руху полотна. Твердість ріжучої кромки становить 61...62 HRC (характеристики металів за Роквеллом).

Для виготовлення стрічкового пиляльного полотна спеціально підбираються марки сталі, та методи її обробки. Для виготовлення стрічкового пиляльного полотна використовують пружинно-ресорну вуглецева конструкційна сталь марки С75, сталь з додаванням легуючих елементів -хром, ванадій, нікель та ін. По суті, це проста за складом пружинна сталь з додаванням хрому для кращого загартовування. Добре тримає заточування, але відома переважно завдяки своїй міцності, тому часто використовується для грубих робіт, динамічних навантажень (удари, рубка).

### Поділ вуглецевих сталей за типом термообробки

Полотна з вуглецевих сталей можна поділити за типом термообробки, якої вони зазнали під час виготовлення.

**1. Полотно із постійною твердістю (до 48 HRC) по всій ширині полотна (Constant Hardness).** Таке полотно добре працює на шківках невеликих діаметрів, т.к. має високий коефіцієнт напрацювання до руйнування втоми при згинанні. Однак недоліком такого типу полотна є швидке затуплення зубців.

**2. Полотно з гнучким тілом та твердим зубом (Flex back).** При виробництві цього полотна застосовують стрічку з підвищеним вмістом вуглецю, що дозволяє загартувати зуб до HRC 65. Полотно такого типу може бути переточено багато разів. Загартування піддається зазвичай тільки верхня половина зуба, що залишає тіло пили практично не загартованим і досить гнучким. Твердість тіла пилки HRC 30-33. Перевага цього типа пил в тому, що така пилка краще тримає заточування, залишаючись досить гнучкою. Це – універсальне полотно.



Рис. 2. А) Полотно із вуглецевої інструментальної сталі (Constant Hardness);  
Б) з закаленими зубцями (Flex back).

**3. Полотна загартовані по всій ширині (Hard Back).** Це найбільш технологічно просунутий та складний у виробництві тип стрічкового полотна з вуглецевої сталі. Його зуб має твердість до HRC 63, а тіло пили піддається загартування у розтягнутому стані. Висока твердість зуба забезпечує хорошу опір затупленню (полотно довше слугує між переточками), а підвищена жорсткість тіла полотна, дозволяє пиляти на великих подачах. Однак висока жорсткість не дозволяє їх використовувати на пилах зі шківом діаметром менше 500 мм, а також на верстатах з багатосекційними головками.

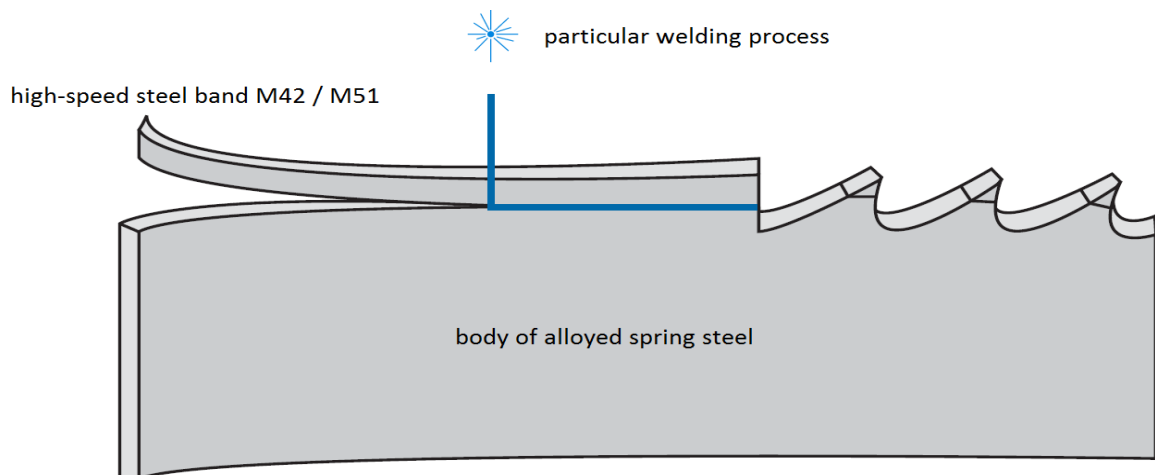


**Рис. 3. Вуглецеві полотна загартовані по всій ширині (Hard Back).**

### **Полотна з різномірних матеріалів.**

#### **Біметалеві полотна**

Універсальний варіант полотен, який може використовуватися для розпилу не тільки дерев'яних, а й металевих заготовок. Особливістю біметалічної пилки є використання їх виробництва кількох сортів сталі. Основа таких виробів виконується з ресорно-пружинної сталі, яка має максимальний у своєму класі рівень пластичності, а ріжуча кромка є полоскою із швидкорізальної сталі HSS марок M42/M51 (молібденова швидкоріжуча сталь) що відрізняються високим рівнем стійкості до зносу. Дані елементи пили надійно скріплюються між собою за допомогою електронно-променевого зварювання.



**Рис. 4. Біметалева пилка. Будова та процес виготовлення.**

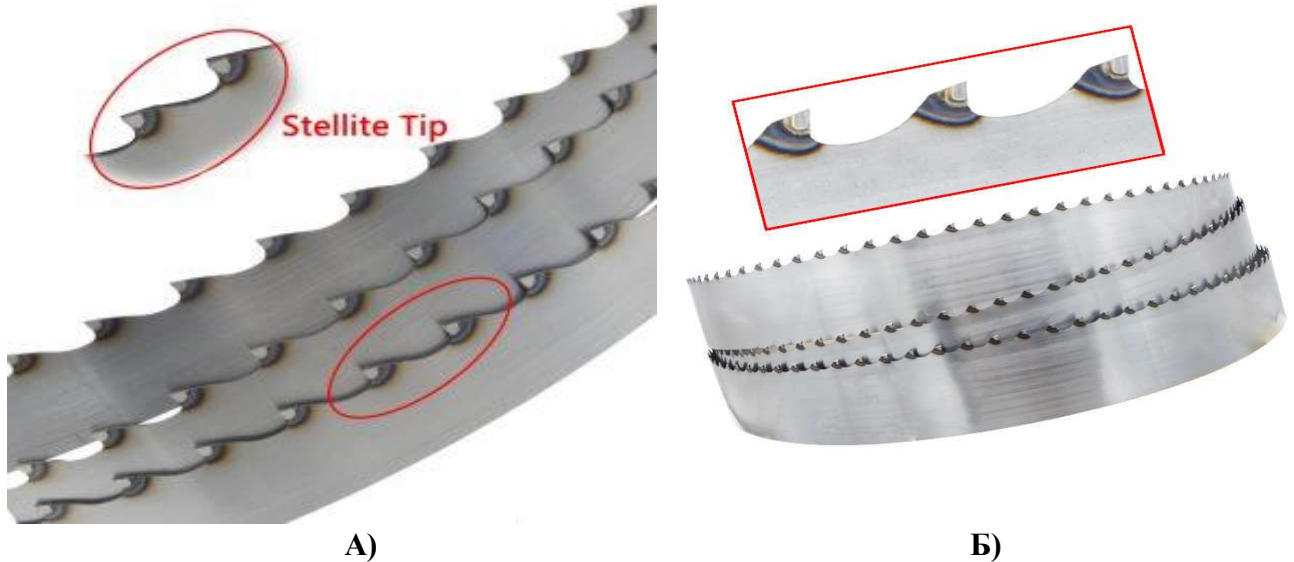
На швидкорізальній кромці фрезерується профіль зубів, після чого виконується їхнє розведення. Після термічної обробки твердість ріжучої кромки біметалічних полотен становить 67...69 HRC. При цьому тіло пили залишається гнучким.

Головною перевагою біметалічних полотен вважається зносостійкість, яка на порядок вища за зносостійкість високовуглецевих пилок.

Біметалева стрічка пропонує найкраще співвідношення ціна/якість, тому ці пили набувають ве більшої популярності. Ця комбінація матеріалів забезпечує унікальні механічні властивості - стійкість до зношування, але при цьому високу гнучкість і стійкість до циклічного згинання.

**Стрічкові пилки зі стелітовими напайками** - це спеціальні полотна, які мають вершину зубів з використанням особливого сплаву на основі кобальту - стеліту. Цей сплав має значно більш високу зносостійкість ніж вісі попередньо описані сталі.

**Стеліт (Stellite)** - надтвердий сплав на основі кобальту та хрому з добавками вольфраму або молібдену для наплення та наплавлення зубців пили з метою підвищення зносостійкості. Має високу корозійну стійкість і твердість.



**Рис. 5. Полотно з напайками стеліта (А) та карбіду вольфрама (Б).**

Ці леза рекомендуються для збільшення часу роботи між заточками, зменшення шорсткості деревини, обробки твердої та мерзлої деревини, зниження кількості відходів.

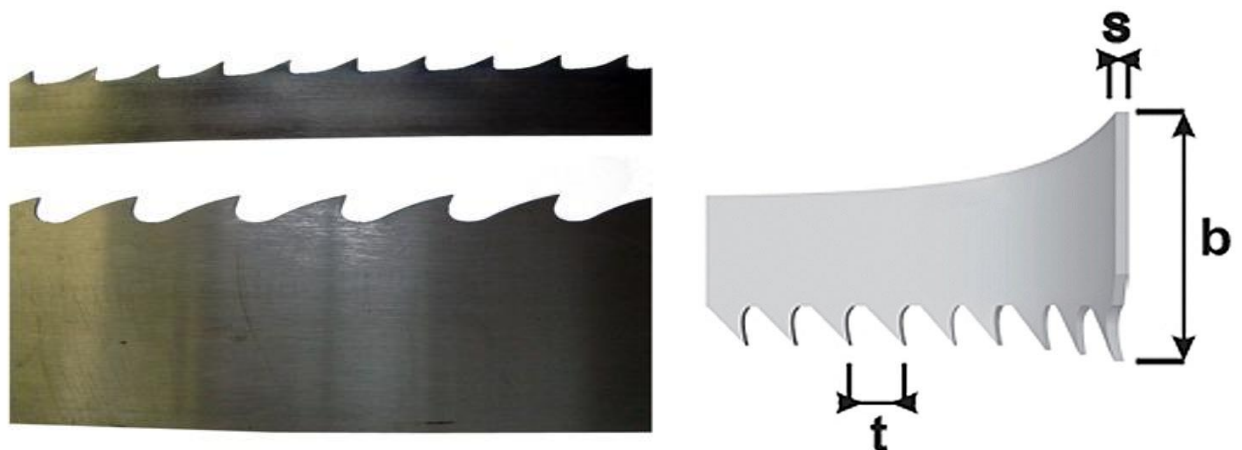
Лезо зі стелітовою напайкою можна заточувати приблизно 8-20 разів, після чого потрібна заміна напайки. Кількість заточок багато в чому залежить від умов різання: чи очищаються колоди перед різкою, кількість годин роботи між двома заточками тощо.

**Стрічкові пилки з металокерамічними напайками HW.**

Подібні пили використовують для обробки твердої та надтвердої, будівельної, високоабразивної деревини, також композитної, клеєної деревини та деревинних матеріалів. В порівнянні з іншими матеріалами мають найбільшу твердість, але і найбільшу крихкість. В лісопильній галузі зустрічаються доволі рідко.

**Ширина полотен пил.** Пили бувають двох видів - вузькі та широкі. Вузькі пилки (до 50 мм.) та широкі (від 50 до 250 мм).

Міцність та довговічність полотна безпосередньо залежить від його ширини – чим більше цей показник, тим більший термін служби пили.



**Рис. 6. Широкі та вузькі полотна пил та їх параметри: S – товщина полотна; b – ширина полотна t – крок зубців.**

**Переваги вузьких пилок:** проста у користуванні, низька вартість пили та обладнання.

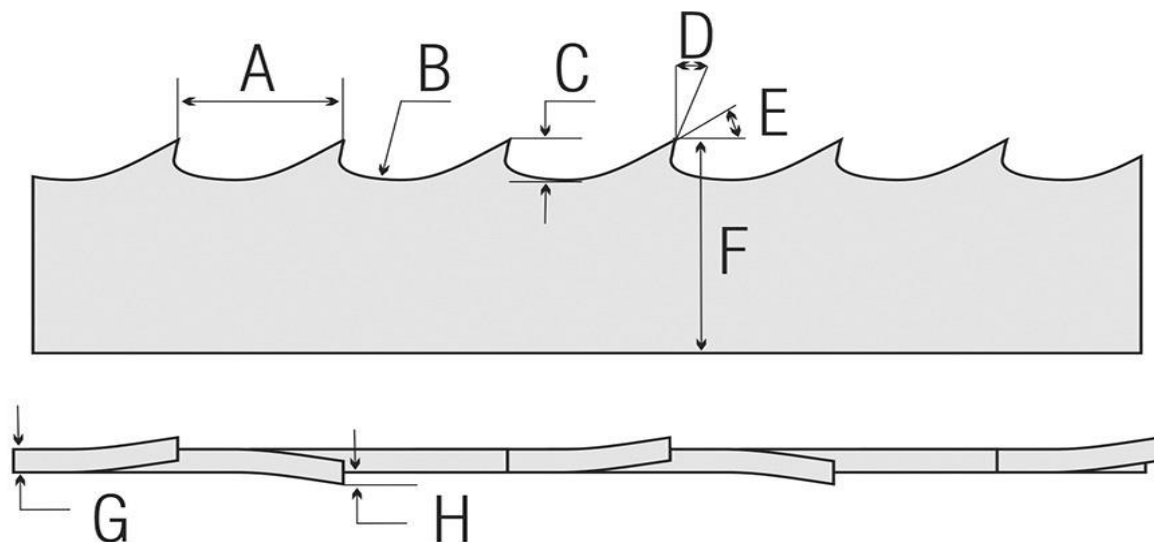
**Переваги широких пилок:** висока продуктивність; великий ресурс, найкраща якість різь. Також широкі стрічкові пилки бувають розведені, плющені та стелітовані.

Стандартна ширина для стрічкової пилки: 30-40 мм. Але на ринку представлені варіанти, у яких показник варіюється від 14 до 250 мм. Фахівці віддають перевагу пилкам з максимальною шириною з двох причин: пропили виходить набагато рівніший, результат досягається досить швидко. Якщо чітких інструкцій по роботі з матеріалом немає, варто вибрати найширший варіант пили.

Також пилки виготовляються різної товщини – від 0,9 мм до 1,27 мм.

### ГЕОМЕТРІЯ СТРІЧКОВИХ ПИЛ

Також на параметри пиляння впливає геометрія та профіль ріжучих елементів.



**Рис. 7. Основні елементи та геометрія стрічкового пильного полотна.**

A = Крок зуба, B = Пазуха зуба, C = Висота зуба, D = Кут охоплення (Передній кут),  
E = Задній кут, F = Ширина пилки, G = Товщина пилки, H = Розведення зуба.

**A. Крок зуба** – це відстань між верхніми точками сусідніх зубів. Пилки з малим кроком зуба (12.7 мм, 15.87 мм, 19.05 мм і 22.22 мм) використовуються на верстатах з двигунами малої потужності до 18 кВт (24 к.с.), а також на ділильних верстатах для розпилювання бруса. Пилки з великим кроком (25.4 мм і 31.75 мм) підходять для розпилювання великих обсягів деревини на верстатах з двигунами від 18,5 кВт (25 к.с.).

**B. Пазуха зуба** – це простір між зубами пилки, який необхідний для захоплення і видалення тирси, а також служить для рівномірного розподілу навантаження по всьому радіусу в пазусі зуба. Висота зуба повинна бути достатньою, щоб дозволити пазусі зуба виносити тирсу з пропили.

**C. Висота зуба** – це відстань від нижньої точки пазухи до найвищої точки зуба. Більш високі зуби (при кутах захоплення  $7^\circ$  і Turbo  $7^\circ$ ) забезпечують більшу продуктивність на верстатах з двигунами 18.4 кВт (25 к.с.) і більше, дозволяють швидше видаляти тирсу з пропили. Пилки з коротшими зубами (при кутах захоплення  $9^\circ$  і  $10^\circ$ ) краще працюють на верстатах з двигунами 18 кВт (24 к.с.) і менше, а також при розпилюванні тонкоміра або бруса на ділильних верстатах і стрічкових багатопилах.

**D. Кут охоплення** – це кут нахилу передньої кромки зуба щодо ординати  $90^\circ$  до тильної сторони полотна пилки. Кут охоплення вибирається залежно від типу деревини, яка розпилюється.

$7^\circ$  – Міцний універсальний профіль пилки з хорошою здатністю видаляти тирсу; застосовується на верстатах високої потужності 18,4 кВт (25 к.с.) і більше, при розпилюванні твердих порід деревини.

**Turbo 7°** – Випускаються тільки компанією Wood-Mizer, пилки з цим високопродуктивним профілем і агресивним заднім кутом нахилу 39 ° розроблені спеціально для екстремально твердих і екзотичних порід деревини, що розпилюються на верстатах потужністю 18,4 кВт (25 к.с.) і більше.

**Turbo 747** – Пилки цього профілю випускаються тільки компанією Wood-Mizer і можуть працювати на верстатах будь-якої потужності. Вони мають глибокі пазухи для кращого видалення тирси, екстремально великий задній кут нахилу 47 ° для більш високих швидкостей подачі і гострі точки проникнення в деревину для підвищення точності розпилювання.

**9°** – Розроблено для верстатів низької потужності 18 кВт (24 к.с.) і нижче, щоб розпилювати мерзлу деревину, тверді породи і колоди малого діаметру.

**10°** – Дуже популярні універсальні стрічкові пилки для верстатів усіх рівнів потужності при розпилюванні змішаних твердих порід деревини, таких як червоний дуб, вишня, горіх, м'який клен і тополя.

**Vortex™** – Випускаються тільки компанією Wood-Mizer, ці пилки унікального профілю зуба здатні видаляти практично всю тирсу з поверхні дошки за рахунок великого простору пазухів зубів.

**Ф. Ширина пилки** – це відстань між точкою вершини зуба і тильною кромкою пилки. Ширші пилки (від 38 мм до 50 мм) призначені для роботи на більш потужних верстатах від 18.4 кВт (25 к.с.) і більше, здатні забезпечити високі швидкості подачі, і крім того, можуть витримати більшу кількість загострювань. Вузькі пили (від 32 мм до 38 мм) розраховані на верстати меншої потужності - 18 кВт (24 к.с.) і менше, а також на більш складні завдання з розпилювання деревини.

**Г. Товщина пилки.** Товстіші пилки (1.14 мм, 1.27 мм, 1.4 мм) забезпечують високі швидкості подачі і кращу продуктивність в складних випадках, коли розпилюється мерзла, суха або екстремально тверда деревина, однак вони вимагають потужних двигунів на верстатах 18.4 кВт (25 к.с. ) і більше. Тонші пилки (0.9 мм, 1 мм, 1.07 мм) - більш гнучкі і мають більший термін експлуатації при роботі на верстатах малої потужності 18 кВт (24 к.с.) і менше, коли швидкість розпилювання і продуктивність не є ключовим фактором.

**Н. Розведення зуба** – це відстань, на яку зуб відігнуть по відношенню до площини полотна пилки (або по відношенню до прямого нерозведеного зуба). Розведення зубів створює зазор для пилки у стовбурі. Пропил стрічкових пилок Wood-Mizer має товщину не більше 2.5 мм і генерує менше тирси. За рахунок тонкого пропилю, стрічкова пилка Wood-Mizer може виробляти приблизно на 20% більше готової продукції з деревини в порівнянні з циркулярним або ланцюговими пилками.

#### **Підбір пил для стрічкових верстатів**

**Вузька стрічка** проста у користуванні коштує не дорого, але є певні обмеження. Одне з них полягає в тому, **що висота зуба не може перевищувати 20% від ширини полотна**, інакше полотно не зможе витримувати навантаження при розпилюванні.

Висота та крок зубів визначають площу западини між ними. Бо якщо зуб не встигне винести тирсу за один прохід у пропилю, і почнеться накопичення опилок, то може відбутися заклинювання пилки в колоді.

Практикою визначена мінімальна висота зуба, вона повинна становити щонайменше 5мм. Тому і ширина стрічкового полотна не може бути меншою ніж 25мм.

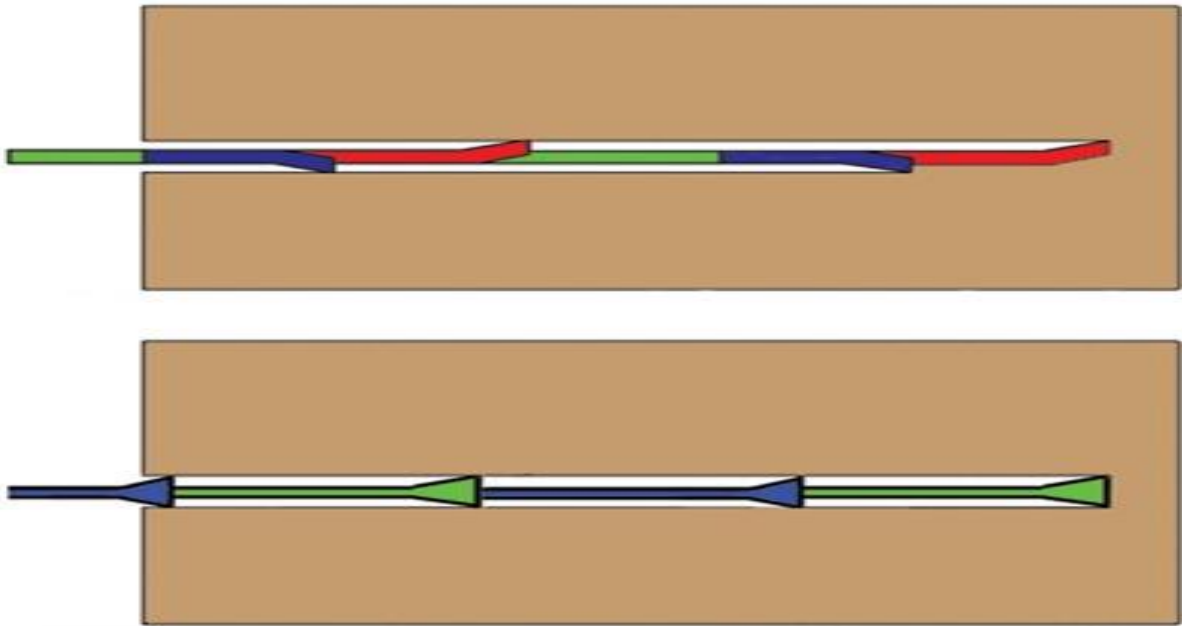
Вузька стрічкова пила, що рветься, не таке вже рідкісне явище. А ось на широких пилах таке явище вкрай рідкісне. Але у широких пил часто можуть утворюватися тріщини на западинах зубів.

Причини утворення тріщин стрічкових пилах дуже різноманітні: неправильний вибір сталі та профілю пили для виконання конкретної технологічної операції; проблеми обладнання та його обслуговування; неякісний сервіс стрічкових пилок; некваліфікований технологічний та виробничий персонал. Також можливий неправильний підбір ширини полотна до робочих шківів стрічкової пили.

**Якісний різальний інструмент - це 90% успіху в лісопилянні. Пам'ятайте: пиляє не обладнання, а стрічкова пилка, обладнання лише забезпечує для неї робочі умови.**

Тріщини на пилах бувають у западинах зубів, або по центру пили, або по задній кромці. Найпоширеніші тріщини у западинах зубів. Через тріщини пила може перегріватися, сходити зі шківів, і створювати хвилю в пропилі (нерівно пиляти).

На вузьких пилах, щоб уникнути заклинювання стрічки, проводять так зване розведення зубів. При розведенні зубів, перший ліворуч, другий праворуч, третій прямо. При цьому пиляють тільки лівий і правий зуби (прямий займається тільки виведенням своєї частини тирси), утворюючи ширину пропилу, в якому саме тіло пили не заклинить.



**Рис. 8. Робота розведених зубців вуглецевої пили та з напайками із стеліту.**

При такій підготовці зубів кожен з них виводить свою третину тирси (33%). Оптимальною коли кожен зуб працює на 100%, але на вузьких пилах це не є можливим через малу висоту зуба. Таким чином, вузькі пили обмежені за швидкістю пиляння через проблему виносу опилок з зони різання.

Також у вузькій стрічці не має (на відміну від широкої пили) стабілізуючого тіла полотна. При збільшенні швидкості подачі вона буде відводитися убік, після чого підвищується навантаження, перетяг і як наслідок розрив пили.

Для збільшення швидкості пиляння єдиним правильним рішенням буде збільшення ширини полотна пили, не забуваючи про співвідношення 20/80 – висота зуба до ширини полотна. Також технологічним і економічно вигідним, є використання пил з наплавленням стеліту. Після заточування такого зуба він починає працювати на всі 100%, повністю справляючись з виносом тирси. Розведення в такому випадку стає абсолютно невиправданим і не потрібним.

Важливу роль в роботі відіграє і якість оброблюваного матеріалу, тому що якщо деревина брудна або має сторонні включення або багато сучків, то вузькі пилки дуже швидко виходять з ладу і часто підлягають ремонту.

Працюючи на широких стрічках практично з тією ж шириною пропилу, пила не коливається, стабільно працює на великих швидкостях, набагато збільшуючи продуктивність.

Використовуючи широкі стрічкові пилки, можна більш тонко налаштувати параметри зуба, змінюючи його форму, кути пиляння, а також змінюючи ширину пропилу. Під кожен породу та стан деревини можна підбирати свої оптимальні параметри підготовки зуба, що може додати ще до 25% до швидкості пиляння та підвищення виходу готової продукції.

Вузькі пили використовують більш просте і дешеве обладнання, а так само простіше встановлюються і натягуються на шків, тому відіграють свої позиції у широких пилок. Як ми знаємо, у процесі експлуатації будь-яка пила нагрівається, особливо її ріжуча частина. Вузька стрічка повністю нагрівається, тому що має невелику ширину, і її лінійне розширення компенсується механізмом натягу шківів. А ось у разі використання широкої стрічки доводиться вирішувати кілька проблем. Говорячи простою мовою, натягувати широкі пилки доводиться в кілька разів сильніше, ніж вузькі, тому пильний вузол використовується більш складний і масивний.

### Порядок виконання роботи

Ви маєте Рис. 9. на якому зображені основні параметри пильної стрічки що нумеровані та підписані англ. мовою - 1. Blade Back: 2. Gauge: 3. Width: 4. Set: 5. Tooth: 6. Tooth Pitch: 7. Teeth Per Inch (TPI): 8. Gullet: 9. Gullet Depth: 10. Tooth Face: 11. Tooth Flank: 12. Tooth Rake Angle: 13. Tooth Tip.

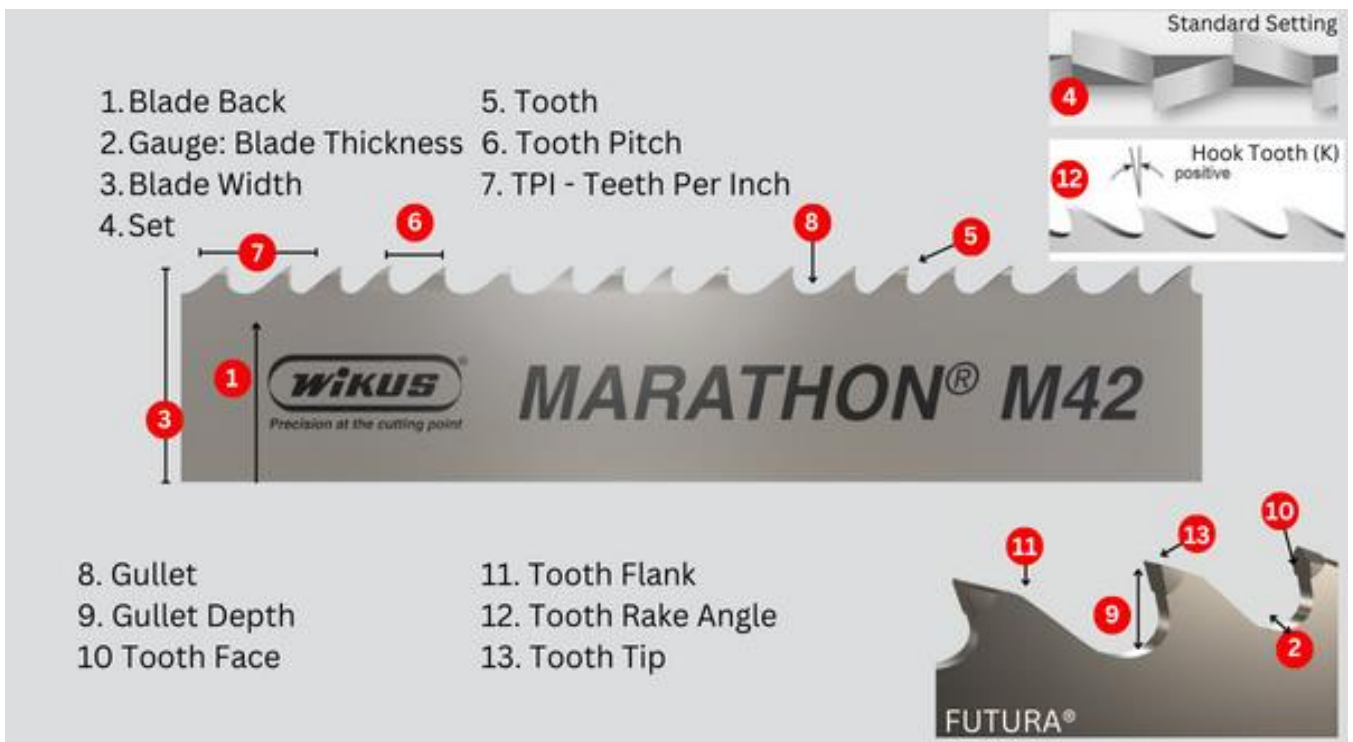


Рис. 9. Основні елементи пильного полотна стрічкової пили.

Також нижче ви маєте назву та опис цих елементів пили на українській мові в хаотичному перемішаному списку.

#### Завдання:

Віднайти та співставити опис основних елементів пили нумеровані на англійській мові (на Рис. 9) з розширеним описом на українській, вивчити ці назви та елементи, їх призначення та вплив на процес різання.

#### Приклад:

**13. Tooth Tip** – (дослівно) *Наконечник зуба: ріжуча кромка зуба пилки*. Стан та якість ріжучої кромки відповідає за чистоту різку, навантаженість на пилу та агрегати верстата, а також витрачає потужність в процесі різання.

#### Опис. На англ. Мові:

**1. Blade Back: 2. Gauge: 3. Width: 4. Set: 5. Tooth: 6. Tooth Pitch: 7. Teeth Per Inch (TPI): 8. Gullet: 9. Gullet Depth: 10. Tooth Face: 11. Tooth Flank: 12. Tooth Rake Angle: 13. Tooth Tip.**

## **Опис на укр. Мові:**

**Кількість зубів на дюйм (ТPI):** кількість зубів на дюйм, виміряна від пазухи до пазухи зубців. Ідеальна кількість зубців на дюйм пропорційна товщині та типу матеріалу, який обробляється, і бажаній обробці. Як правило, чим більший ТPI, тим плавніший, але повільніший зріз, а менший ТPI забезпечує швидший, трохи грубіший розріз. Емпіричне правило полягає в тому, що ви повинні мати принаймні не менше ніж 3 зуби, та менше ніж 12 зубів у заготовці в процесі різання.

**ріжуча кромка зуба пилки.** Стан та якість ріжучої кромки відповідає за чистоту різ, навантаженість на пилу та агрегати верстата, а також витрачаєму потужність.

**Зуб:** ріжуча частина пилкового полотна. Має різні профілі що підбираються під конкретні умови різання – потужність верстата, стан та твердість матеріалу, його вид.

**Задня частина пили:** Корпус пили без частини зубів. Чим більший цей розмір тим стабільніша та жорсткіша пила, тим більший термін служби пили.

**Ширина полотна:** від кінчика зуба до задньої частини стрічки. Чим більше ширина стрічки, тим вища стабільність полотна стрічкової пилки, більш точний та якісний зріз.

**Калібр:** товщина полотна стрічки. Товщина надає стрічкової пилці більшої стабільності та впливає на опір згинанню. Чим товщі стрічки, тим жорсткіше лезо і більш прямий зріз.

**Пазуха зуба:** вигнута ділянка між зубцями. Коли зуб зіскоблює матеріал, стружка скручується в цю область. Правильний розмір та форма пазухи призводить до рівномірного згортання стружки, щоб вона могла легко випасти з пазухи (не забивалася) при виході зубців з матеріалу.

**Тильна сторона зуба:** задня поверхня зуба, протилежна передній поверхні зуба, впливає на міцність самого зуба. Від форми задньої частини залежить і профіль зуба, може бути гострозаточеним та затилованим.

**Розвод зубців:** Вигин зубів вправо або вліво за межі тіла пили. Впливає на ефективність різання та здатність виносити стружку. Зменшує тертя тіла пили об поверхні матеріалу, полегшує пиляння, але збільшує ширину пропилу та кількість відходів.

**Крок зуба:** відстань від одного кінчика зуба до іншого. Полотно може бути як з постійним, так і зі змінним кроком зубів. Підбираються під конкретні умови різання – матеріал, якість пропилу, потужність верстата, стан та твердість деревини.

**Передній кут зуба:** кут передньої поверхні зуба, виміряний до лінії, перпендикулярної до напрямку різання пилки. Передній кут — це величина нахилу вперед або назад кожного зуба. Це найбільш ефективний кут. Лезо з позитивним переднім кутом (нахилене вперед) є більш агресивним, швидше проводить обробку, але має нижчу міцність та стійкість ріжучої кромки, а лезо з негативним переднім кутом (нахилене назад) забезпечує більш гладкий і повільний зріз, при цьому має підвищену стійкість та міцність.

**Лицьова, передня поверхня зуба:** поверхня зуба, по якій сходиться стружка та відбувається заточування зуба пили.

**Глибина пазухи (висота зуба):** відстань від кінчика зуба до дна пазухи зуба. Впливає на кількість стружки що може бути винесена з зони різання.

## **Питання до самостійної роботи**

1. За якими параметрами та ознаками поділяються лісопилні стрічкові пили?
2. Які матеріали та технології використовують для виготовлення стрічкових пил?
3. З якими основними проблемами стикаються при використанні стрічкових пил?
4. Які загальні рекомендації та правила підбору стрічкових пил?

## **Звіт до роботи**

- 1 Письмова відповідь.

## Практична робота № 7 Рамні пилорами.

**Мета роботи:** Вивчити будову та призначення рамних пилорам та їх ріжучого інструменту. При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

**Знати:**

- основні види рамних пилорам, та їх ріжучий інструмент;
- види робіт що виконуються на данному виді пилорам;
- основні переваги та недоліки відповідно за технологічними ознаками.

**Вміти:**

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

**Обладнання та інструменти:** Схема будови рамної пилорами, ріжучі інструменти, наочне обладнання, зразки рамних пил.

### Короткі теоретичні відомості

Як ми вже вивчили в попередній практичній роботі, найпоширенішими на даний час є стрічкові пилорами, які володіють низкою переваг по відношенню до інших видів пилорам. Але вони також володіють і певними недоліками, або не можуть задовольнити певних технологічних вимог до пиломатеріалів, або технологічного процесу. Тому існують інші варіанти обладнання.

#### Рамні пилорами

Рамні пилорами відносяться до групи верстатів першого та другого ряду та відрізняються особливо масивною станиною. **Основне призначення моделей – розпилювання круглого лісу та двокантного бруса для отримання різного обрізного та необрізного пиломатеріалу заданого перерізу.** Головна особливість даної категорії обладнання – **висока продуктивність** та можливість розпилювання великих діаметрів до 750мм. Застосування рамних верстатів рекомендовано в цехах із середньою та високою продуктивністю.



Рис. 1. Рамна пилорама, принцип роботи.

#### Технічні характеристики та переваги

Рамні пилорами відносять до категорії великого деревообробного обладнання. Воно споживає порівняно велику кількість електроенергії, але натомість пропонує безвідмовну та продуктивну роботу в умовах масштабного виробництва. Встановлення верстатів здійснюється на фундамент, щоб унеможливити вібрацію та забезпечити безпечну експлуатацію.

**Наявність міцної бетонної основи спеціального фундаменту для встановлення – обов'язкова умова експлуатації такого масивного обладнання.** Розпил деревини здійснюється вертикально розташованими пилками, закріпленими на пиляльній рамі. Розпилювання здійснюється зворотно-поступальним рухом пиляльної рамки та поступовою подачею колоди в цю пиляльну рамку. Це забезпечує процес різання деревини. Рамки може містити у собі від 8 до 12 рамних полотен.

Данне обладнання дозволяє розділити колоду лише за один прохід.



**Рис. 2. Рамка та закріплені в ній пили.**

Головним плюсом використання рамних пил є надзвичайно високий рівень продуктивності. В залежності від типу, така пила здатна сформувати щонайменше 30 кубічних метрів лісу, до необхідності повторного переточення. Завдяки високій жорсткості корпусу і способу кріплення, рамні пили є точним інструментом, причому вони достатньо економічні: в процесі обробки відпрацьовується не більше 10% дерева.

До недоліків рамної пили можна віднести те, що за рахунок кривошипно-шатунного механізму, який приводить верстат у рух, використання такого інструмента є дуже ресурсномістким.

Рамна пилорама є важкою конструкцією, пристосованою для великих обсягів робіт. Для встановлення рамної пилорами необхідно підготувати фундамент. Крім того, у процесі роботи вони споживають чимало енергії. Цей тип пилорами найбільше підходить для промислового використання, вона має високу продуктивність, але й відходів видає у процесі роботи все таки більше ніж стрічкова. На малих підприємствах чи домашніх цілях використовувати її нерационально.

#### **Переваги обладнання**

Серед основних переваг рамних пилорам варто виділити:

- розпилювання великих діаметрів до 750мм;
- не вимагають високої кваліфікації персоналу
- можливість роботи в неопалюваних приміщеннях;
- висока продуктивність;
- можливість використовувати як верстат 1-го, і 2-го ряду;
- надійність, безвідмовність та простоту в обслуговуванні;

#### **Моделі верстатів класифікують за особливостями рамної конструкції:**

**Безфундаментні рами.** Можуть встановлюватись навіть на рухомій колісній базі.

**Одноповерхові рами** - верстати середньої продуктивності до 60 м<sup>3</sup> за зміну, які вимагають монтажу спеціальних фундаментів;

**Двоповерхові рами** - високопродуктивні верстати до 150-300м<sup>3</sup> за зміну. Складні у налаштуваннях та вимагають монтажу масивного фундаменту великої площі;

**Тарні рами** – використовуються для одержання тарних дощок невеликої товщини. Відрізняються невеликою висотою пильної рами та невисокою швидкістю ходу.

#### **Ріжучий інструмент.**

Рамною пилою є пряма полоса з інструментальної сталі із зубчастою кромкою з однієї із сторін. На кінцях пили кріпляться спеціальні накладки які дають змогу закріпити пилу у верстаті.



**Рис. 3. Рамні пили.**

#### **Різновиди рамних пил**

##### **Рамні пили під розведення**

Продуктивність за умови дотримання експлуатаційних вимог – до 30 м<sup>3</sup> дерева.

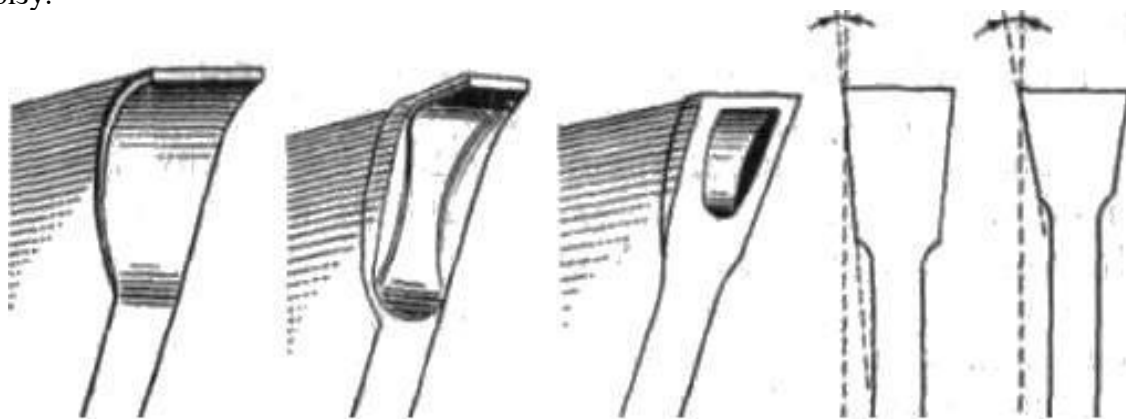
**Рамна пила під розведення** – це базовий тип ріжучого інструменту. Полотна постачаються нерозведеними, а їх обслуговування здійснюються безпосередньо на місці застосування. За для забезпечення оптимальних ріжучих характеристик зубці пили відхилюються на декілька міліметрів в боки. Це збільшує площу розпилу, і значно полегшує рух інструменту. Корпус розведеної пили не контактує із заготовкою і не перегрівається, до того ж інструмент формує максимально прямолінійну лінію розпилу.

До переваг пил під розведення можна віднести максимально легке обслуговування та невибагливість – розведення такого інструменту можна здійснити на виробництві з використанням стандартного розвідного обладнання і найнижча серед всіх рамних пил вартість.

До недоліків полотен під розведення можна віднести регулярну потребу в обслуговуванні: така пила здатна робити 1-3 години, в залежності від виробника обладнання, після чого полотно вимагає приблизно 12 годин відпочинку і заточення та відновлення. В наслідок цього, ресурс полотна поступово витрачається що приводить до неможливості його повторного використання.

##### **Рамні пили під плющення**

Плющення є більш прогресивним шляхом покращення ріжучих характеристик рамного полотна. Сама процедура полягає у наданні зубу форми напайки під дією на нього бокового і фронтального тиску. В результаті зуб набуває специфічної форми, уширюючись, що знімає необхідність його розведення. Робота такої пили більше походить на фрезування, ніж на принцип ножівки, як це відбувається при використанні пил під розведення – формується значно чистіше місце різь.



**Рис. 4. Форма зубців підданих плющенню.**

Слід розуміти, що для плющення підходять спеціальні полотна з більш м'якого та пластичного сплаву. Для виготовлення полотна під розведення використовується метал з твердістю 48 HRC, у той час, як щільність пил під плющення складає приблизно 42 HRC. Однак, під впливом тиску щільність зуба збільшується. До **переваг** використання таких пил можна віднести високу якість різку та меншу потребу у обслуговуванні – таке полотно здатне працювати 3-5 годин, після чого потребує 12 годин відпочинку, відновлення плющення і заточення. **Недоліком** такого інструменту є достатньо високий рівень вибагливості до оброблюваного матеріалу – зубці пили можуть легко тупитися при обробці «брудного» дерева. До того ж, плющення вимагає більш складного обладнання і точного його налаштування.

#### Рамні пили зі стелітом

Наплавлення стелітової пластини на зуб є найбільш ефективним шляхом покращення продуктивності та ресурсу рамних пил. **Головною перевагою такого інструменту** є не стільки підвищений рівень міцності, скільки високий рівень опірності термічного впливу – обробка дерева більше пов'язана з інтенсивним вивільненням тепла, ніж з механічними навантаженнями на інструмент. Безперечною перевагою використання стелітових рамних пил є високий рівень продуктивності та якості роботи.

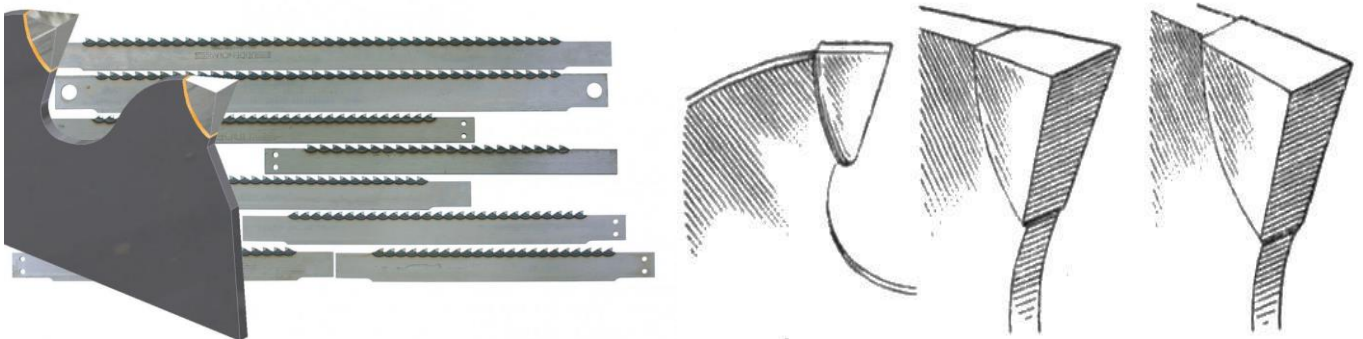


Рис. 5. Пили рамні з напайкам із стеліту

Стелітова напайка сприяє формуванню максимально чистого різку і довшому терміну роботи – 5-7 годин без перерви.

Недоліком є технологічна складність наплавлення стеліту – в більшості випадків, при втраті, чи пошкодженні напайки, обслуговування можна отримати тільки в спеціалізованих сервісних центрах. До того ж, стеліт вибагливий до оброблюваного матеріалу і достатньо коштовний, що приводить до економічної недоцільності його використанні для різання неякісної або неочищеної деревини. Натикаючись на ущільнення в дереві, такий зуб не ламається, як це, зазвичай трапляється з карбідом вольфраму, але гнеться і деформується, що негативно впливає на якість.

#### Основні профілі зубців рамних пил

Для різних умов та задач використовують три основні профілі зубців:

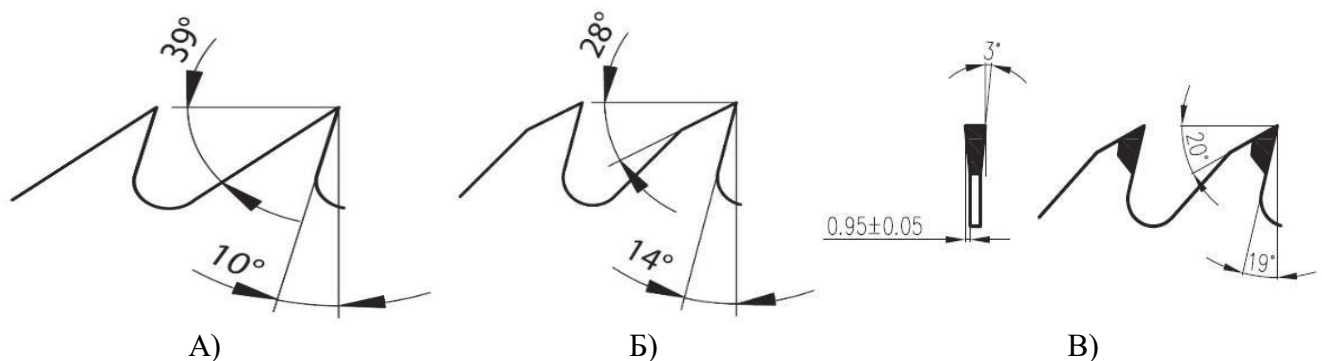


Рис. 6. Основні профілі зубців

- А) Трикутний зуб з двома гранями; Б) Трикутний зуб з трьома гранями;  
В) Стелітовий зуб з ламаною спинкою.

### **Трикутний зуб з двома гранями**

Базова конфігурація ріжучої кромки. Формує точні і прямі різи. Втім, така форма зуба пристосована тільки до різання дерева малого перетину на низьких швидкостях подачі.

### **Трикутний зуб з трьома гранями**

Найбільш популярний тип зуба. Додаткова грань на спинці зуба полегшує роботу на високих потужностях та робить можливим різання дерева великого перетину.

### **Стелітовий зуб з ламаною спинкою**

Основою такої конструкції є зуб з ламаною спинкою зі зміненою геометрією і стелітовою напайкою. Стеліт – це спеціальний сплав, який відрізняється покращеними ріжучими характеристиками і високим рівнем опору впливу високих температур, тому рамні пили з таким типом зуба є максимально універсальним та довговічним інструментом.

### **Підготовка рамних пил до експлуатації**

Перед встановленням пили на верстат, слід переконатися, що вона є ідеально рівною. Виробник інструмента поставляє його випрямленим і вальцьованим, але після декількох використань, пили втрачають свою прямоту, через регулярні навантаження та натягнення. На корпусі полотна утворюються випучини, ущільнення і розтягнення, котрі здатні значно знизити ефективність та ресурс інструменту. Саме тому, перед встановленням пили, слід визначити рівень її прямої за допомогою спеціальної правильної лінійки. Знайдені дефекти виправляються за допомогою розтягнення, або спеціальним молотком з поздовжнім бойком. Впевнившись у ідеальній прямоті полотна, його вальцюють.

Після цієї процедури, нормою є невелике вигинання пили, яке йде до його центру. Головною ознакою ідеального вальцювання є наявність невеликого вигибу 0,1-0,2 мм по середині. Правильно вальцьована пила повинна мати форму «лодочки».

### **Обслуговування рамних пил**

Рамні пили мають певні обмеження в тривалості експлуатації. Регулярні термічні навантаження і розтягуючі сили, сприяють утворенню мікротріщин на ріжучій кромці і втрати первинних ріжучих характеристик. Використання пили з такими дефектами, неминуче призведе до руйнування зубів та самого полотна. Тому, після певного часу використання, категорично рекомендується здійснювати сервісні послуги для продовження терміну роботи полотен. В залежності від типу рамної пили, особливості експлуатації і надання сервісних послуг мають певні відмінності (Табл. 1).

Тип пили ип	Час роботи	Час відпочинку пили	Послідовні процедури при
Під розведення	1-3 години	12 годин	Розведення, заточення
Під плющення	3-5 годин		Плющення, формування, заточення зуба
Зі стелітом	5-7 годин		Заточення, відновлення (післявтрати напайки)

**Табл. 1. Особливості експлуатації та форма відновлення рамних пил.**

Слід розуміти, що термін роботи рамної пили обмежений, незалежно від якості обслуговування. Найнадійнішим індикатором зношення полотна є критичне зменшення його ширини в наслідок регулярних заточень. Використання пили стає неможливим, після того, як її ширина зменшиться до 70 мм і менше, або ріжуча кромка втратить більше, ніж один зуб.

### **Обслуговування пил під розведення**

Розведення рамних пил втрачається природнім шляхом після декількох годин експлуатації. Після необхідного «відпочинку», коли пила відновлюється від розтягнення, котре вона зазнає під час роботи, здійснюється розведення зубців.

Слід мати на увазі, що розведення здійснюється на спеціальному обладнанні, в залежності від особливостей матеріалу, котрий оброблюється.

**Обслуговування пил під плющення** Пили під плющення здатні працювати довше, чим під розведення. Зуб особливої форми, деформується під час роботи, тому після 3-5 годин експлуатації, інструмент потребує 12 годин відпочинку і відновлення необхідної форми зуба.

Ця процедура відбувається у два етапи: плющення і формування. Дані маніпуляції допомагають уширити зуб та надати його кромкам оптимальну форму.

### Обслуговування пил з стелітом

Рамні пили, устатковані стелітовою напайкою, здатні працювати значно довше, ніж усі аналоги через надзвичайно високу термічну опірність. Втім, термін їх роботи теж обмежений і складає приблизно 5-7 годин, після чого пила вимагає 12 годин відпочинку і заточення, чи відновлення напайки (приблизно через 15 циклів переточувань). Слід розуміти, що в залежності від типу оброблюваного матеріалу, використання стелітових пил, має свої вимоги.

### Заточення рамних пил

Заточення рамних пил здійснюється для досягнення декількох цілей:

- відновлення оптимальних ріжучих кондицій;
- відновлення прямолінійності робочих граней зуба;
- видалення мікротріщин, які регулярно утворюються на ріжучий кромці в наслідок термічних і механічних навантажень.

В разі несвоєчасного заточення, існує достатньо високий ризик руйнування зубців і безперечно знижується продуктивність роботи і якість різання дерева.

Важливим критерієм якісного заточення рамної пили є правильний вибір заточного кола і особливо – його жорсткості. Рекомендовано вибирати кола з низьким або помірним рівнем зернистості та жорсткості. Процес заточення ділиться на декілька циклів, кожен з котрих здійснюється у декілька підходів. В інакшому разі, грубе зняття відпрацьованого шару матеріалу з зуба, залишить ще більше напружень та тріщин, ніж їх було до обробки.

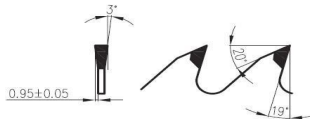
Обов'язковим при заточенні є збереження прямолінійності ріжучих кромки для забезпечення рівномірності подачі на зуб. Інакше якість і ефективність різання істотно знизиться.

### Порядок виконання роботи

1. вивчити теоретичні відомості, різновиди рамних пилорам, та їх характеристики;
2. розглянути та замалювати види профілів зубців пильних полотен рамних пил;
- 3 вивчити призначення рамних пил з різним профілем та формою зубців;
4. Заміряти основні параметри рамної пили та занести до табл. 2.
5. Вивчити етапи підготовки полотен пил до роботи;

### Приклад оформлення таблиці 2:

№ зразка пили	Матеріал ріж.кромки	Профіль зубців	Ирина/товщина полотна	Твердість	Призначення
Зразок №1	Стеліт	Стелітовий з ламінованою спинкою	Ш – 100 мм Т – 1.5мм	62 HRC	Довготривала (до 7 год) робота з високою продуктивністю



### Питання до самостійної роботи

1. За якими параметрами та ознаками поділяються рамні пилорами?
2. Які особливості ріжучого інструменту, його матеріалів та способів виготовлення ріж. частини?
3. Які є етапи у роботі та обслуговуванні у рамних пил?

### Звіт до роботи

- 1 Письмова відповідь.

## Практична робота № 8.

### Дискові пилорами.

**Мета роботи:** Вивчити призначення, будову, різновиди дискових пилорам, та їх ріжучий інструмент.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

**Знати:**

- основні види дискових пилорам та їх ріжучий інструмент;
- види робіт що виконуються на данному виді обладнання;
- призначення та основні переваги та недоліки.

**Вміти:**

- розрізняти дискових пилорами та дереворізальний інструмент за зовнішніми ознаками;
- виконувати основні операції по налаштуванню обладнання;
- планувати технологічний процес підбираючи відповідне обладнання та способи обробки.

**Обладнання та інструменти:** круглопилні комбіновані верстати КС та ФПШ 5М, торцювальній верстат переносний, ріжучі інструменти, наочне обладнання.

### Короткі теоретичні відомості

**Дискова пилорама** призначена для економного та якісного розпилу круглого лісу з максимальним виходом пиломатеріалів, виконання радіального розпилу. Верстат застосовується на виробництвах пиломатеріалу, може використовуватись як обрізний верстат для виготовлення заготовок різного виду погонажних виробів, паркету або багатошарового бруса, індивідуальний розкрій колоди з вибракуванням відходів (наприклад, серцевини).

Дискові пилорами відкривають нові можливості для виробництва пиломатеріалу з підвищеними споживчими властивостями, такими як бездоганно рівна поверхня і точні геометричні форми виробів. Вони справляються з твердою, смолистою, мерзлою деревиною, сухостоєм без попереднього сортування.

#### Види та особливості дискових пилорам

За принципом роботи та призначення дискові верстати поділяються на:

- горизонтальні пилорами;
- кутові пилорами з двома дисками;
- однодискові пилорами кутоповоротного пиляння.

**Горизонтальні пилорами.** Дискова горизонтальна пилорама призначена для поздовжнього розпилювання круглого лісу на обрізну або необрізну дошку.

Основний робочий елемент пилорами - пиляльний вузол з двома горизонтально встановленими дисковими пилками в одній площині. Колода фіксується на рамі, і пиляльний вузол проходить уздовж колоди відпилюючи по одній дощці. Деякі моделі верстатів дозволяють пиляти в обидві сторони, що значно збільшує продуктивність горизонтального дискового верстата.



Рис. 1. Принцип роботи горизонтальних та кутоповоротних пилорам.

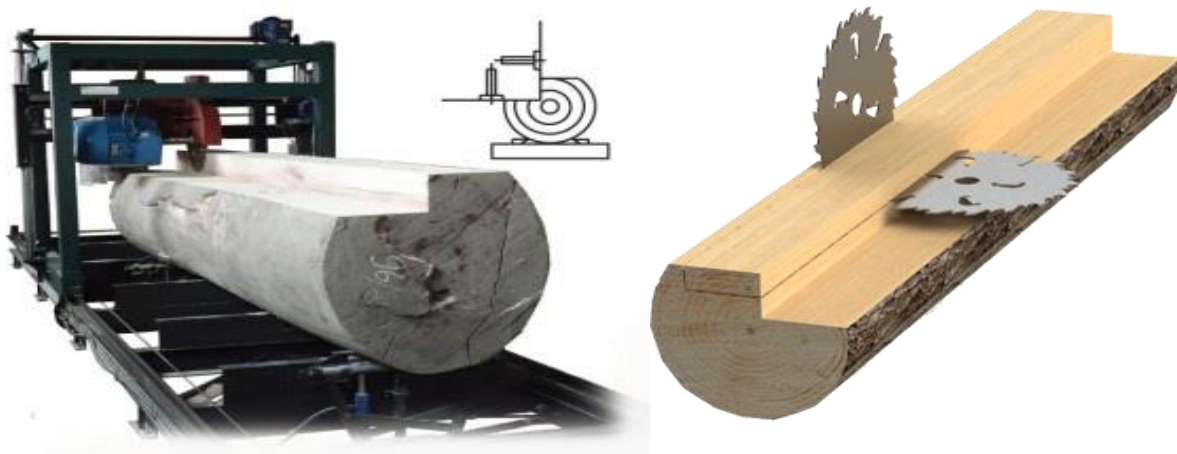
З переваг дискової пилорами можна виділити високу чистоту різку, а також відсутність будь-якої хвилеподібної поверхні. Максимальна довжина колоди складає як правило 6м. Пилорама може комплектуватися рамою як з гідравлічною фіксацією колоди, так і з ручною. Для кращої автоматизації процесу на пилорамі може бути встановлена електронна лінійка.

**Пилорама кутового пиляння** (кутова дискова пилорама) робить розпилювання колоди двома пильними дисками. Змонтований на пиляльній каретці блок пильних дисків розташований під кутом  $90^\circ$  відносно один одного може переміщатися разом з кареткою в горизонтальному та вертикальному напрямку щодо колоди.

Верстат має дві пили, що працюють одночасно (одна вертикальна, друга горизонтальна), які різуть в обох напрямках (вперед і назад), що дозволяє уникнути так званих "порожніх пробігів".

**Кутоповоротна дискова пилорама** дозволяє працювати з колодою не перевертаючи і не перетягуючи її. Кутове пиляння на пилорамі виконується однією дисковою пилкою.

Кутоповоротний верстат виконує послідовно дві операції. Спочатку робиться поздовжнє розпилювання колоди у горизонтальній площині. Потім диск повертається на  $90^\circ$  перпендикулярно до колоди. На зворотному ході, без кантування, виконується пиляння у вертикальному положенні.



**Рис. 2. Кутова двохвальна пилорама.**

#### **Переваги дискової пилорами**

- висока якість обробки деревини, поверхня виходить рівною та гладкою;
- точність розпилювання, повна відповідність заданих параметрів пиломатеріалу на виході;
- низьке споживання електроенергії;
- мобільність та зручність транспортування, пилорама легко розбирається та доставляється до місця призначення;
- економічний розкрій колоди;
- невибагливість, здатність ефективно працювати в умовах жаркого клімату та суворої зими, у критому приміщенні та за його межами;
- відсутність кантування та перезакріплення, за рахунок чого збільшується продуктивність обладнання та зменшується трудомісткість;
- довговічність та жорсткість пильних дисків;
- можливість отримувати пиломатеріал з радіальним розташуванням волокон.

**Радіальне розпилювання дерева** - це один з методів розпилювання деревини, де лезо пилорами проходить через лінію центру стовбура паралельно його радіусу. Отримані пиломатеріали мають вигляд прямих смуг, вирізаних із поверхні ствола.

#### **Переваги радіального розпилювання дерева:**

**1. Високоякісний вигляд:** Радіальне розпилювання дерева надає пиломатеріалам прямошарову більш гладку і однорідну текстуру. Це дає можливість отримати високоякісну деревину для обробки та виготовлення меблів, покриттів для підлоги та інших виробів з дерева.

**2. Зменшення зміни розмірів:** Радіальне розпилювання дерева дозволяє зменшити зміну розмірів пиломатеріалу під впливом зміни вологості. Такі матеріали менш схильні до короблення, деформації та розщеплення, що робить їх більш стійкими в експлуатації.



**Рис. 3. Отримання радіального пиломатеріалу, способи ділення колоди.**

**3. Використання матеріалу:** Радіальне розпилювання дозволяє використовувати пиломатеріал максимально ефективно. Це дозволяє збільшити його використання під час виготовлення виробів.

**4. Міцність:** Радіальне розпилювання дерева може забезпечувати пиломатеріали із збереженою внутрішньою структурою деревини. Це сприяє поліпшенню міцності матеріалу та допомагає зменшити його схильність до тріщин та пошкодження.

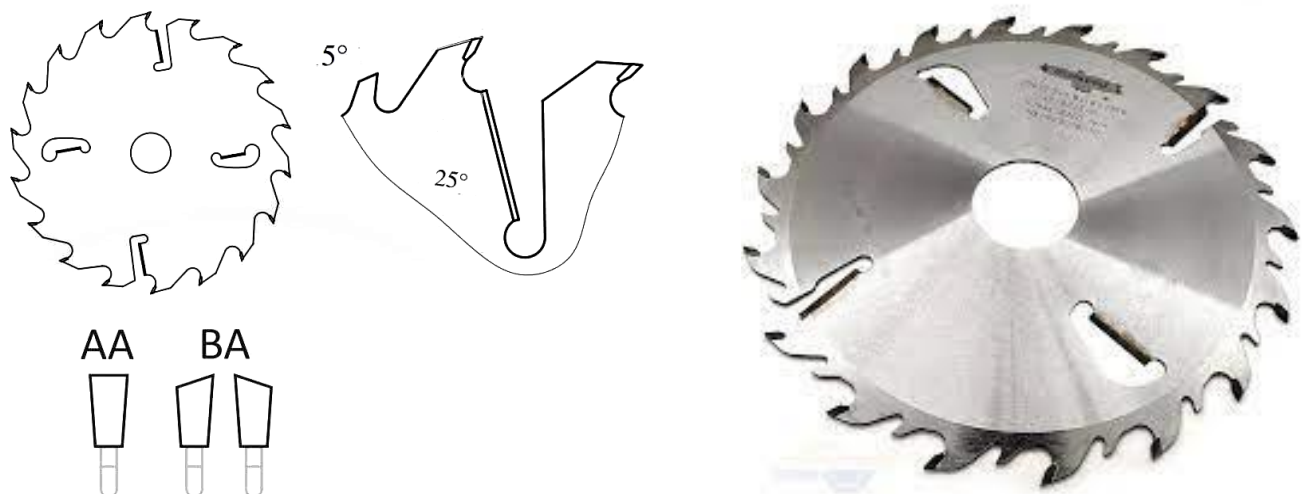
**5. Ефективність виробництва:** Радіальне розпилювання дозволяє ефективно розпилювати стовбури дерева з отриманням максимальної якості пиломатеріалів, що дозволяє збільшити продуктивність, ефективність та якість виробництва.

Загалом, радіальне розпилювання дерева є популярним методом, оскільки він забезпечує високу якість пиломатеріалів, ефективне використання матеріалу та покращення механічних властивостей деревини.

Пиломатеріали, виготовлені способом радіального розпилу, найбільш міцні та коштують дорожче. Вони використовуються у будівництві, у виробництві масивного щита, віконного бруса, для отримання тришарового клеєного бруса та ін.

#### **Ріжучий інструмент дискових пилорам**

Ріжучим інструментом для дискових пилорам є спеціалізовані дискові пилки діаметром до 1100 мм і більше, виготовлені із легованої сталі з твердосплавними напайками. Особливістю таких пил є наявність в тілі пили підрізних ножів, що роблять різ більш чистим та якісним.



**Рис. 4. Види та геометрія пильних дисків для дискових пилорам.**

### **Середньостатистичні технічні характеристики пил:**

- зовнішній Ø: 400 - 1100 мм;
- кількість зубів: в середньому 18 - 24 шт, але все залежить від розміру пили та необхідних завдань що стоять перед розпилюванням;
- додаткова термообробка диска пили збільшує твердість до 46 HRC для збільшення терміну служби пилки.
- ресурс пили мінімум 10 переточок (товщина напайки 3 - 4мм)
- конфігурація зубів та наявність отворів у тілі пили під підрізні ножі, та глибоких пазух забезпечують додаткове охолодження диска та покращений викид стружки.

Основні характеристики пильних дисків для пилорам:

- 1. Матеріал та покриття:** Пиляльні диски зазвичай виготовляються з інструментальної сталі та карбідних вставок (напайок). Карбідні напайки відрізняються високою міцністю та довговічністю, що робить їх ідеальними для роботи з твердими породами деревини.
- 2. Діаметр та кількість зубів:** Діаметр диска та кількість зубів безпосередньо впливають на якість різку та швидкість обробки. Диски з меншою кількістю зубів забезпечують більш швидкий, але менш чистий різ, тоді як диски з більшою кількістю зубів дають акуратніший і гладкіший зріз.
- 3. Форма зубів:** Різні конфігурації зубів (прямі, комбіновані, з підрізними ножами та обмежувачами глибини різання) дозволяють адаптувати диск під конкретні завдання, такі як різання вздовж або поперек волокон деревини.
- 4. Ширина пропила:** Чим уже пропила, тим менше відходів деревини, але слід враховувати, що вузький різ може збільшувати навантаження на двигун і вимагати більш точного налаштування машин.

### **Застосування на пилорамах:**

На пилорамах пиляльні диски використовуються для розкрою колод на дошки та бруси. Подібні операції вимагають високої швидкості та надійності різання, що робить використання якісних дисків критично важливим. При цьому необхідно враховувати особливості деревини та режим роботи обладнання, щоб уникнути перегріву та зношування інструменту.

### **Багатоцильні верстати**

Багатоцильні верстати дозволяють одночасно робити кілька різів, що значно збільшує продуктивність. Пиляльні диски для них повинні бути легкими та міцними, щоб уникнути вібрацій та забезпечити стабільність різання. Залежно від конструкції багатопильного верстата можуть використовуватися диски різного діаметру, що дозволяє працювати з пиломатеріалами різних розмірів.

### **Догляд та заміна пильного диска для пилорами**

Термін служби пиляльних дисків залежить від інтенсивності використання та якості деревини. Регулярне заточування, очищення від смол та інших забруднень, а також своєчасна заміна зношених дисків є важливими аспектами, що дозволяють підтримувати ефективність пиляння та продовжити термін служби обладнання.

### **Висновок**

Пильні диски для пилорам та багатопильних верстатів відіграють важливу роль у деревообробній промисловості. Вони впливають на швидкість, якість та економічну ефективність процесу різання. Вибір відповідного диска, заснованого на особливостях роботи та характеристиках оброблюваного матеріалу, допоможе оптимізувати виробничі процеси та скоротити витрати.

### **Порівняльна характеристика з стрічковими пилорамами**

Стрічкові пилорами зарубіжного виробництва можуть мати ширину стрічки більше 100 мм, а діаметр робочого колеса – до 2 метрів, що дозволяють розпилювати відносно якісно і не відчувати при цьому вібрацій. Проте така перевага нівелюється високою ціною такого обладнання.

Дискові пилки можуть експлуатуватися цілий робочий день, не вимагаючи при цьому заточування. Стрічкове обладнання витримує не більше 2 годин. Напаяні на дискових пилках елементи необхідно змінювати в середньому через кожні 1000 куб. деревини, що є досить великим строком експлуатації.

Дискова пилорама кутового пиляння орієнтована на розпилювання деревини діаметром до 800 мм. При цьому обробці можуть піддаватись різні породи будь-якого ступеня вологості. Головна перевага дискової пилорами – можливість отримання на виході високоякісного пиломатеріалу, що відповідає європейським нормам, з відхиленнями +/- 0,5 мм по всій площині. Поверхня підсумкового матеріалу має майже струганий вигляд, а такого результату неможливо досягти на жодній стрічковій пилорамі.

За один затиск колоди повноцінно проводиться його розкрій. При цьому немає потреби у його перевертанні, що суттєво економить робочий час. Виходячи з цього, нескладно дійти невтішного висновку, що кутова пилорама поєднує у собі устаткування першої, другої, інколи ж – третьої лінії, що безпосередньо позначається економії матеріальних коштів.

Крім того, у дискових пилорам, як правило, відсутній холостий хід – робота проводиться у двох напрямках руху колоди, що стає показником підвищеної продуктивності. Оптимальний показник – вихід сировини до 85%.

#### **Недоліки дискових пилорам:**

- дорожняча ріжучого інструменту та його ремонту у випадку руйнування напайок;
- для горизонтальних дискових пилорам - неможливість розпилювання стволів великого діаметра;
- значна товщина різку (товщина пильного диску більша ніж стрічкова пила), що позначається на виході обробленого матеріалу;
- досить висока вартість самої дискової пилорами, та вимоги до точності виготовлення її вузлів;

#### **Хід роботи**

1. На основі теоретичних відомостей віднайти з набору запропанованих пил ріжучий інструмент дискових пилорам та та вивчити його будову;

2. З запропонованих зразків пиломатеріалів віднайти пиломатеріали з радіальним зрізом та оброблені на дискових пилорамах;

3. За допомогою викладача чи учбового майстра прозвести пиляння на круглопилковому верстаті звичайною дисковою пилою;

4. За допомогою викладача чи учбового майстра встановити пилу з підрізними ножами на круглопилковий верстат, прозвести пробне пиляння;

5. Порівняти результат, законспектувати висновки.

6. Провести порівняльну характеристику переваг та недоліків дискових та стрічкових пилорам, як основних конкурентів на сучасному ринку обладнання;

#### **Питання до самостійної роботи**

1. Які види дискових пилорам ви знаєте?
2. Який пиломатеріал можна отримати за допомогою дискових пилорам?
3. Яка специфіка ріжучого інструменту дискових пилорам?
4. Дайте коротку порівняльну характеристику дискових та стрічкових пилорам.

#### **Звіт до роботи**

1 Письмова відповідь.

**Практична робота № 9.**  
**Верстатне обладнання другої технологічної ланки лісопилного виробництва.**  
**Кромкообрізні верстати.**

**Мета роботи:** Вивчити призначення, будову, різновиди дискових пилорам, та їх ріжучий інструмент.

При виконанні роботи треба отримати такі знання та вміння.

**Знати:**

- основні види дискових пилорам та їх ріжучий інструмент;
- види робіт що виконуються на данному виді обладнання;
- призначення та основні переваги та недоліки.

**Вміти:**

- розрізняти дискових пилорами та дереворізальний інструмент за зовнішніми ознаками;
- виконувати основні операції по налаштуванню обладнання;
- планувати технологічний процес підбираючи відповідне обладнання та способи обробки.

**Обладнання та інструменти:** круглопилні комбіновані верстати КС та ФПШ 5М, торцювальній верстат переносний, ріжучі інструменти, наочне обладнання.

**Короткі теоретичні відомості**

**КРОМКООБРІЗНІ ВЕРСТАТИ**

**Кромкообрізний верстат** - один із основних інструментів для виробництва пиломатеріалів. Саме призначення верстата можна легко зрозуміти з його назви. Кромкообрізний верстат використовується для обробки необрізного матеріалу - зрізання кромки з метою підготувати матеріал до подальшого виробництва.

Кромкообрізні верстати по дереву дозволяють з необрізної дошки виготовити обрізну, або брус заданих розмірів.

Згодом обрізний верстат дерева може бути використаний для розпуску горбиля (бічної частини колоди) на обрізну дошку або бруски. Це дозволяє повністю усунути проблему нераціональності виконання обробки заокругленої частини колод, яка стає не лише відходами виробництва, а й матеріалом для подальшої роботи.

Обладнання застосовується в лісопилних цехах, які постійно розширюють асортимент продукції, збільшують продуктивність і якість товарів. Також вони використовуються в спеціалізованих підприємствах із випуску обмежених партій пиломатеріалів.

Кромкообрізні верстати – це доступне обладнання, що дозволяє збільшити продуктивність по пиломатеріалу обрізу на ділянці стрічкової пилорами. Щоб підвищити продуктивність на 30-50%, досить просто купити кромкообрізний верстат. Кращого результату можна досягти при роботі двох пилорам горизонтального пиляння та одного двопильного кромкообрізного верстата.

**Різновиди**

**Залежно від кількості пиляльних дисків** кромкообрізні верстати прохідного типу поділяються на декілька видів:

- *однопильні;*
- *двопильні;*
- *багатопильні.*

Однопильні використовуються на виробництві не так часто, тому що їх можливості обмежені і таке обладнання підходить для обрізки краю лише з одного боку заготовки. Для обробки пиломатеріалу відразу з двох сторін або роботи з декількома заготовками використовуються двох та багатопильні моделі. Вони дозволяють збільшити продуктивність роботи підприємства.

У конструкції обладнання можуть бути рухомі та нерухомі пили:

у моделях з рухомими пилками рух інструменту здійснюється за рахунок спеціального механізму – він дозволяє переміщати інструмент під час роботи і змінювати розміри між дисками.

Існує два види кромкообрізних верстатів з рухомими пилами, що виділяються в залежності від продуктивності обладнання:

- *Однопильний верстат.*
- *Двопильний верстат.*



А)



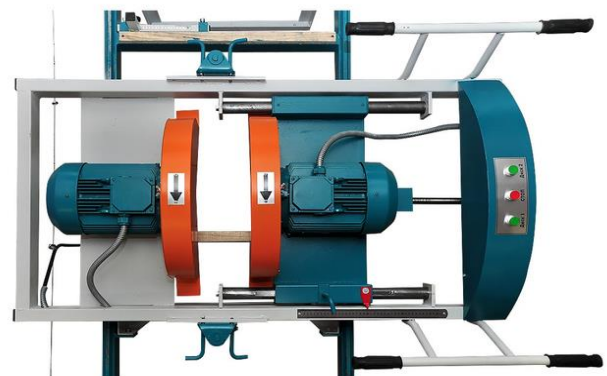
Б)

Рис. 1. Однопильний верстат (А) та схема роботи двохпильного верстата (Б).

**Однопильний верстат** має рухомий шпиндель з однією пилкою – у такий спосіб регулюється відстань між пропилами. Істотно скорочує час обробки матеріалу. Це забезпечує кращу геометрію готового матеріалу, ніж при застосуванні двохпильного верстата. Ще однією перевагою однопильного обладнання є його легкість та простота в монтажі. Встановити верстат можна на будь-якому твердому покритті, а перевезти навіть у легковому автомобілі.



А)



Б)

Рис. 2. Однопильний верстат з рухомим шпинделем (А) та двохпильний (Б).

Як і однопильні верстати, **двопильні моделі** виконують підготовку обрізного матеріалу. Але при цьому вони готові до роботи з горбильною дошкою.

**Верстат кромкообрізний двохпильний** відрізняється підвищеною продуктивністю завдяки тому, що з його застосуванням дошка буде обрізана відразу з двох сторін за один прохід. При цьому не буде потреби повторного прогону, втрати часу на перевертання дошки.

Одна пила стаціонарна, інша – рухлива, це спрощує встановлення відстані між зрізами.

Залежно від того, яка модель верстата обговорюється, можуть також бути присутніми різні додаткові опції, наприклад, лазерна лінійка або механічна подача з режимами швидкості, що перемикаються.

#### **Особливості технічної будови кромкообрізних верстатів**

Основа конструкції складає масивна станина, на якій встановлені пильні механізми. Рама виконує функцію конвеєра, яким переміщається матеріал. Односторонній кромкообрізний верстат являє собою станину, яка є напрямними для пиляльної каретки. Вони мають рухомий пильний

вузел, а заготовки фіксуються на робочому столі і залишаються не рухомими. Обрізання кромки здійснюється за допомогою дискових пилок, використання яких дозволяє надати оброблюваному пиломатеріалу точні геометричні характеристики.

#### **Робота на кромкообрізних верстатах**

Верстати доить легкі в користуванні і налаштуванні. На напрямні встановлюється необрізна дошка, після чого проводиться пиляння за допомогою вертикальної дискової пили, змонтованої на пиляльній каретці. Для більш точної роботи та геометрії пиломатеріалу використовується напрямна або лазерна лінійка та притискний механізм, який утримує заготовку під час пиляння, виключаючи її зміщення.

Каретка, де обертається пила, регулюється вручну чи програмним методом, в такий спосіб визначається розмір дошки чи бруса.

#### **Залежно від способу подачі матеріалу кромкообрізні верстати поділяють на:**

- з *ручною подачею*;
- *напівавтоматичні*;
- *автоматичні моделі*.

Ручні моделі мають найпростішу конструкцію, невелику потужність і середню продуктивність. Технічно вони сильно поступаються автоматичному устаткуванню.

#### **Кромкообрізні верстати - переваги:**

- точність одержуваної геометрії, за рахунок дискового пиляння;
- швидкість налаштування під необхідний розмір пиломатеріалу;
- низька вимога до кваліфікації оператора;
- простота та легкість в обслуговуванні;
- доступність та швидка окупність, при хорошому показнику збільшення продуктивності.
- Заготовки, що отримуються, відрізняються високою якістю, при цьому можна використовувати в якості сировини промерзлу деревину.

#### **За якими параметрами вибирати:**

Перед тим, як купити кромкообрізні верстати необхідно звернути увагу на кілька важливих нюансів: мінімальну і максимальну товщину дошки та відстань між пилками, фіксовані або рухливі пили, тип системи подачі – ручна, вальцова або гусенична. А також важливі маса верстата, потужність двигуна та продуктивність.

При виборі кромкообрізного верстата, важливим фактором є ціна і вартість обслуговування обладнання. І якщо підприємець збирається купити верстат, то, перш ніж його замовити, необхідно чітко розуміння того, який пиломатеріал необхідно отримувати на тому чи іншому верстаті. При невеликому бюджеті можна розглянути лінійку однопилних верстатів, що дозволяють отримувати пиломатеріал обрізний за два проходи. Але при виробництві бруска, однопилний верстат в деяких випадках показує кращу ефективність, при цьому його ціна набагато нижча за двопилний верстат. Однак якщо йдеться про виробництво обрізної дошки, то в даному випадку найкраще замовити двопилний кромкообрізний верстат, ціна якого трохи вища, а окупиться він набагато швидше.

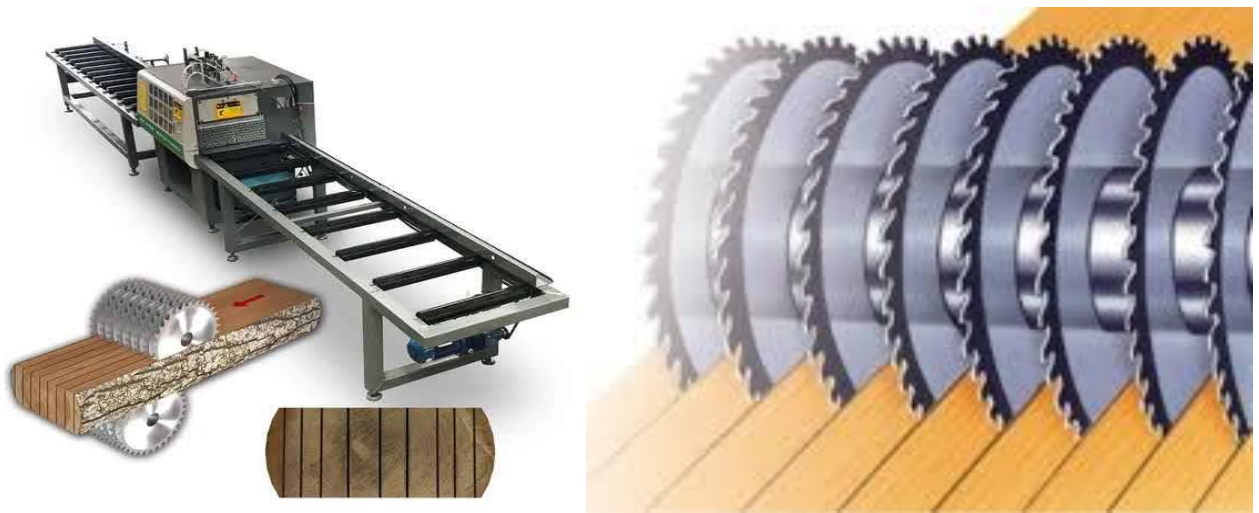
#### **БАГАТОПИЛЬНІ ВЕРСТАТИ**

Також виробники пропонують **багатопильне обладнання**. На такий обрізний верстат по дереву ціна буде суттєво вищою порівняно зі стандартними моделями, але він відрізняється підвищеними показниками продуктивності та функціональності.

Багатопильні верстати є обладнанням **другого ряду** і призначені для поздовжнього розпилювання лафетного бруса (дво-трьохкантного бруса) та дощок з метою отримання пиломатеріалу обрізного (обрізні дошки, рейки та бруски).

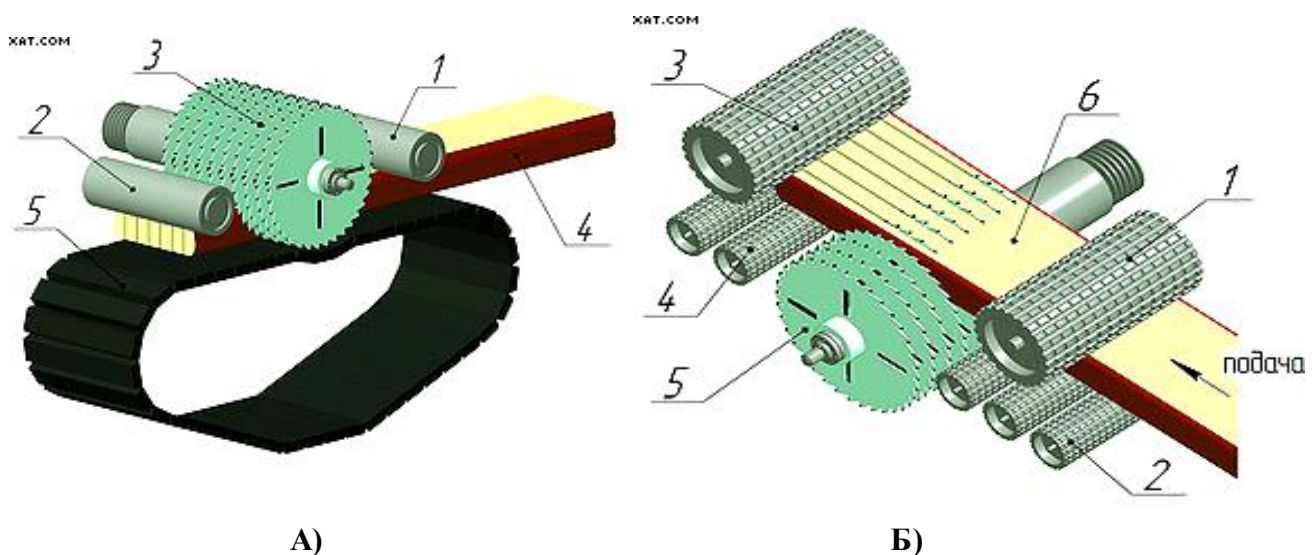
Суть його полягає в тому, що вхідний матеріал може бути порізаний відразу на бруски або дошки потрібного розміру. Подібний підхід є особливо актуальним для великих деревопереробних підприємств з великими обсягами виробництва. У цьому випадку більш висока ціна на верстат цілком виправдана. Багатопильні верстати можна вбудувати в лінію лісопиляння як верстат другого ряду після брусувочного верстата або пилорами.

Пильний вузол містить до 10 круглих пилок, встановлених на горизонтальному валу.



**Рис. 3. Робота багатопильних верстатів.**

По розташуванню пильного вузла розрізняють *верхне, нижнє та двохстороннє* його розміщення. Також можливі різні варіанти системи подачі заготовок до пильного вузла - це *гусенична та вальцева* конструкція механізму подачі.



**Рис. 4. Багатопильний верстат з верхнім (А) та нижнім (Б) розташуванням пил.**

**Рис.4 А.** З верхнім розташуванням пильного вузла та гусеничною системою подачі:

- 1 – прижимний ролик на вході заготовки;
- 2 – прижимний ролик на виході заготовки;
- 3 – пильний блок;
- 4 – заготовка;
- 5 – гусеничний транспортер

**Рис. 4 Б.** З нижнім розташуванням пильного вузла та вальцевою системою подачі:

- 1 – верхній подаючий вал;
- 2 – нижні подаючі вальці;
- 3 – верхній приймальний вал;
- 4 – нижні приймальні вальці;
- 5 – пильний блок;
- 6 – заготовка.

#### **БРУСУВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ**

Також існують схожі за принципом дії як до дискових пилорам так і до багатопильних верстатів так звані *брусувальні верстати*.



**Рис. 5. Схема роботи брусального верстату.**

Брусувальний верстат розроблений спеціально для раціонального розпилювання круглого лісу дисковими пилками на двокантний брус, не обрізну дошку та горбиль з максимальною продуктивністю розкрою ( $50 \div 210$  м<sup>3</sup>/зміну.) та високою якістю.

При цьому, для забезпечення максимального виходу корисних пиломатеріалів, цей верстат повинен використовуватися в комплекті зі верстатом для переробки обополу, поздовжньообрізним і багатопилний верстатом. Верстат ідеально підходить для переробки тонкомера, так як має двовальну конструкцію і за рахунок пилок невеликої товщини виходить мінімальний пропил.

#### **Галузь застосування:**

Широко застосовується у палетному виробництві, також застосовується у лісопильних цехах невеликої продуктивності.

Брусувальні верстати це основа сучасних деревообробних виробництв, які замінюють застарілі пилорами. Брусувальні верстати мають високу продуктивність і зводять до мінімуму втрати та відходи. **Такі верстати відносять до першого етапу деревопереробки**, далі продукція слідує на багатопилні верстати.

Брусувальні верстати можуть мати до 4 пильних валів з дисковими пилками різних діаметрів, що ідеально підходять для розпилу невеликих та середнього розміру колод. Верстати з двома і більше валами можуть розпилювати деревину у вертикальній та горизонтальній площинах за один раз. Припуск на обробку брусувальних верстатів близько 0,5 мм.

#### **Автоматизація процесу на брусувальних верстатах**

Для автоматизації процесу верстати комплектуються різним обладнанням. Наприклад, конвеєр з поштучною подачею колод. Для забезпечення прибирання робочої зони від опилок застосовуються аспіраційні установки або стрічкові та скребкові транспортери.

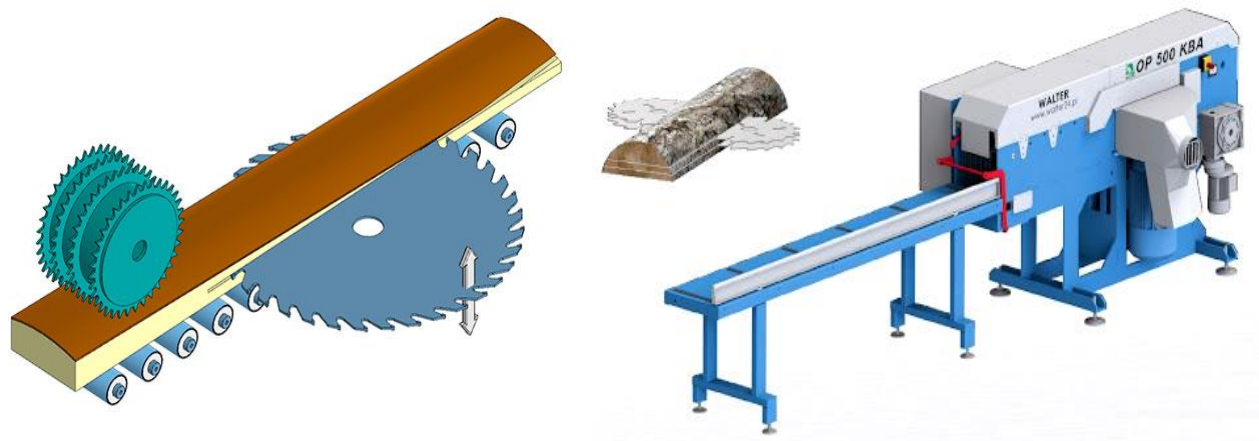
#### **ВЕРСТАТИ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ГОРБИЛЯ.**

Мінімізація та переробка відходів – це одне з ключових питань лісопильної галузі.

Сьогодні для будь-якого підприємства на перший план крім якості продукції виходять і питання економії ресурсів. У лісопильній справі одним із заходів, спрямованих на мінімізацію відходів, стала переробка горбиля. Традиційно для обробки горбиля використовували два верстати: **кромкообрізний і горбильно-ребровий.**

Звичайно, бажано замість двох верстатів використовувати один. Таке обладнання сьогодні є.

**Трьохвальний** горбильний верстат дозволяє за один прохід отримати від 1 до 3 дощок заданої товщини. Для роботи потрібні 1-2 особи. Має менші габарити, ніж кожен із названих вище верстатів. За допомогою верстата горбиль та інші відходи якісно переробляються на дошку, рейку, бруски з мінімальними витратами та максимальним виходом ділової деревини, тим самим підвищуючи рентабельність виробництва.



**Рис. 6. Технологія та верстатне обладнання для переробки грбиля.**

### **Технічні характеристики багатопильних верстатів**

#### **1. Потужність двигуна**

Потужність двигуна багатопильного верстата впливає на його продуктивність та можливість роботи з різними видами деревини.

#### **2. Кількість пилки**

Кількість пилки на багатопильному верстаті визначає, скільки різів він може робити одночасно. Велика кількість пилки збільшує продуктивність верстата і скорочує час на розпилювання, але потребує більш потужного двигуна і кількості енергії.

#### **3. Ширина та товщина розпилювання**

Ці параметри визначають розміри заготовок, які можуть обробляти верстат.

#### **4. Швидкість подачі матеріалу**

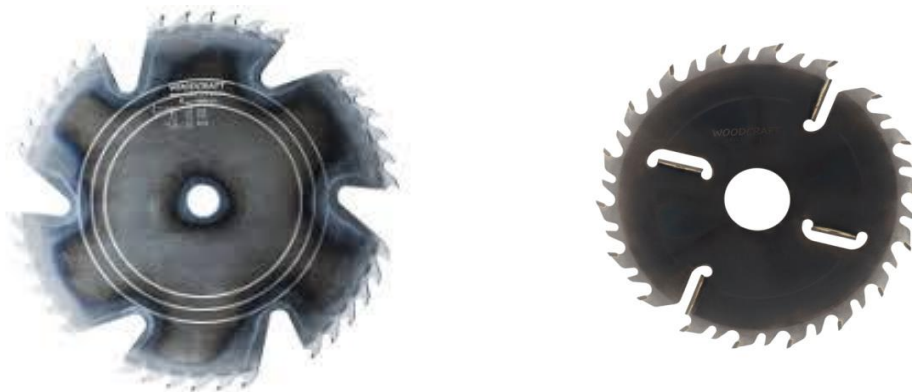
Швидкість подачі матеріалу впливає на продуктивність верстата та якість розпилу. Регульована швидкість подачі дозволяє адаптуватися до різних видів деревини та вимог до якості розпилювання.

#### **Середньостатистичні параметри матеріалів що обробляються на верстатах:**

- Діаметр колоди що обробляється: 120-380 мм;
- Довжина колоди: 1200-3200 мм;
- Товщина бруса, що обробляється: 120-380 мм.
- Швидкість подачі матеріалу 6-12 м/хв.

### **РІЗУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ КРОМКООБРІЗНИХ ВЕРСТАТІВ**

Для поздовжнього розпилювання потрібні дискові пили діаметром від 300 до 500 мм. За конструкцією вони подібні до пил для дискових пилорам. Характерною особливістю таких пил є наявність металокерамічних напайок на зубцях, досить глибокі пазухи для відводу опилок з зони різання та наявність підрізних розклинюючих ножів що запобігають затисканню пил між заготовками та покращують якість різі.



**Рис. 7. Пили для поздовжнього розпилювання для кромкообрізних та брусочних верстатів.**

## **Особливості та переваги багатопильних верстатів**

### **1. Висока продуктивність**

Багатопильні верстати значно прискорюють процес розпилювання деревини, що дозволяє збільшити обсяги виробництва та скоротити час обробки.

### **2. Точність розпилювання**

Сучасні багатопильні верстати забезпечують високу точність розпилювання, що дозволяє отримувати якісні заготовки з мінімальними відхиленнями.

### **3. Економія матеріалів**

Завдяки точному розпилюванню та мінімізації відходів багатопильні верстати сприяють економії матеріалів та зниженню витрат на виробництво.

### **4. Універсальність**

Багатопильні верстати підходять для обробки різних видів деревини та виконання різних операцій, що робить їх універсальними інструментами у деревообробці.

## **Висновки**

Багатопильні верстати відіграють важливу роль у деревообробній промисловості, забезпечуючи високу продуктивність та точність розпилювання деревини. При виборі багатопильного верстата важливо враховувати потреби, технічні характеристики, особливості та переваги обладнання. Також слід звернути увагу на відповідність енергоспоживання верстатів, та сумарно всієї ланки деревообробного обладнання підприємства можливостям місцевих електромереж.

## **Хід роботи**

Отримавши вихідні данні для розрахунків (види робіт, кількість матеріалу що потрібно обробити за одиницю часу, максимальне навантаження ел. мережу та ін.), підберіть відповідне обладнання для конкретних умов виробництва виходячи з параметрів:

**1. Потреби виробництва** Перед вибором багатопильного верстата визначте свої потреби у продуктивності, точності та типах розпилювання. Врахуйте обсяги виробництва та види деревини, з якими ви плануєте працювати.

**2. Технічні характеристики верстата.** Порівняйте технічні характеристики різних моделей багатопильних верстатів, такі як потужність двигуна, кількість пилок, ширина та товщина розпилу, швидкість подачі матеріалу. Виберіть верстат, який відповідає вашим вимогам.

**3. Врахуйте особливості та переваги.** Зверніть увагу на особливості та переваги багатопильних верстатів, такі як висока продуктивність, точність розпилювання, економія матеріалів та універсальність. Ці фактори допоможуть вам вибрати найбільш підходящий верстат.

**4. Вартість обладнання.** Визначте свій бюджет на купівлю багатопильного верстата. Врахуйте, що якісні та продуктивні верстати можуть вимагати значних інвестицій, але вони окупляться за рахунок збільшення обсягів виробництва та покращення якості продукції.

**5. Перевірте надійність та репутацію виробника.** Вивчіть відгуки та рейтинги виробників багатопильних верстатів. Виберіть надійного виробника з гарною репутацією, який пропонує якісне обладнання та надійне сервісне обслуговування.

## **Питання до самостійної роботи:**

1. Призначення кромкообрізних, багатопильних та брусувальних верстатів.
2. Параметри за якими класифікуються багатопильні та брусувальні верстати.
3. Ріжучий інструмент кромкообрізних, багатопильних та брусувальних верстатів.
4. Обладнання для переробки горбиля, його призначення.

## **Форма звіту:**

Письмова відповідь.

## Практична робота № 10

### Бензопили ланцюгові, будова, налаштування до роботи.

**Мета роботи:** Вивчення основних вузлів та агрегатів бензопили ланцюгової.

**Знати:**

- будову та призначення ланцюгових пил;
- основні робочі параметри ланцюгових пил;
- методику підбіру гарнітури та підготовку до роботи ланцюгових бензопил;

**Вміти:**

- розрізняти робочі органи ланцюгових бензопил;
- орієнтуватися в основних параметрах ланцюгових пил;
- правильно підбирати бензопили за параметрами, та гарнітуру до них.

**Обладнання та матеріали:** Робочий стіл, ланцюгова бензопила, гарнітура до пили (ланцюги, шини), штангенциркуль, рулетка, ваги електронні.

### Теоретичні відомості

**Ланцюгова пила** — портативна, механічна пила, що працює від електродвигуна, стиснутого повітря, гідромотора або бензинового двигуна, робочою частиною якої є ланцюговий пиляльний апарат, що складається із замкнутого в кільце ланцюга, що переміщається по напрямній шині. Шина і ланцюг знімні, тому їх називають **гарнітурою**.

Ланцюгові пили активно застосовуються лісорубами при рубанні лісу, обрізанні сучків, розчищенні лісових завалів, у тому числі і для цілей гасіння лісових пожеж або їх запобігання.

У 1926 році Андреас Штиль, який заснував компанію **STIHL**, отримав патент на електричну ланцюгову пила, а в 1929 році - на бензопилу.

В даний час пили за своїм застосуванням ділять на **професійні та аматорські**.

**Бензопила**

Бензопила, або мотопила - ручна ланцюгова пила, забезпечена двигуном внутрішнього згоряння. Бензопила приводиться в дію двотактним бензиновим **двигуном внутрішнього згоряння**, з'єднаним через систему передачі (**муфту зчеплення та іноді редуктор**) з пиляльним ланцюгом. Запуск двигуна – ручним шнуровим стартером. **Запалювання** - електронне, ротор магнето, як правило, поєднаний з маховиком і крильчаткою вентилятора охолодження.

**Карбюратор** - мембранного типу, що у поєднанні з відповідною системою забору палива з бачка дає можливість двигуна нормально працювати у будь-якому положенні.



Рис. 1. Основні робочі органи бензопили STIHL MS 261.

Бензопила має *механізм автоматичного зчеплення*, що працює за відцентровим принципом, завдяки якому на холостих обертах ланцюг нерухомий і безпечний. Якщо навантаження на двигун при пилянні перевищує допустиму (наприклад, якщо ланцюг заклинило), то автоматичне зчеплення розірве (або послабить до допустимого рівня) передатний момент на шину, і двигун не заглухне.

Сучасні бензопили також мають *механізм гальма*, який відразу зупиняє ланцюг при відскоку шини у бік пильщика, обрив ланцюга та інших аварійних ситуаціях.

Для *змащення ланцюга* та шини на сучасних бензопилах передбачений окремий бачок з досить в'язким маслом та масляний насос з невеликою подачею. Може використовуватися звичайна мінеральна (нафтова) олія, але останнім часом, особливо в побуті, набули поширення біорозкладні «ланцюгові олії» рослинного походження, що не мають до того ж неприємного нафтового запаху. **За наявністю олії та роботою насоса необхідно стежити, щоб ланцюг не працював «всуху», стираючи шину.** Найпростіша перевірка - направити шину працюючої пили на чисту поверхню і на деякий час «дати газ» - крапельки масла, що злітають з ланцюга, що нормально змащуються, залишать слід.

Періодично (у тому числі й у процесі тривалої безперервної роботи) необхідно перевірити натяг ланцюга та підтягувати його відповідним механізмом на шині (це може бути регульовальний гвинт та кріпильні гайки шини, або пристрій, що не потребує додаткового інструменту). Зазвичай потрібно, щоб під певним зусиллям відтяжки ланцюга її внутрішні приводні зубці не виходили з канавки на шині; Точні вимоги містяться в інструкції виробника.

#### Будова бензинових пил



Рис. 2. Елементи ланцюгової бензопили.

1 - захисний пластиковий корпус; 2 - знімна кришка системи запалювання; 3,4 - рукоятки; 5 - шина; 6 – ланцюг; 7 – ручний стартер; 8 – насос підкачки палива; 9 – важель включення двигуна; 10 – паливний бак; 11 – бак змащення ланцюга; 12 – дросельна заслонка; 13 – стопорна заслонка; 14 – гальмо ланцюга.

Практично всі бензопили мають однакову будову, як зовні, так і всередині. Всі «нутроці» закриті захисним пластиковим корпусом (1). У верхній частині корпусу розташовується знімна кришка (2), яка закриває систему запалювання. Знявши її, можна протерти свічку, якщо її «залило», або повністю замінити. В передній і задній частині розташовуються прогумовані рукоятки (3 і 4) для виконання маніпуляцій пилкою. На задній рукоятці розташовані дросельна

(12) і стопорная (13) заслінки. З їхньою допомогою здійснюється подача палино-повітряної суміші і робота бензопили. У передній частині пристрою розташовується шина (5), на яку кріпиться пиляльний ланцюг (6). Всередині ланцюг одягається на шестірню, обертання якої зі свого боку забезпечує підшипник.

Щоб завести агрегат, достатньо один або кілька разів смикнути за ручний стартер (7). Для підкачки бензину в карбюратор зверху від стартера розташовується насос (8). Він являє собою гумову прозору півсферу, натискаючи на яку пальцем, ми підкачуємо паливо. Поряд з задньої рукою знаходиться важіль (9) включення двигуна. З лівого боку (в бензопилах для правшів) розташовуються паливний бак (10) і резервуар з маслом для змащення ланцюга (11). Зверніть увагу, що двигуни в даних пилових пристроях двотактні, тому попередньо масло змішується з бензином і вже потім заливається в паливний бак. Перед передньою рукояткою розміщене гальмо ланцюга (14) у вигляді стопорного щитка. У відігнутому стані щитка ланцюг блокується і не може обертатися, а якщо притиснути назад, то блокування знімається. Цей блок забезпечує безпеку оператора при транспортуванні включеного апарата з одного робочого місця на інше (наприклад, від дерева до дерева) та при зворотньому ударі пили при роботі.

### Важливі системи пили

**Антивібраційна система.** АВС гасить деяку кількість вібрацій, що передаються на корпус бензопили. Завдяки цьому пристроєм простіше працювати (менше втомлюються руки), а також виходить більш точний різ. Практично всі бензопили оснащуються системами АВС, крім хіба що «ноунеймовських» китайських.

**Безключове натягування ланцюга.** Цю функцію забезпечує регулятор, встановлений поверх захисту ланцюга. Завдяки йому можна натягнути або навпаки послабити ланцюг, не знімаючи цього захисту. Дана функція дуже зручна, враховуючи, що після 30 — 40 хвилин роботи пилки потрібно підтягувати ланцюг. При класичному методі натягування ланцюга вам знадобиться спеціальний ключ-викрутка, що послаблює кріплення шини та гвинтом здійснює натягування ланцюга.



Рис. 3. Класична (А) та безключова (Б) система натягу ланцюга.

**Гальмо ланцюга.** Цей механізм блокує обертання ведучої зірочки, на яку надівається ланцюг, якщо стався відскок шини від дерева, наприклад, при попаданні на сучок. Завдяки цьому запобігається травмування оператора.

**Система мащення ланцюга пили.** Однією з найбільш важливих систем у структурі бензопили є система примусового мащення ланцюга.

### Навіщо потрібно змащувати ланцюг бензопили?

Без мастила ланцюг бензопили дуже швидко прийде в непридатність, а разом і шина. Мащення ланцюга необхідне для того, щоб захистити його від зношування та підвищити ефективність роботи пили. Мастило знижує тертя між ланками ланцюга та шиною, а також охолоджує її, запобігаючи перегріву.

## Робота системи мащення ланцюга бензопили

**Масляний насос** є найважливішим вузлом у бензопилі, який подає певну кількість мастила на шину пилки. Він починає працювати з підвищенням обертів двигуна, створюючи тиск що просуває масло до шини по магістралі. На шині є поздовжня проточка, в якій проходить масляний канал. У цьому місці здійснюється регулювання подачі мастила до шини, яка залежить від ступеня натягу ланцюга.

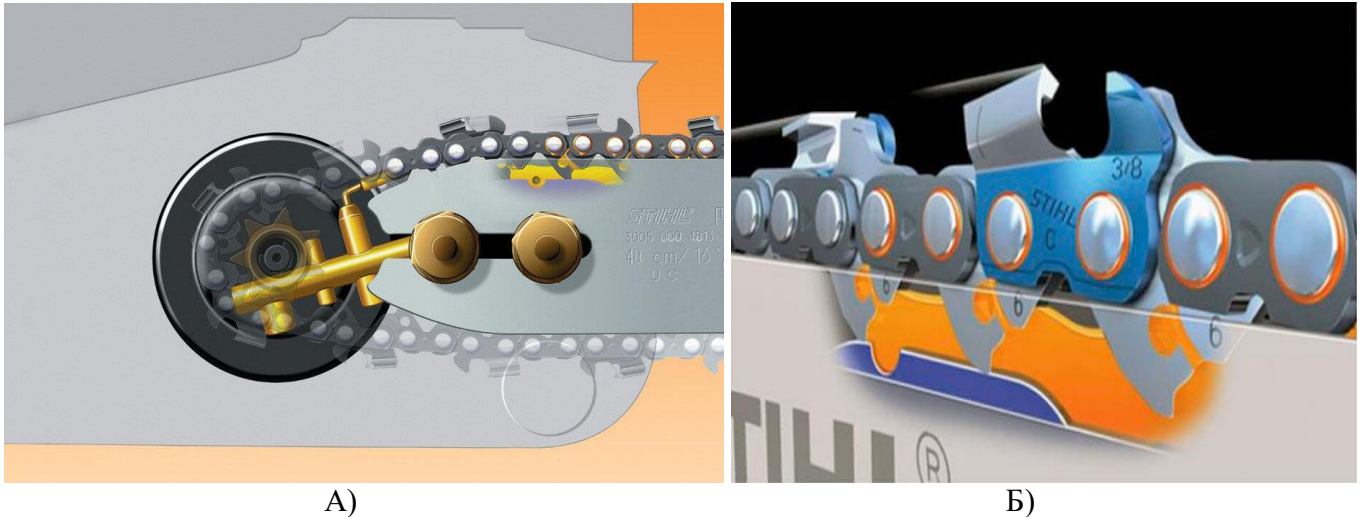


Рис. 4. Система мащення ланцюга.

Всі без винятку бензопили та їх електричні аналоги комплектуються однотипними за принципом дії системами, за допомогою яких реалізується мащення шини, пильного ланцюга та деталей приводу.

До стандартного складу цього пристрою входить резервуар, з якого ланцюгове мастило подається на вхід насосом з фіксованою або регульованою продуктивністю. Далі робоча рідина в дозований кількості надходить у проточку шини (Рис 4А), в якій хвостовиками пильного ланцюга рівномірно розподіляється по всій гарнітурі та робочій поверхні вінця провідної зірочки (Рис 4Б). Кількість масла залежить від оборотів двигуна, чим вони вищі, тим більше буде витрата.

### Ознаки несправності системи мащення

Зовнішніх ознак того, що ланцюг не змащується на бензопилі кілька. насамперед, це:

- постійний рівень мастила в резервуарі;
- збільшення навантаження на двигун;
- прискорене зношування ріжучих кромek пильних ланок;
- характерний запах перегрітої деревини та мастила;
- надмірний нагрів шини.

У найпростішому варіанті, причиною масляного голодування може бути засмічення тирсою маслопроводних каналів. Цей недолік характерний для бюджетних гарнітур, які не мають зручного доступу до проблемних місць.

### Причини зниження продуктивності та ефективності системи

У потрібній кількості не подається олія на ланцюг бензопили з кількох причин.

З найбільш характерних відмов можна назвати:

- засмічення тирсою маслопроводних каналів;
- засмічення розташованого в маслобаку фільтра;
- механічна поломка одного із елементів черв'ячного приводу насоса;
- взимку продуктивність нагнітального пристрою знижується внаслідок заправки системи занадто густим маслом.

В останньому випадку за низьких температур всі елементи бензопили та всі деталі насоса працюють при підвищених навантаженнях, що ініціюють серйозні механічні зношення та пошкодження.

### Перевірка системи на вихід мастила та його продуктивність.

**Масляний фільтр.** Забруднення масляного фільтра проявляється суттєвим зниженням продуктивності насоса. Перевірити цей параметр нескладно. Для цього необхідно гарнітуру пили, що працює на робочих оборотах, потримати над чистим аркушем паперу чи іншою поверхнею (Рис. 5).

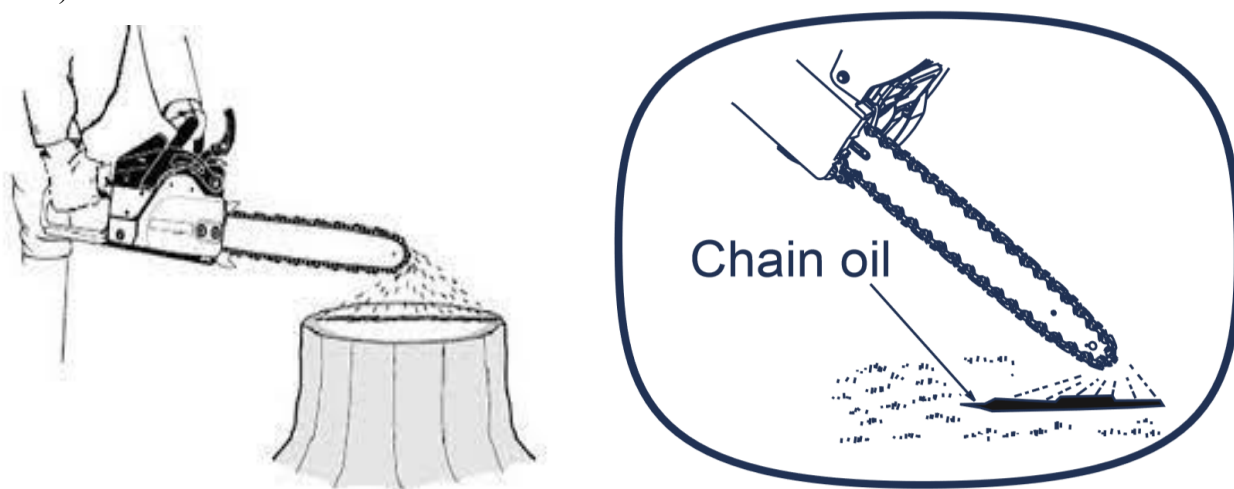


Рис. 5. Перевірка на практиці мащення ланцюга.

За щільністю та розмірами масляної смуги можна впевнено судити про стан системи та складність майбутнього ремонту.

Масляне голодування гарнітури можливе при встановленні на побутову пилку з нерегульованим насосом довшої продуктивної шини, якою комплектується бензопильна техніка професійного класу.

#### **Як вибрати бензопилу: параметри, на які варто звернути увагу при виборі.**

Щоб визначитися, яку бензопилу підібрати, необхідно ознайомитись із загальноприйнятою класифікацією та важливими технічними характеристиками.

Модельний ряд умовно поділяють на три категорії:

**Побутові бензопили** - недорогі малопотужні пристрої найпростішої конструкції.

Ними легко користуватися, вони не вибагливі у догляді, зберіганні та транспортуванні. Функціонал обмежений, тому бензопили для дому використовуються періодично, але не більше 40-45 хвилин на добу (20 годин на місяць). Потужність – до 2 кВт, оснащені низькопрофільним ланцюгом. За допомогою побутової пили в основному заготовляють дрова, підтримують порядок у саду, проводять обрізку дерев та дрібні будівельно-ремонтні роботи. Вони відрізняються ергономічним дизайном та оптимальними характеристиками габаритів та маси.

**Напівпрофесійні бензопили (фермерський клас).** Складніші та потужніші силові агрегати, за допомогою яких валять дерева, виконують ремонтні та будівельні завдання, обрізають товсті сучки на старих стволах. Функціонують безперервно не більше 10 годин на добу. Потужність 2,5-3 кВт.

**Професійні пили** – найпотужніші моделі з великим набором функцій. Здатні щодня працювати 15-16 годин на добу, 8 годин безперервно, з максимальною потужністю, що варіюється в діапазоні 2,5-6 кВт. Всі конструктивні елементи створені з матеріалів із високими показниками міцності та зносостійкості. Експлуатаційний потенціал обчислюється в 1300 -2000 мотогодин, що в 2-3 рази більше, ніж у побутових.

#### **Потужність**

Потужність бензопил зазвичай вказується в кінських силах (к.с.) або кіловатах (кВт). Вона безпосередньо впливає на швидкість різання певної товщини дерев'яного матеріалу.

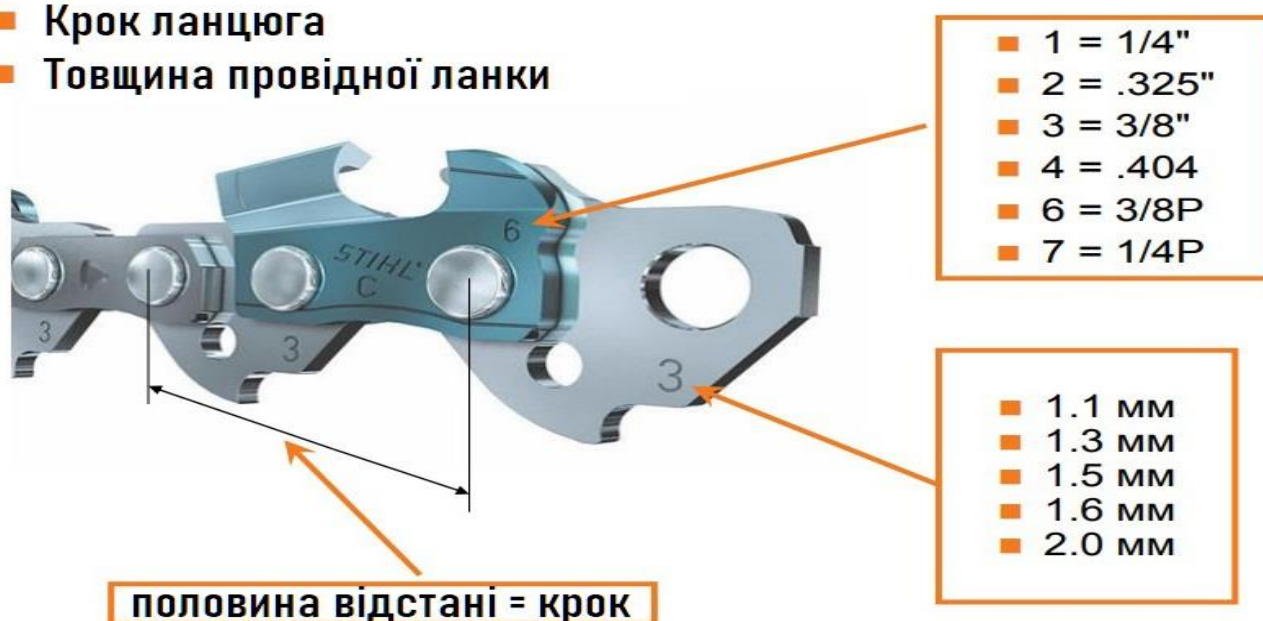
- До 2 кВт – бензопила для дому, не регулярні та прості будівельно-садові роботи.
- 2-3 кВт - заготівля дров, розпил не товстих колод, садові роботи.
- Від 3 кВт і вище – розпил важких і товстих колод, тривале високе навантаження.

**Табл 1. Параметри бензопил**

Характеристики	Побутові	Напівпрофесійні	Професійні
Потужність, кВт	до 2,5	від 2,5 до 3	від 3 до 6
Вага, кг	до 4,5	від 4 до 5	більше 5
Шина, довжина в мм	250-350	300-400	450-600
Крок зубів, дюйм	0,325	3/8	3/8; 0,404
Цикл роботи, хвилин	до 60	до 250	400

Наприклад, пила STIHL MS 250 потужністю 3.1 к.с., розпилити колоду товщиною 250 мм приблизно за 4 секунди, у той час як менш потужної моделі доведеться витратити більше часу. Також чим потужніша пила, тим вона важча.

- Крок ланцюга
- Товщина провідної ланки



**Рис. 6. Параметри ланцюга.**

**Крок ланцюга** - це відстань між двома ріжучими ланками. Можна також орієнтуватися на довжину між трьома заклепками, **поділені на 2**. Вимірюється у дюймах, хоча в деяких виробників у технічній документації вказується традиційно у сантиметрах.

Чим більший крок ланцюга — тим вища продуктивність, але зріз виходить грубим. Відповідно, при малому кроці зріз більш рівний і гладкий. Ланцюги з великим кроком ідеально підходять для заготівлі дров, з маленьким — для обрізки дерев, дощок та інших садових робіт.

Крок також підбирається залежно від потужності бензопили і впливає на швидкість розпилу. Менший крок відрізняється низьким рівнем вібрації, але слабкою продуктивністю. Чим більший крок ланцюга - тим вище продуктивність агрегата. Природно для роботи з такими шинами потрібні більш потужні пристрої.

**Поширені варіанти кроків:**

- **0,325 дюйма** - найменший крок, підходить для пилок до 3,5 л.с., можна використовувати і для обрізання дощок, і для валки невеликих дерев;
- **0,375 дюйма (3/8)** - найпопулярніший крок ланцюга, підходить для пилок середньої потужності (до 4 л.с.), ставиться на побутові та напівпрофесійні пили;
- **0,404 дюйма** - найбільший крок, найчастіше зустрічається у професійних і напівпрофесійних бензопилах потужністю від 5,5 к.с.

**Табл 2. Крок ланцюга**

Відстань між заклепками, мм поділене навпіл	Крок ланцюга (ширина в дюймах)
6,35	1/4
8,25	0,325
9,3	3/8 (0,375)
10.26	0,404
19,05	3/4

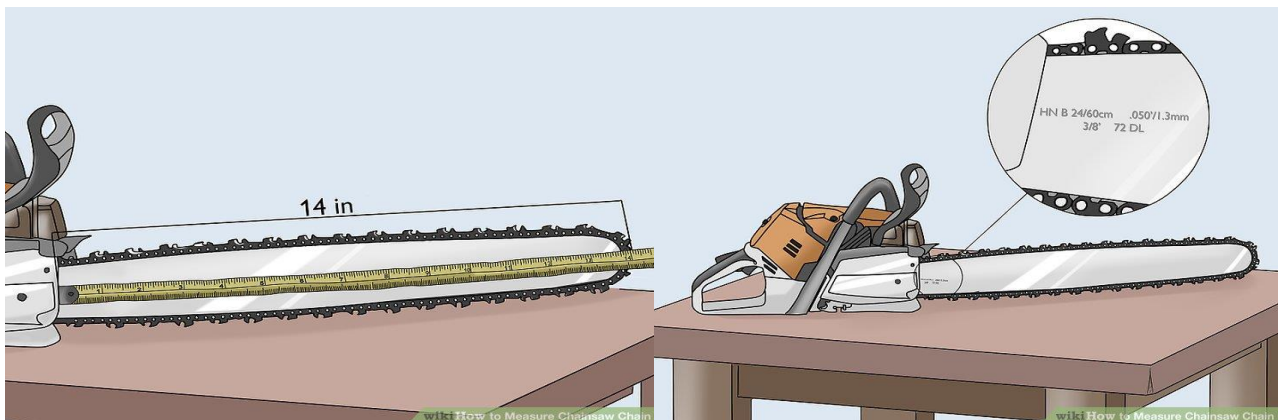
**Кількість ланок.** Чим більше ланок, тим довше ланцюг і відповідно використовується з довшою шиною. Популярні значення кількості ланок: 50, 52, 55, 56, 57, 62.

### Хід роботи

Вивчивши теоретичні відомості здійсніть підбір гарнітури до ланцюгової бензопили, та підготуйте її до роботи.

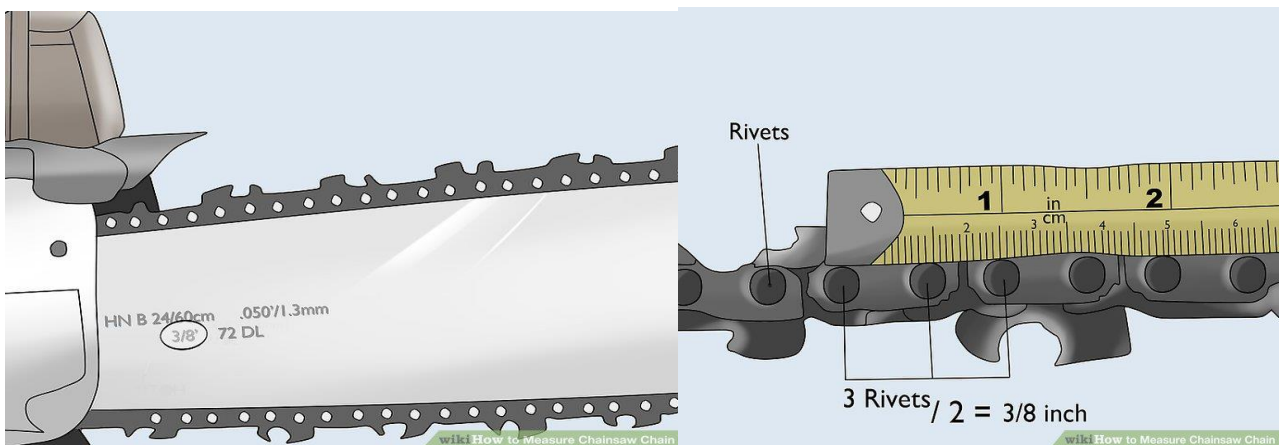
#### Крок 1.. Виміряйте та занотуйте основні параметри пили.

1. Виміряйте довжину шини як показано на рис.7. Округліть це вимірювання до найближчого парного числа в см. Це довжина шини бензопили. Запишіть отримані данні.



**Рис. 7. Основні параметри пили**

**Крок 2.** Орієнтуючись на маркування на самій шині, або на коробці або картонному вкладиші розшифруйте всі значення по порядку і підберіть ланцюг пили.



**Рис. 8. Визначення кроку пильного ланцюга.**

2.1. Прочитайте дріб, надрукований на шині, щоб знайти крок ланцюга для данної шини.

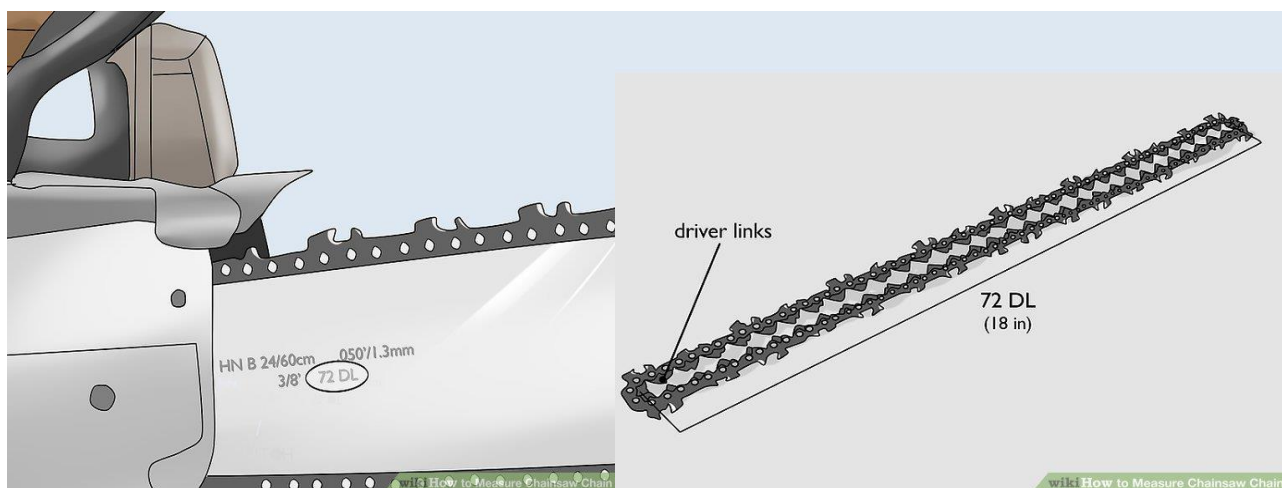
Наприклад, якщо цифра на смужці читає «3/8», це означає, що крок бензопили становить 3/8 дюйма або 9.3 мм (див табл. 2).

2.2. Виміряйте довжину за допомогою рулетки або штангенциркуля між будь-якими 3 заклепками та поділіть на 2, щоб знайти крок. Наприклад, якщо відстань між 3 послідовними заклепками на ланцюзі вашої бензопили становить 18.6, то крок буде дорівнювати цьому виміру, поділеному на 2, або 9.3мм.

2.3. Зніміть ланцюг і підрахуйте кількість приводних ланок (DL). Ведучі ланки — це трикутні розширення на нижній стороні ланцюга, які кріплять його до шини. За допомогою гайкового ключа зніміть бічну панель направляючої шини, а потім за допомогою викрутки послабте натяг ланцюга. Зніміть ланцюг із шини, щоб поррахувати приводні ланки.

**Одягніть щільні захисні рукавички, щоб мінімізувати ризик отримання травм.**

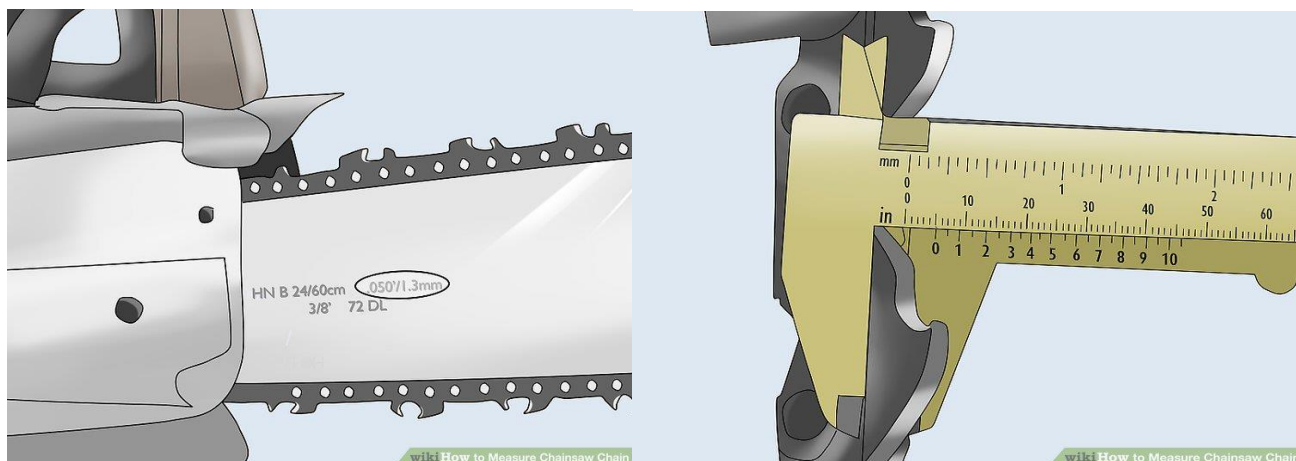
Щоб полегшити підрахунок приводних ланок, покладіть ланцюг на рівну поверхню та розташуйте його таким чином, щоб його ведучі ланки були вирівняні прямо одна навпроти одної (рис 9). Таким чином ви можете рахувати пари замість кожної окремо.



**Рис. 9. Знаходження кількості ведучих ланок (DL).**

2.4. Використовуйте штангенциркуль, щоб виміряти товщину ведучої ланки ланцюга. Це вимірювання дасть вам розмір ширини паза шини і відповідно товщину ланцюга. Найпоширеніша товщина ланок: 0,050 дюйма (1,3 мм), 0,058 дюйма (1,5 м) і 0,063 дюйма (1,6 мм).

Перевірте за допомогою штангенциркуля і ширину паза шини, впевнившись у відповідності.



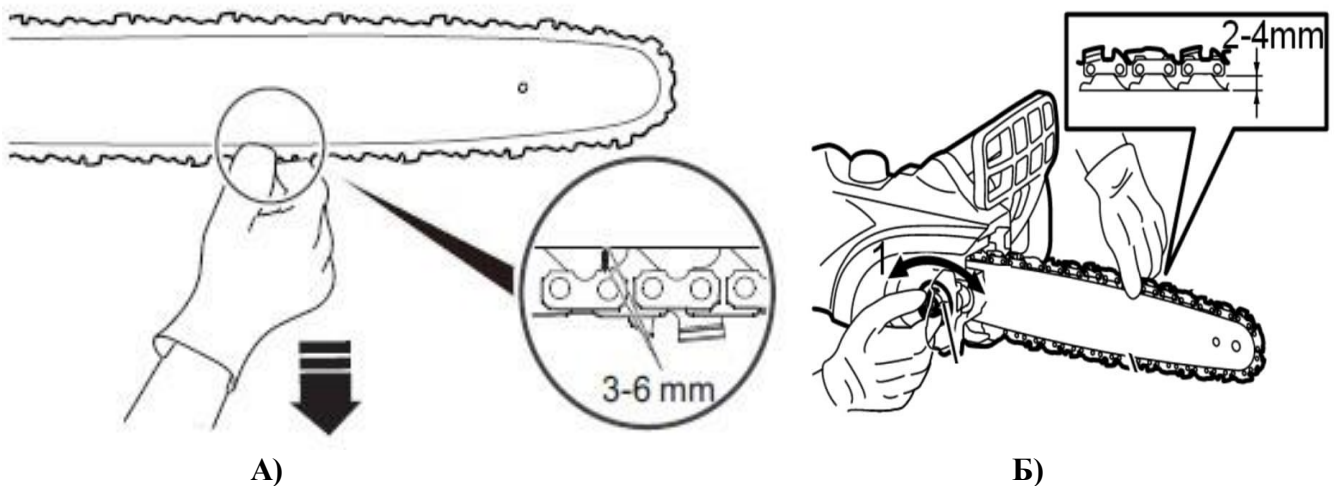
**Рис. 10. Знаходження товщини ведучих ланок.**

**Крок 3. Виміряйте вагу пили.** Існує прямий взаємозв'язок між вагою і потужністю — чим потужніший агрегат, тим важче пристрій. Тому розрахуйте яка потужність припадає на одиницю маси. З інтернет каталогів виберіть моделі відомих брендів (Makita, Stihl, Husqvarna) з найкращим співвідношенням ваги до потужності.

**Крок 4. Підготовка пили до роботи.**

Вам знадобиться: пильний ланцюг, ключ для бензопили, рукавички.

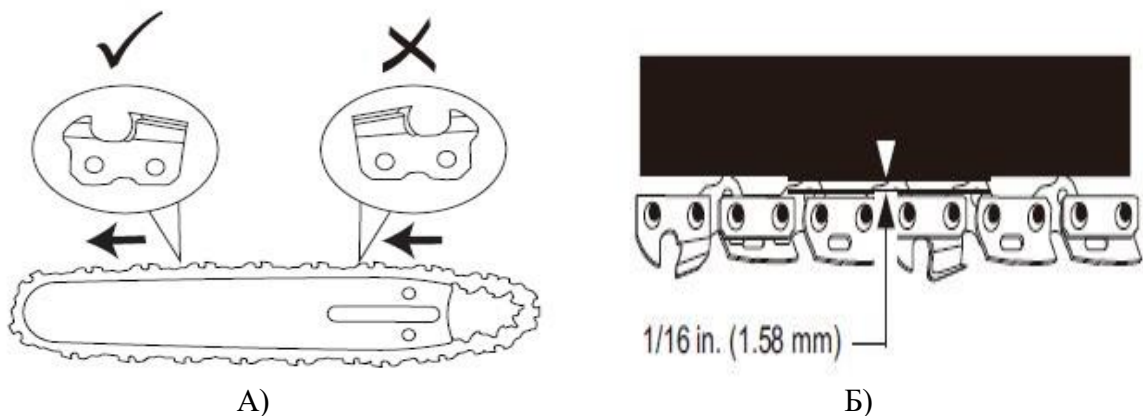
4.1. Натяжка ланцюга. Перш ніж говорити про те, як правильно натягнути ланцюг бензопили, важливо позначити кілька простих правил. **По-перше**, обслуговування необхідно проводити при вимкненому двигуні без ризику його випадкового запуску. **По-друге**, всі роботи здійснюються після остигання інструменту. Гарячий пильальний ланцюг має більшу довжину, ніж холодний. Якщо почати її натяжку, то виникне ризик стягування та деформації шини після остигання. Пам'ятайте про безпеку! Одягайте захисні рукавички, щоб не порізати руки гострими ланками ланцюга. Перевірте натяг ланцюга як вказано на рис. 11.



**Рис. 11. Правильно натягнутий ланцюг**

Які ознаки недостатнього натягу? У нижній частині шини ланцюг провисає, у верхній - зміщується вбік. Це призводить до перекосу під час пиляння, отже, позначається термін служби шини – вона зношується нерівномірно, також підвищується ризик зіскакування ланцюга з шини зношується пильне полотно та приводної зірочки. **Важливо ще не перетягнути ланцюг!**

Утруднений хід полотна у шині сприяє збільшенню навантаження на двигун та інші робочі вузли інструменту. Спробуйте рукою прокрутити ланцюг навколо шини. Якщо це вдається важко, її потрібно послабити.

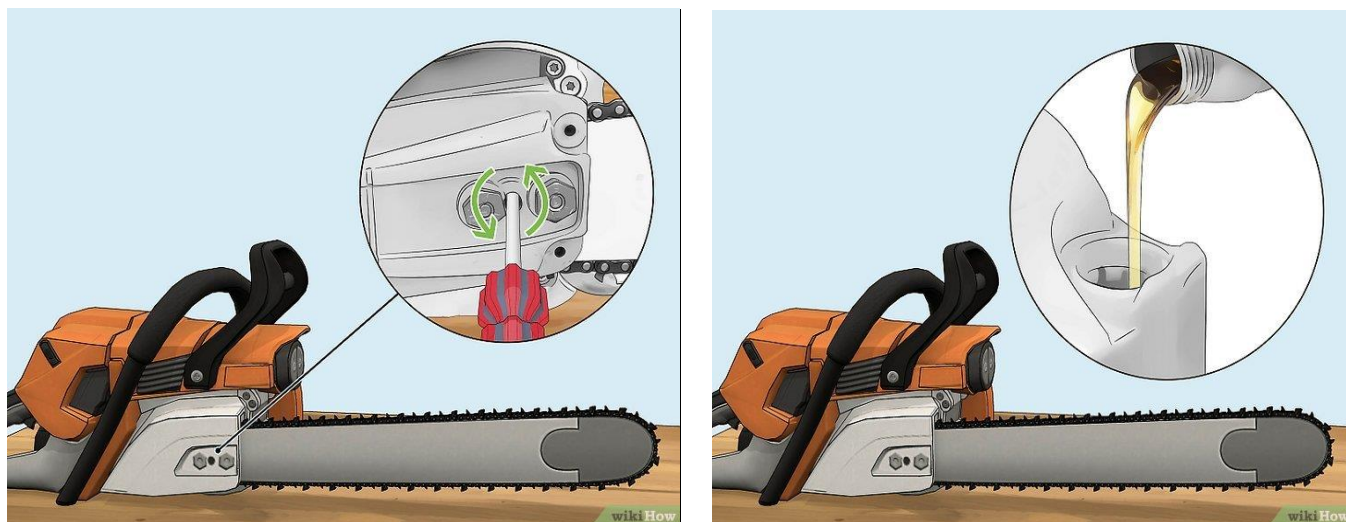


**Рис. 12. Правильний напрям ланцюга (А), та вільне провисання знизу шини (Б).**

Важливо знати! Частіше натяг вимагає новий ланцюг, так як він має властивість розтягуватися на початку експлуатації. Постійно перевіряйте натяг і за необхідності регулюйте. Так ви продовжите її термін служби і зменшите знос інших важливих деталей пили.

## Встановлення нового ланцюга на шину

4.2. Щоб замінити пильне полотно, слід вивільнити шину і зняти старий ланцюг. Для цього послаблюють кріплення кришки, яка утримує пиляльну гарнітуру, знімають ланцюг із зірочки та витягують оснастку. Новий ланцюг повинен мати такі ж розміри, як і старий. Його встановлюють на шину в поздовжній паз провідними ланками (рис 12 А). Вільний кінець ланцюга кріплять на зірочку. Обов'язково переконайтеся, що по всій довжині гарнітури ланки увійшли до пазу. Встановіть шину на штифт у місці кріплення до інструменту, а ланцюг на ведучу зірочку. Закрийте кришку і зафіксуйте шину. Для цього застосовуються гвинти або поворотний регулятор.



А) Б)  
**Рис. 13. Встановлення та натяг ланцюга, долив мастила.**

Використовуйте регульовальний гвинт, щоб привести ланцюг до необхідного натягу (рис 13А).

Правильне натягування ланцюга значною мірою впливає термін служби різальної гарнітури. Тому необхідно регулярно перевіряти його. Розтягування пиляльного ланцюга, особливо у нових пильних ланцюгів, навіть якщо він пройшов "витягування" на заводі. Тому регулярно контролюйте натяг ланцюга.

При використанні напрямних шин Carving пильний ланцюг слід натягувати трохи слабше. Тут має бути видно половину провідних ланок на нижній стороні напрямної шини. Це пов'язано з дуже малим радіусом вершини напрямної шини, який при сильному натягу ланцюга зазнає значних навантажень. Для всіх інших напрямних шин діє правило: якщо пильний ланцюг провисає на нижній стороні напрямної шини – пильний ланцюг необхідно підтягнути, але щоб не перетягнути орієнтуйтеся на рис. 12 Б. при регулюванні, все ж таки певне провисання (до 1,5 мм) допустиме.

**Порада:** щоб шина зношувалась рівномірно, рекомендується її перевертати – міняти місцями верхню та нижню частину. Орієнтуватися можна за написом на шині. Наприклад, якщо літери були розташовані правильно, при заміні напис має бути перевернутим.

**Крок 5. Пропорції масла до бензину.** Різні виробники допускають різну дозування масла. Наприклад, китайські виробники рекомендують змішувати бензин і масло в пропорції 1:25, у той час як ті ж STIHL та Husqvarna допускають у своїх пилах пропорції 1:50. Недостатня кількість мастила призведе до швидкого зносу поршневої групи, а надлишкова — до утворення нагару. Отримати правильне співвідношення для приготування бензиново-масляної суміші можна виходячи з наступних розрахунків: для відомих марок виробників співвідношення становить 1:40 чи 1:50. У перерахунку на літр бензину це 25 чи 20 мл мастила; для бензопил китайських виробників співвідношення 1:25 – 40 мл на 1 літр бензину.

## **Крок 6. Мащення ланцюга бензопили**

6.1. Перед початком роботи перевірте наявність достатньої кількості масла в баку.

6.2. Заповніть масляний резервуар шини вашої бензопили. Поверніть бензопилу на бік, щоб відкрити кришку масляного резервуару. Відкрутіть кришку та за допомогою воронки залийте масло для шини та ланцюга (рис. 13 Б). Закрийте ковпачок і щільно закріпіть його.

6.3. Слідкуйте за рівнем мастила в баку і доливайте його за потреби.

6.4. При роботі пили звертайте увагу на кількість мастила, яке витікає зі шлейфу. Якщо його виходить мало, збільшіть кількість, якщо ж витікає дуже багато, зменшіть подачу.

6.5. Після закінчення роботи очистіть ланцюг від забруднень та залишків мастила.

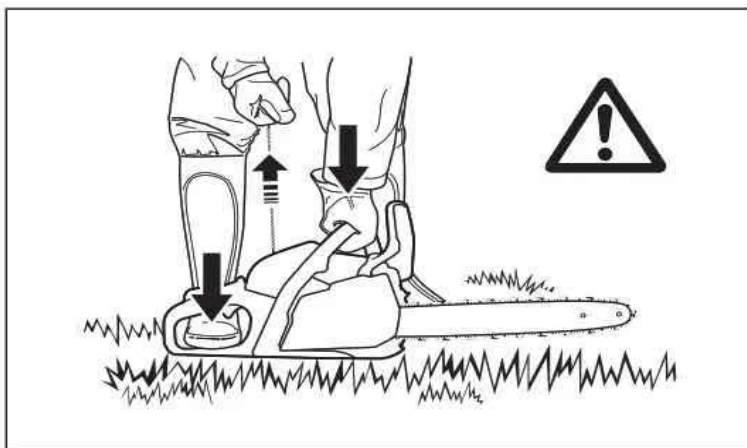
Масло для ланцюгових пилок є важливим елементом для безперебійної роботи та підвищення ефективності пилки. Для змащування ланцюгів бензопил слід використовувати спеціальну ланцюгове мастило, рекомендоване виробником. Правильне мастило ланцюга дозволить зберегти його в хорошому стані та продовжити термін служби шини.

### **Крок 7. Фінальна перевірка**

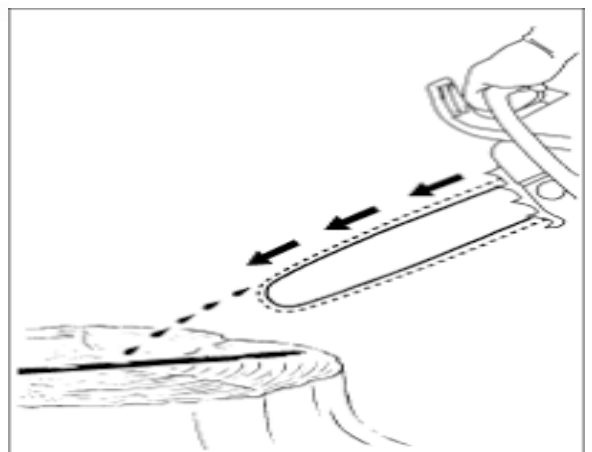
7.1 Перевірте натяг ланцюга. Ланцюг не повинен провисати знизу і при відтягуванні внутрішні зуби повинні виходити з паза шини не більше ніж на 4 – 6 мм (Рис 12).

7.2 Важливо переконатися й у тому, що ланцюг не перетягнутий. Для цього прокрутіть його вручну вздовж шини у напрямку обертання, як при пилянні. Якщо хід легкий, то ви зробили все правильно. Вважається, що краще мало не дотягнути ланцюг, ніж перетягнути його. У процесі роботи це швидко виявиться та відрегулюється. А ось тугий хід ланцюга помітний не відразу і згубно впливає на двигун.

7.3. Як тільки ви досягнули оптимального натягу, зафіксуйте всі елементи кріплення і запустіть інструмент. При запуску орієнтуйтеся на рис. 14 А, надійно утримуйте та фіксуйте інструмент. Дайте йому попрацювати на холостому ходу, без навантаження.



14 А)



14 Б)

**Рис. 14. Правильний запуск пили та перевірка мащення ланцюга.**

7.4. Наведіть шину ланцюга при роботі на рівну поверхню і перевірте змащення ланцюга - дрібні краплі на поверхні від мастила – це ознака того що мащення відбувається нормально (рис. 14 Б).

7.5. Заглушіть двигун і переконайтеся, що ланцюг не провис. Таким інструментом можна розпочинати роботу.

### **Питання до самопідготовки**

1. Опишіть будову класичної бензопили;
2. Назвіть основні параметри бензопили;
3. Опишіть основні етапи налаштування до роботи ланцюгових бензопил.

### **Звіт до роботи**

Усна та письмова відповідь.

## Практична робота № 11. Різновиди та будова гарнітури ланцюгових пил.

**Мета роботи:** Вивчення основних елементів пильної гарнітури ланцюгових пил..

**Знати:**

- будову та призначення елементів пильного ланцюга;
- будову та призначення та різновиди шин ланцюгових пил;
- методику обслуговування гарнітури ланцюгових пил;

**Вміти:**

- розрізняти робочі елементи та геометричні параметри пильного ланцюга;
- орієнтуватися в основних різновидах та будові шин ланцюгових пил;
- правильно готувати до роботи та обслуговувати гарнітуру ланцюгових пил.

**Обладнання та матеріали:** Робочий стіл, ланцюгова бензопила, гарнітура до пили (ланцюги, шини), штангенциркуль, рулетка, напилки, захисні рукавички.

### Теоретичні відомості

Основним робочим органом ланцюгової пилки є **пильна гарнітура** - комплект з шини (полотна) і замкненого в кільце металевого ланцюга, який з високою швидкістю рухається напрямною. Шина і ланцюг знімні, тому їх називають гарнітурою.

**Шина бензопили.** Основним параметром шини є її довжина. Від довжини шини залежить глибина пропилу: тим більше довжина шини, то товщі стовбури зможе розпиляти пила. Також є взаємозв'язок потужності і довжини шини: чим довше шина, тим зазвичай, потужніший апарат і навпаки.

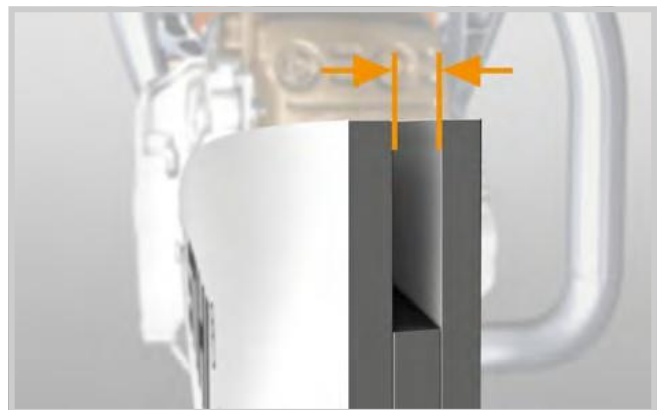
**Вузькі плоскі шини** підходять для непрофесійного використання на аматорських пилках. Для безпеки вузька шина поставляється в комплекті з низькопрофільним ланцюгом і практично не має зворотного удару. Для зменшення ваги використовуються **полегшені пустотілі шини**. Це зручно для експлуатації на висоті, даху чи нестійкій платформі.

Довжина шини повинна відповідати потужності пилки. Малопотужний двигун просто не зможе швидко обертати довгий ланцюг. Це загрожує підвищеною витратою палива і швидким зносом двигуна. У технічному паспорті вказано довжину, рекомендовану виробником. Її не можна перевищувати, зменшувати – можна.

Для побутової пили достатньо шини довжиною до 40 см, для промислової – до 75 см.



А)



Б)

**Рис. 1. Параметри шини ланцюгової пили: А) довжина шини; Б) ширина паза.**

По периметру шини пильної в ній виконаний паз для ланцюга, в який занурюються її ланки. Паз шини одночасно служить як транспортуючий канал для змащення ланцюга. Ширина паза співвідносить шину з відповідною моделлю ланцюга по товщині провідної ланки. Фірма STIHL виготовляє пильні шини з шириною паза 1,1, 1,3, 1,5, 1,6 та 2,0 мм.

Існують шини з знімними і незнімними наконечниками (головками) і пильними зірочками.

**Шини із змінними головками** застосовують при високому навантаженні, їх ставлять на потужні професійні бензопили. Їх краще купувати для бензопил, що використовуються регулярно (для будівельних бригад та комунальних підприємств) — при пошкодженні носика завжди можна докупити знімну насадку і поміняти. Якщо пила використовується нечасто (для заготівлі дров або обрізки дерев), то підійде суцільна шина. Зверніть увагу, що кожна бензопила дозволяє використовувати шини різного розміру (допустимі типорозміри вказані в паспорті) і різної конструкції.

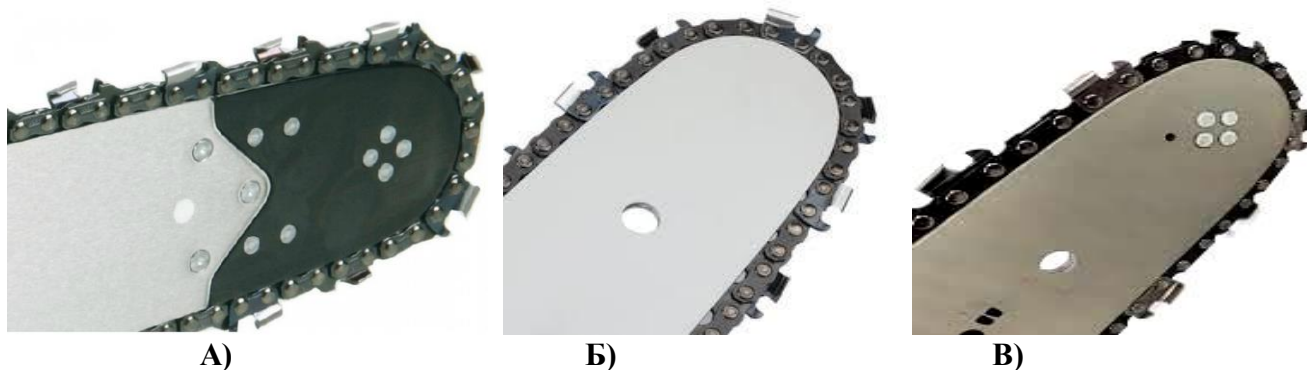


Рис. 2. Шини з змінним оголовником (А), з прямою зіркою (В) та без неї (Б).

### Варіанти шин бензопил від STIHL.

У 2021 році компанія Stihl зважилася на серйозний крок щодо виробництва лінійки шин: повний редизайн. Зміни піддається як зовнішній вигляд, а й найменування.

І слід пам'ятати, що на малопотужні пили встановлювати довгі шини протипоказано.

Як і пиляльні ланцюги, пиляльні шини фірми STIHL випускаються у двох базових варіантах: **Duromatic** та **Rollomatic** та додатковий варіант **Carving**.



Рис. 3. Модельний ряд шин від фірми STIHL

**Шини Duromatic** (латинське *durus* – твердий) виготовляються як монолітна деталь із легованої твердої сталі. Контур шини вирізаний лазером, паз шліфований у тілі шини. Ці шини пружні та особливо зносостійкі. Направляючі шини піддані поверхневому гартуванню із застосуванням індукційного нагріву (це відноситься до всіх шин STIHL), оголовник шини армований твердосплавними накладками. Шини Duromatic застосовуються на пилах великої потужності для валки та розкрязування та на лісозаготівельних підприємствах.

**Шини Rollomatic** мають провідну напрямну зірочку, яка визначає крок відповідного пиляльного ланцюга, з якого можна використовувати шину.

Зірочка змонтована в оголовнику шини на підшипнику, ведена зірочка спрямовує пильний ланцюг навколо кінця шини. Завдяки веденій зірочці знос оголовника значно менше, ніж у шин Duromatic. Підшипник веденої зірочки не вимагає спеціального обслуговування, оскільки закритий з двох боків тонкими сталевими пластинами, що захищає його від бруду. Для його мастила достатньо мастила ланцюга, що знаходиться в пазі шини.

Шини Rollomatic забезпечують більшу швидкість руху ланцюга і, відповідно, більшу швидкість різання, оскільки втрати на тертя менші, ніж у шин Duromatic.

**Шина Carving.** Окремим видом пильних шин, виконаних за технологією Duromatic, є шини Carving, що мають сильно звужену форму і маленький оголовник. Це спеціальна коротка шина (біля 30 см) для фігурного випилювання (зокрема, невеликих радіусів за допомогою головки шини), а також для догляду за деревами. Має дуже низьку віддачу завдяки невеликій голівці.

Ці шини можуть використовуватися тільки з пиляльними ланцюгами Rapid Micro Spezial.

#### **Пильний ланцюг.**

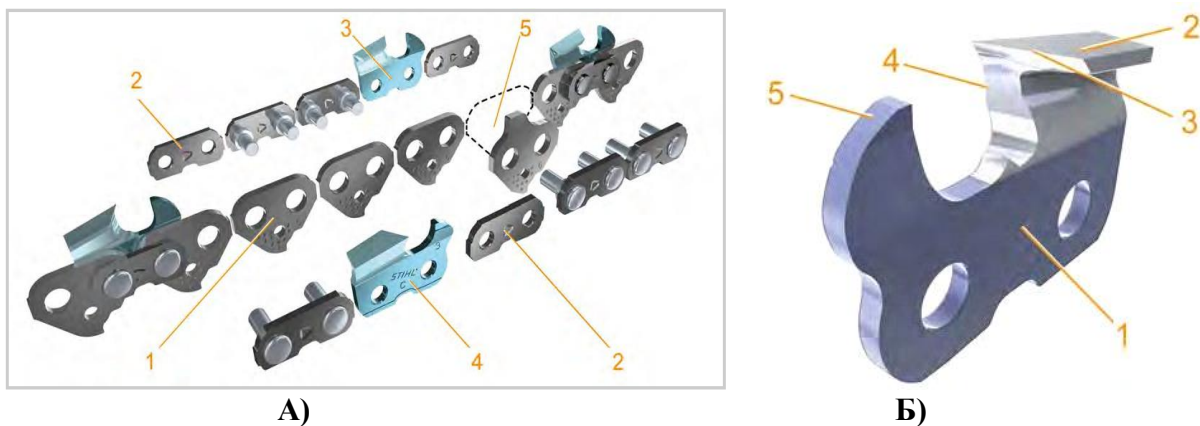
Пильні ланцюги є як правило триланковими і завжди збираються за однаковою базовою схемою. Вони відрізняються формою різців і розмірами окремих ланок.

Пиляльний ланцюг складається з наступних елементів:

- **Напрямні ланки (хвостовики);**
- **Сполучні ланки;**
- **Робочі ланки (ріжучі зубці, праві та ліві).**

Сполучні ланки з'єднують провідні та робочі ланки.

Також ріжучі зубці мають ще і додатковий обмежуючий зубець, що регулює товщину шару деревини що зрізється за один прохід. Нижня частина провідної ланки називається хвостовиком. Між сполучними ланками є канали, в які потрапляє мастило.



**Рис. 4. Будова ланцюга (А) та різального зубця (Б)**

**Пиляльні ланцюги** (Рис 4 А) складаються з ведучих ланок (1), стяжних стрічок (2), лівих різців (3) і правих різців (4). Пильні ланцюги з низькою віддачею мають вигнуту ведучу ланку (5) і позначаються цифрою 3 у своєму позначенні, напр. 36 RS3.

**Різець** (Рис. 4 Б) складається з корпусу зуба (1), обмежувача глибини (5) і верхньої пластини (2) з ріжучою кромкою бічної пластини (4) і ріжучою кромкою верхньої пластини (3).

Ріжучі кромки бічних і верхніх пластин розташовані під заданим кутом по відношенню один до одного; це критично важливо для оптимальної продуктивності різання. Кут виходить автоматично при дотриманні точних кутів заточування.

Налаштування обмежувача глибини визначає висоту, на якій фреза входить у деревину, а отже, і товщину видаленої стружки. У цьому процесі ріжуча кромка верхньої пластини піднімає стружку з нижньої частини різку, а бічна ріжуча кромка відокремлює стружку від стінки різку.

Налаштування обмежувача глибини визначає висоту, на якій фреза входить у деревину, а отже, і товщину видаленої стружки.



А)

**Рис. 5. Принцип роботи пильного ланцюга та обмежувача глибини різку.**

Товщину шару що знімається за один прохід ріжучого зуба регулює обмежувач глибини. За глибиною різання пили поділяються на два види – високо та низько профільні.

#### **Глибина різання та висота профілю ланцюга.**

Ще один фактор, який характеризує ланцюг пилки, це висота профілю яка вказує на глибину різання пилки. Ріжуча ланка (Рис 4 Б) складається з ріжучого зуба та обмежувача глибини. Різниця по висоті між верхньою частиною обмежувача глибини та ріжучою кромкою є глибиною різання. Отже, товщина стружки дорівнює цій різниці по висоті (Рис 5 А).

#### **Існує два види профілю:**

- 0,025” (0,635 мм) – *низькопрофільний ланцюг*;
- 0,03” (0,762 мм) – *високопрофільний ланцюг*.

Ця інформація також має бути прописана в характеристиках пили (часто просто вказуються марки ланцюгів, які підходять, а вони вже відповідають потрібному розміру).

Відстань обмежувача глибини встановлюється залежно від кроку ланцюга. Нормою вважається відстань від 05 до 08 мм, в середньому 06 мм. Збільшення цього показника призводитиме до сильної віддачі та вібрації під час роботи пилкою. Наслідком занижених значень буде падіння продуктивності пиляння.

**Професійні бензопили не завжди мають високопрофільні ланцюги, але побутові – завжди оснащуються низькопрофільними варіантами.** І якщо з низькопрофільними типами все ясно, то високий профіль вимагає роз'яснення. Він робить ланцюг високопродуктивним, але підвищує вібрацію і агресивність ланцюга. В свою чергу сильна вібрація не дасть працювати з пилкою тривалий час. Ось тут розробники і зробили хитрість, вони для збереження низької агресивності, враховують і крок ланцюга. Адже якщо крок буде більшим (а це спричиняє вібрацію) і профіль високим (це також підвищує вібрацію), то в результаті пила хоч і різатиме швидко, але стане просто незручною для тривалих робіт. І баланс цей зберігається шляхом вибору двох максимально ефективних параметрів. *Тобто, якщо крок великий – профіль вибирають низький, якщо менший крок – можна використати високий профіль.* Таке врівноваження дозволяє бензопилі працювати менш агресивно та ефективно одночасно. Але сказати який ланцюг

краще (з великим профілем і малим кроком або малим профілем і максимальним кроком) складно, це все залежить від деревини, умов роботи і до кожного випадку все індивідуально.

Ланцюги різних виробників можуть сильно відрізнятися формою зубів. Існують три основні конфігурації зубів – **чиперна**, **чизельна** та **напівчизельна**. Але є також різці інших форм та геометрії.



**Рис. 6. Чипперна та чизельна форма зубців**

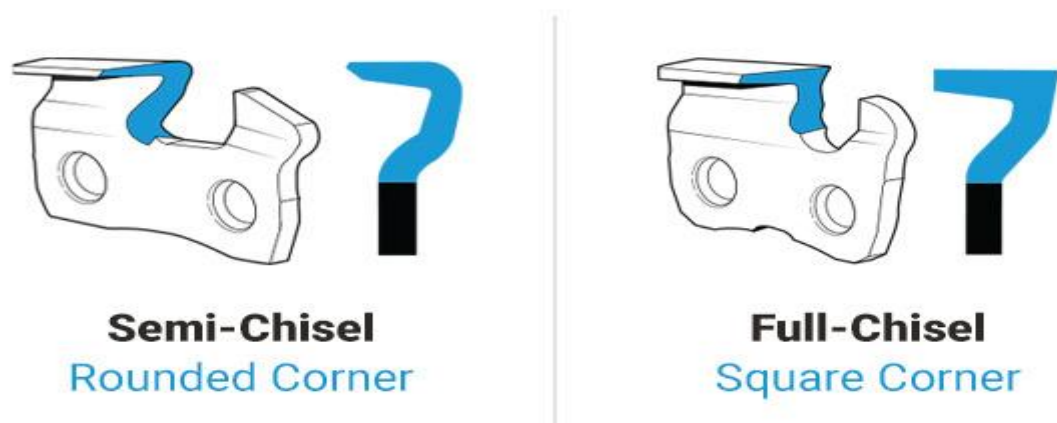
**Чіпперні** (повздовжні). У них ріжуча кромка з вигином (Рис 6). У розрізі цей тип нагадує серп, від чого цей профіль отримав ще два популярні імені - "**серп**" і "серпоподібний тип". Такий ланцюг універсальний. Тобто його можна використовувати для поздовжнього розрізу деревини, так і в поперек волокон. Чіпперний тип ланки набагато легше переносить забруднення, а при заточуванні, не потрібно занадто точно дотримуватися кутів.

Чіперні ланцюги переважно встановлюють у стаціонарних верстатах, на пилорамах.

**Чизельні** (поперечні). Їхня особливість — це висока продуктивність при поперечному різі.

У розрізі він нагадує **цифру 7**, що й дало йому народну назву «**сімка**». Такий профіль вважається найоптимальнішим для швидкої та якісної роботи. Чизельний ланцюг легко вгризається в деревину, особливо поперек волокон. На професійних пилах саме чизельний тип зустрічається найчастіше.

Але **найбільший мінус** чизельного зуба, це складність заточування даних різальних ланок. А при найменшому відхиленні від правильних кутів повністю втрачається всю перевага чизеля. Інша проблема таких ланок, чутливість до бруду, піску, що під час роботи з деревиною завжди актуально. Чизельні ланцюги ріжуть набагато ефективніше, але вони також тупляться набагато швидше. Як правило, їх краще зберігати для м'якої, чистої, свіжої деревини.



**Рис. 7. Варіанти форми робочого зуба.**  
**Semi-Chisel Rounded Corner** - напівчизельний з заокругленим кутом;  
**Full-Chisel Square Corner** - чизельний зуб з квадратним кутом.

**Напівчизельні** ланцюги мають дещо інший профіль порівняно з чизельними. Дивлячись спереду, можна побачити, що кут верхньої пластини має квадратний край на чизельному та закруглений кут на напівчизелі. **Напівчизельні леза є найпоширенішими та найбільш універсальними.** Вони добре працюють у різних умовах різання, включаючи тверду або м'яку деревину та при наявності бруду.

Також можливі інші різновиди та комбінації форми зубців, як напівчизельний, з квадратним шліфуванням тощо. Виробники та майстри часто експериментують з формою зубців та їх заточкою шукаючи найкращі співвідношення стійкості, чистоти різа та продуктивності.



**Рис. 8. Основні види заточки зубців.**

**Round Tooth Round Grind** – круглий зуб, кругле шліфування (чипперний);

**Square Tooth Round Grind** – квадратний зуб, кругле шліфування (чизельний);

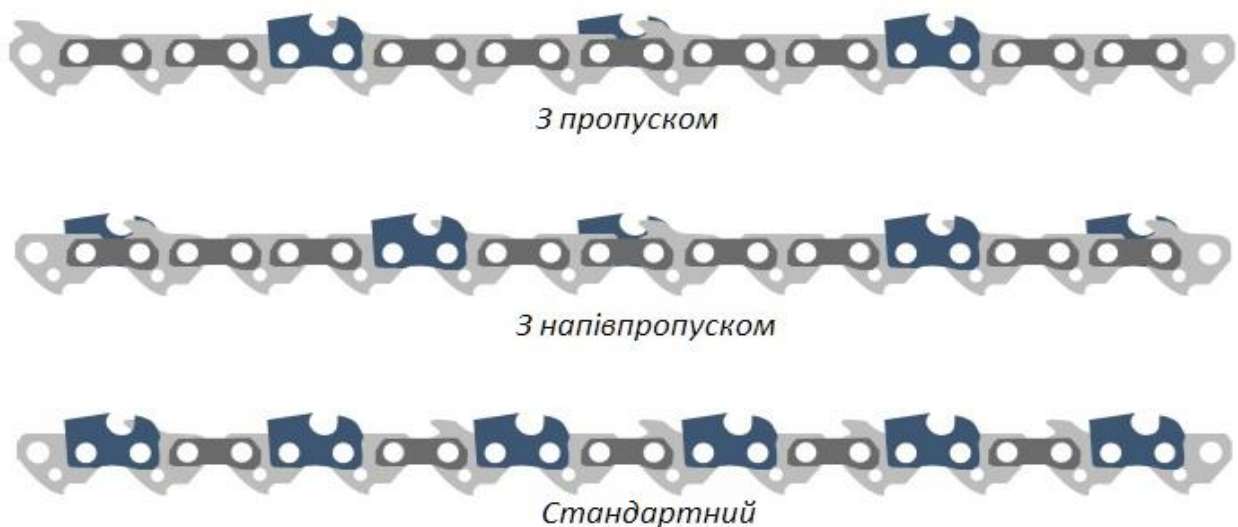
**Square Tooth Square Grind** – квадратний зуб, квадратне шліфування.

#### **Типи пилкових ланцюгів**

За кількістю робочих (ріжучих ланок) та їх розташуванню, ланцюги поділяються на:

- стандартні;
- з пропуском;
- та напівпропуском.

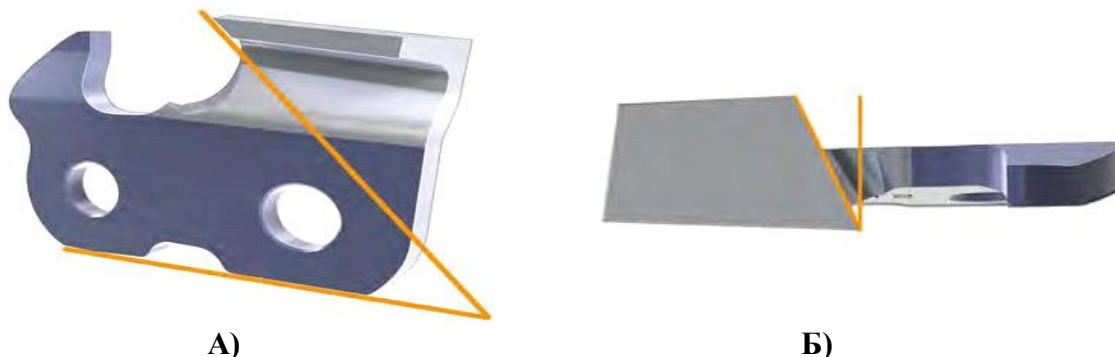
Ланцюги з пропуском чм напівпропуском (позначення на пилах **"Skip-Tooth"**) мають проміжки між зубами, що робить його придатними для роботи із забрудненою або смолистою деревиною. *Пропуск зубів зменшує забивання ланцюга.*



**Рис. 9. Різновиди ланцюгів по кількості та розташуванню робочих ланок.**

**Стандартні ланцюги** є найпоширенішими, і їх можна знайти на більшості споживчих бензопил. Ланцюги з **напівпропуском** відрізняються тим, що залишають більше простору між ріжучими ланками, а з **пропуском** – ще більше.

Ця конструкція призначена для великих потужних ланцюгових пил, щоб забезпечити більше місця для викиду деревної стружки з полотна пилки. Вони не такі поширені, і насправді не мають сенсу, якщо ви не використовуєте дуже потужний тип бензопили.



А) Б)  
Рис. 10. Передній кут (А) та кут загострення ріжучого зубця (Б).

#### Поздовжній та поперечний тип загострення.

Ще один важливий параметр, це класифікація ланцюгів щодо способу розпилювання деревини. **Ланцюги поздовжнього типу** призначені для розпилювання деревини вздовж волокон, **ланцюги поперечного типу** – для розпилювання впоперек.

Різниця опору деревини у двох випадках різні і для роботи потрібні різні кути. Впоперек – кут загострення (Рис. 10 Б) 25-35 градусів, для поздовжнього пиляння - 10-15 градусів.

Передній кут (Рис.10А) 25-35 градусів – для поперечного пиляння; 5-15 градусів – для поздовжнього розпилу.

Ці характеристики можна і прочитати на ланцюгу і побачити навіть неозброєним поглядом на самих зубах. До речі, кожна порода деревини теж обробляється під своїми певними кутами, які найкраще виконують різання, тому варто в цих параметрах окремо розібратися, як професійно працювати з деревиною.

Але бензопили найчастіше використовують для поперечного розпилу. Якщо пиляти вздовж, то це найчастіше робиться циркулярною пилкою, яка ефективніша для цього. І саме тому попит на ланцюги поздовжнього типу такий мізерний, що й ринок не надто займається їх розробкою. Тому навіть знайти на ринку ланцюг поздовжнього типу дуже важко.

#### Хід роботи

##### Обслуговування напрямної шини.

Напрямна шина схильна до зносу особливо в тій зоні, якою найчастіше виконується різання, це як правило, нижня сторона шини (рис 11Б). У напрямних шин без напрямної зірочки на головці шини (шини Dugomatic) також виникає сильне навантаження на головку під час розвороту.

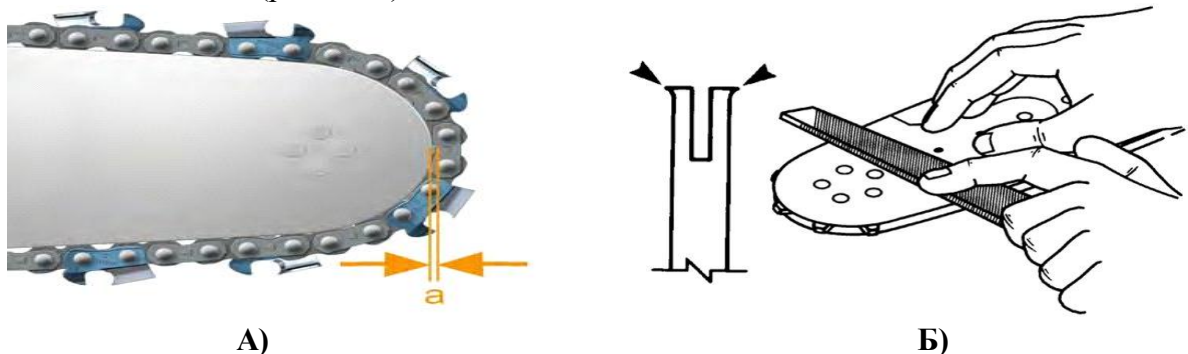


А) Б)  
Рис. 11. Прочистка пазу шини, виявлення глибини та стану зношення.

**Крок 1. Перед кожним монтажем напрямної шини та пильного ланцюга:**

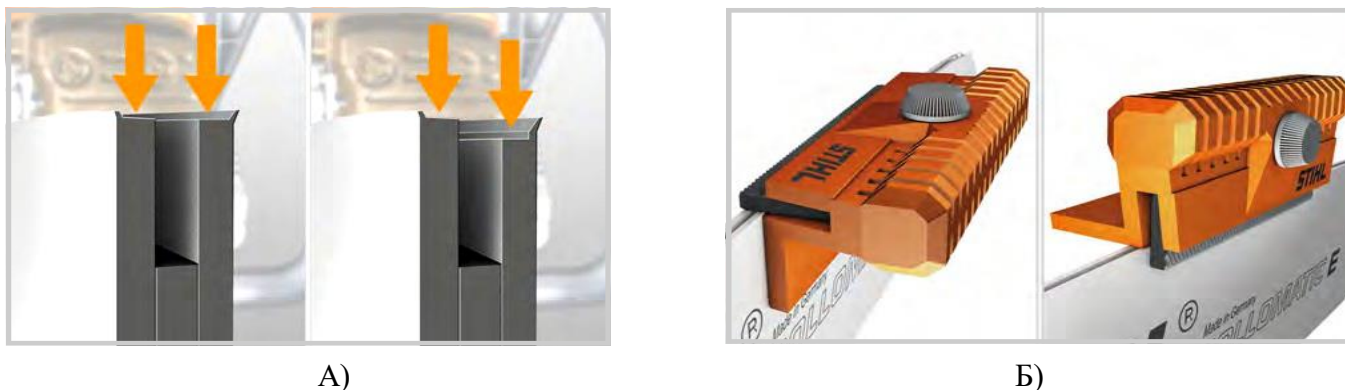
а) Почистити вхідні отвори для мастила та паз шини – для цього підходить чистячий виступ (очисник пазів) на шаблонах для заточування (рис 11А);

б) Перевірка глибини паза. Перевірити стінки паза шини на наявність задирок і видалити їх; В результаті зносу стінок паза шини на них зовнішніх кромках утворюються задирки (рис. 11Б). Ці задирки можна видалити плоским напилком (рис. 12 Б) або приладом для редагування напрямних шин STIHL (рис. 13 Б).



**Рис. 12. Перевірка зазору між ланцюгом та шиною та правка заусенів напилком**

**Крок 2. Перевірити напрямну зірочку шини Rollomatic.** Між пильяльним ланцюгом та її голівкою має бути інтервал «а» (рис.12 А). Якщо пильний ланцюг прилягає до голівки шини, то зубці напрямної зірочки зносилися або ушкодився підшипник зірочки.



**Рис. 13. Рівномірний та не рівномірний знос шини та його правлення**

**Крок 3. Вирівняйте нерівномірний знос шини.** Якщо стінки паза мають неоднаковий знос, то при невеликій різниці їх також можна вирівняти приладом для редагування шин STIHL (рис. 13 Б). Важливо, щоб потрібна мінімальна глибина паза після обробки не була перевищена (табл.1).

**Табл. 1. Мінімальна глибина паза шини відносно кроку ланцюга**

<b>Крок ланцюга</b>	<b>Мін. глибина пазу</b>
1/4", 1/4" P	4 мм
3/8" P	5 мм
3/8", 325"	6 мм
404"	7 мм

**Причини зношування на напрямній шині.** На стан напрямної шини, перш за все, тривалий негативний вплив має *слабко натягнутий пильяльний ланцюг*. Якщо це виявлено вчасно, можна вжити заходів протидії найсильнішому зносу, а саме:

- Перевертати шину так, щоб обидві сторони по можливості зношувалися рівномірно;
- Правильно і вчасно замінювати та заточувати ланцюг;
- Вчасно проводити профілактику ( вирівнювати стінки паза шини, знімати заусені).

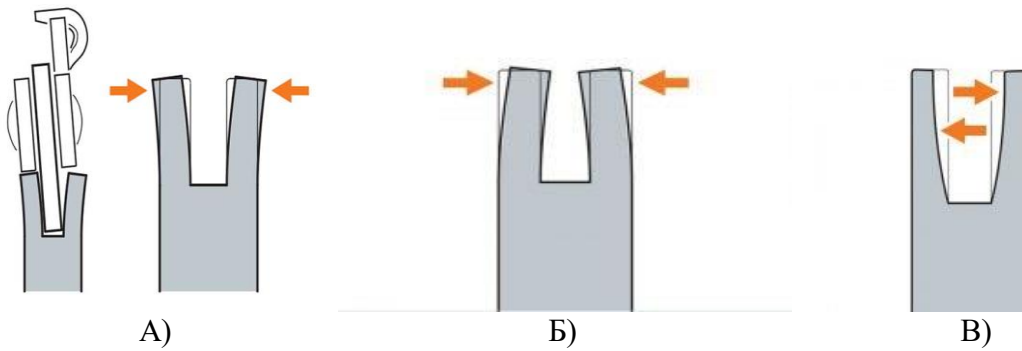


Рис. 14. Деформації та зношення направляючої частини шини.

**Крок 4. Розгляньте та виправте також наступні несправності шини:**

а) Розширені стінки паза (рис 14А). В результаті ланцюг сидить вільно в пазу, що приводить до високого зносу поверхонь ковзання ланцюга. Причиною є черезмірне прикладання зовнішньої сили, наприклад, у разі заклинення. Для усунення дефекту необхідно обтиснути стінки паза. Існує небезпека утворення тріщин.

б) Звуження пазу шини (рис 14Б). В результаті відбувається затиснення ланцюга. Причиною можуть бути зовнішні сили, наприклад, якщо ріжуча гарнітура затиснута у різі. Для усунення необхідно розширити паз шини. Також є небезпека утворення тріщин.

в) Зношений паз шини має клиноподібну форму. При роботі відбувається зношення ланцюга. Причиною є природний знос. Необхідно замінити ланцюг, шину, зірочку. Якщо замінюється лише одна з цих деталей, вона знову швидко зношується.

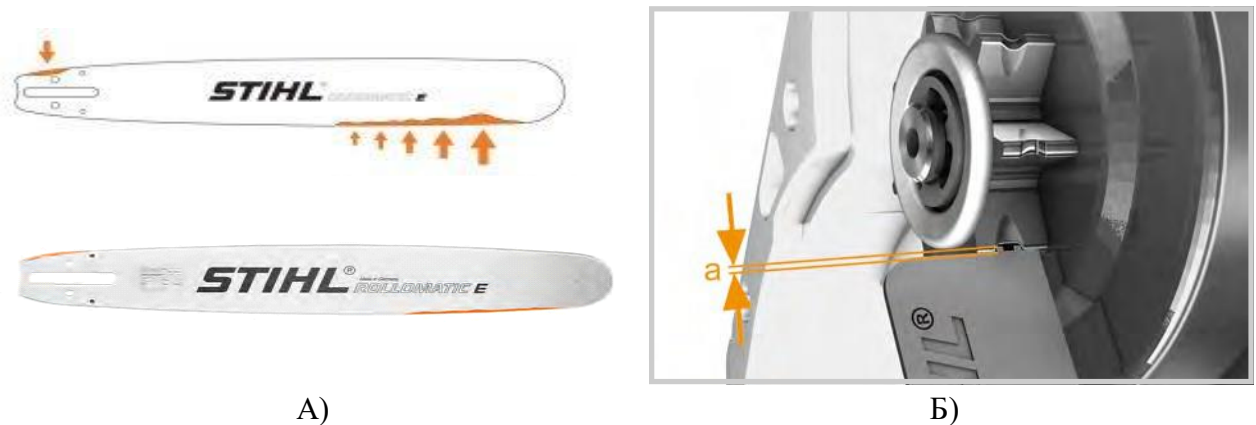


Рис. 15. Зношення шини та ведучої зірки

**Крок 5. Огляньте поверхню шини що вказана червоним на малюнку 15 А.** Якщо стінки паза напрямної шини в цих зонах загнуті, а нижня сторона шини хвиляста – це говорить про те що пильний ланцюг тривалий час був слабо натягнутий. При подальшому використанні такої напрямної шини швидко збільшується знос як шини так і пильного ланцюга. Щоб усунути дефект вирівняйте стінки паза. Якщо пошкодження достатньо сильне, необхідно замінити всю гарнітуру.

**Крок 6. Огляньте ведучу зірку (рис 15 Б).** Сильно зношена зірка веде до сильному зносу ланцюга і напрямної шини. Тому цю деталь також необхідно регулярно перевіряти. Якщо заглиблення в зірочці 0,5 мм і більше, то досягнуто межі зносу і зірочку необхідно замінити.

**Питання до самоконтролю:**

1. Назвіть основні різновиди шин ланцюгових пил;
2. Опишіть будову класичного пильного ланцюга, цю основні елементи;
3. Назвіть характеристики за якими поділяються ланцюги, їх основні параметри та види.

**Звіт до роботи**

Усна та письмова відповідь.

## Практична робота № 12. Заточка ріжучого інструменту ланцюгової пили.

**Мета роботи:** Набути практичного досвіду обслуговування та загострення ланцюгових пил.

**Знати:**

- основні параметри для заточування пильного ланцюга;
- принцип різання пильного ланцюга та поверхні для заточування;
- методику загострення та підготовку до роботи ланцюгових пил;

**Вміти:**

- визначати стан готовності до роботи пильного ланцюга;
- орієнтуватися в основних робочих параметрах пильного ланцюга;
- правильно готувати до роботи пильні ланцюги.

**Обладнання та матеріали:** Робочий стіл, бензопила, гарнітура до пили (ланцюги, шини), штангенциркуль, напилки, шаблони, пристосування для заточки, захисні рукавички.

### Теоретичні відомості

Під час різання важливо, щоб ланцюг був гострим. Бо навіть із найпотужнішою пилкою робота йтиме повільно та складно. Затуплений ланцюг вимагає надмірної сили та сприяє швидкому зносу всьєз пили. Крім того, тупий інструмент призводить до втоми оператора, знижуючи увагу та підвищуючи ризик нещасного випадку.

Якщо правильно описати принцип роботи пили, то треба сказати, що ланцюг насправді не пиляє, а строгає. Ріжучі зубці, як рубанок, знімають із деревини стружку. Тому, якщо ланцюг гострий, стружка смужками вилітає з розрізу. Тупий ланцюг викидає тільки дрібну тирсу, в деревину не заглиблюється, а шину пили треба надмірно навантажувати. Якщо ланцюг дуже тупий, він нагрівається в місці розрізу починає диміти і горіти.

**Причини затуплення ланцюга.**

Ланцюг тупиться від інтенсивної роботи, якщо ріжуча частина зачіпає землю, пісок, гравій - це завдає сильної шкоди пильному полотну.

Багато користувачів на ранніх стадіях не помічають зміни у роботі пилки, погіршення якості пиляння. Це найчастіше призводить не тільки до падіння продуктивності, але й до руйнування прямої шини та її елементів. Погіршення заточування зменшує термін служби інструменту вцілому, тому за гостротою ланцюга слід стежити.

Працювати пилкою із затупленим ланцюгом не можна, тому що це створює зайве навантаження на двигун, підвищує витрату палива та прискорює знос вузлів бензопили.

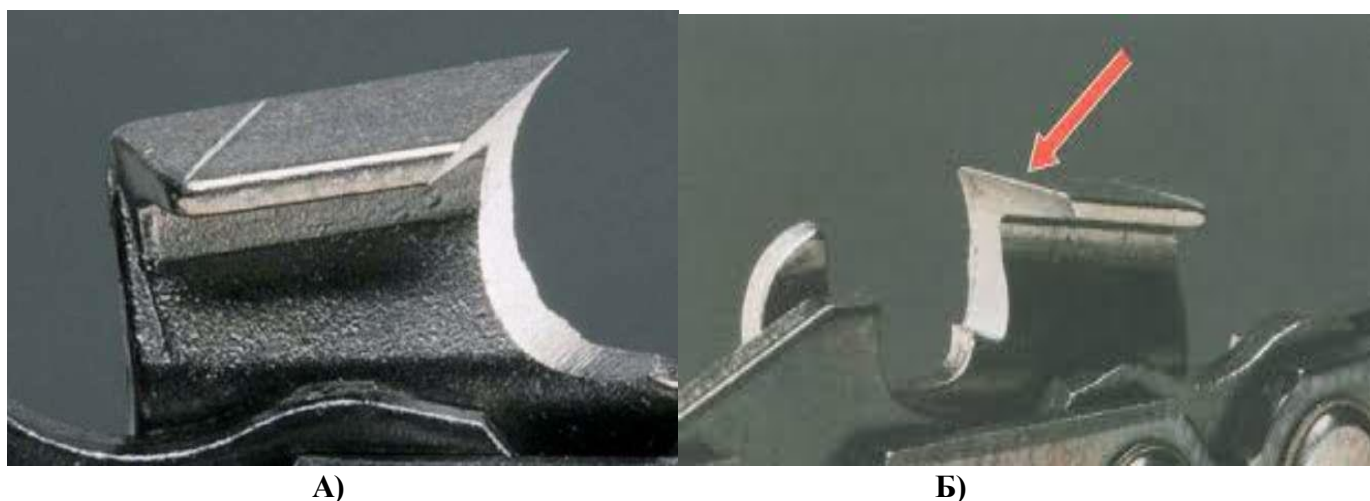


Рис. 1. А) Гострий зуб (з насічкою – підказкою кута заточки). Б) Затуплений зуб.  
(стрілкою вказана блискуча ріжуча кромка).

Якщо в процесі роботи пилкою стружка, що випадає, стала більш дрібною, шина погано заглиблюється в деревину, оператору доводиться з силою натискати на інструмент для здійснення пропилюв - все це говорить про те, що зуби пильного ланцюга затупилися і вимагають заточування.

Погіршення в роботі пили помітити не складно, після чого слід якомога раніше приступити до заточування ланцюга. В процесі роботи відбувається неминуче затуплювання ріжучої кромки, це можна помітити візуально – блискучу смужку на ріжучій кромці показаною червоною стрілкою (рис. 1 Б).

Зліва на рис. 1 А ми бачимо загострений зуб пили. Він не має відблиску на ріжучій кромці. Також слід звернути увагу на риску – підказку (рис. 1 А), кут під яким треба точити зуб.

Працюючи з пилкою ви швидше за все самі зрозумієте, що ланцюг треба точити.

#### Основні ознаки затуплення:

- Ланцюг не втягується в розріз, його потрібно змусити різати, застосовуючи тиск до шини.
- При розпилюванні з пропилу виходить дрібна тирса, а не груба товста квадратна стружка.
- Димить у розрізі, навіть якщо змащення ланцюга в порядку та натяг ланцюга правильний.
- Різ зміщується в одному напрямку. Це вказує на тупі різці з одного боку ланцюга або неправильну довжину різців.
- Під час різку пилка «гуркотить» і «підстрибує». У цьому випадку необхідно перевірити налаштування глибиноміру.

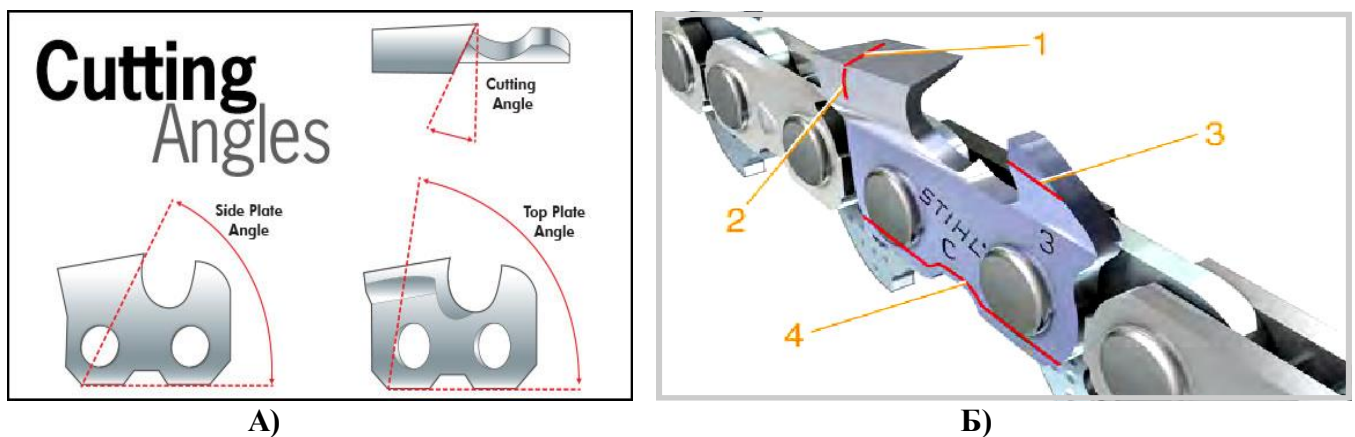


Рис. 2. Куті різання зубця ланцюгової пили (А); маркування обслуговування та зносу пильного ланцюга (Б).

Щоб привести ланцюг у робочий стан самостійно, необхідно знати особливості геометрії різальної частини пиляльного полотна, розуміти нюанси заточування та мати під рукою потрібний інструмент.

При заточуванні вам буде треба врахувати параметри *трьох* основних кутів: **top plate angle** – кут верхньої пластини, **side plate angle** – кут бічної пластини,; **cutting angle** – кут різання (Рис 2А).

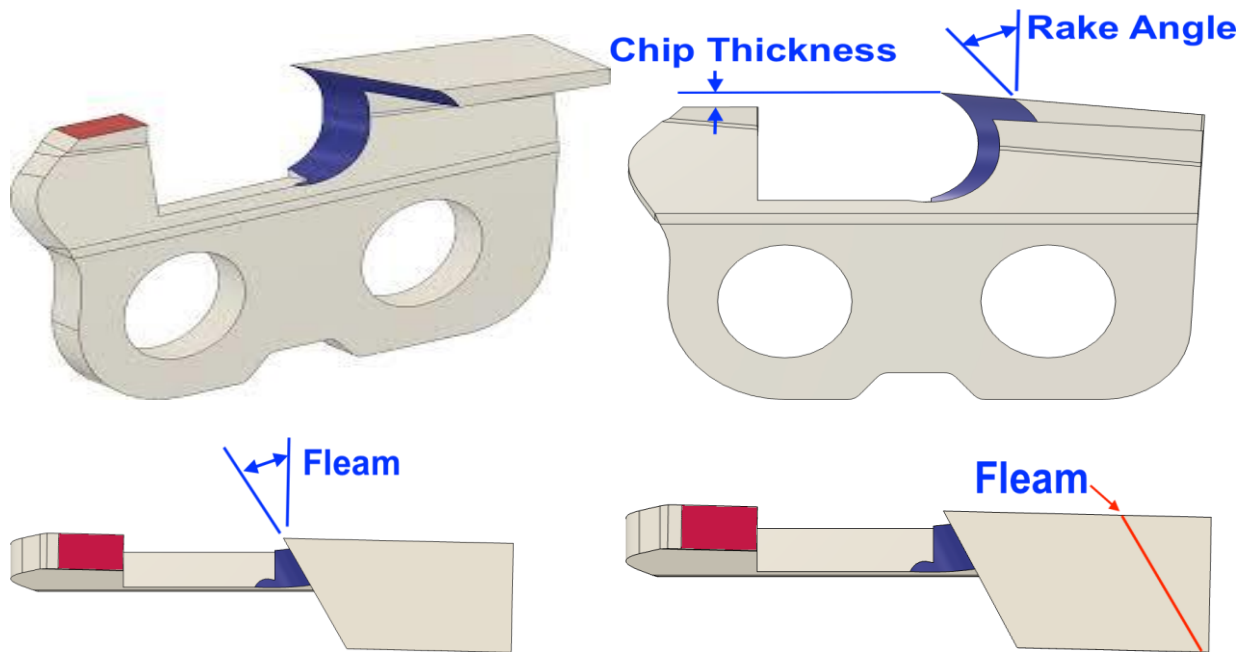
Як правило всі пильні ланцюги мають маркування обслуговування та зносу, що спрощує повторне заточування та дозволяє контролювати швидкість зносу (Рис 2 Б):

1) Кут різання: Маркування для правильного кута ріжучої кромки верхньої пластини та мінімальної довжини різця. Ланцюг необхідно замінити, якщо ця позначка досягнута під час заточування.

2) Кут бічної пластини: Позначення правильного кута бічної пластини та мінімальної довжини різця.

3) Глибиномір: Розмітка для правильного кута глибиноміру та перевірка зносу. Контур глибиноміра необхідно підпилювати паралельно цій мітці.

4) Носок і каблук: Контрольне маркування зносу на нижній частині фрези (поверхні). Рівномірний знос паралельно до маркування вказує на нормальний знос ланцюга.



**Рис. 3 Поверхні, розміри та кути що обробляються при заточуванні.**  
**rake angle-** передній кут, **chip thickness** - товщина стружки.

Поверхні що обробляють позначеної синім кольором на рис. 3. Часто також потрібен плоский напилек, щоб зменшити розмір обмежувального зуба. Це показано на малюнку червоним.

Верхівка пилкових ланцюгових ножів має лінію під кутом (рис 3 Fleam), яка використовується для позначення рекомендованого виробником кута загострення.

Однією з головних переваг зубчастого ланцюга є те, що його можна заточити за допомогою круглого напилка. Винятком з цього правила є твердосплавні ланцюги STIHL, які називаються «**Duro**». Вони особливо стійкі до зношування, а їхні надзвичайно тверді ріжучі кромки потрібно заточувати за допомогою спеціальних алмазних шліфувальних кругів. Усі інші пильні ланцюги можна порівняно легко заточити за допомогою відповідних інструментів і правильної техніки.

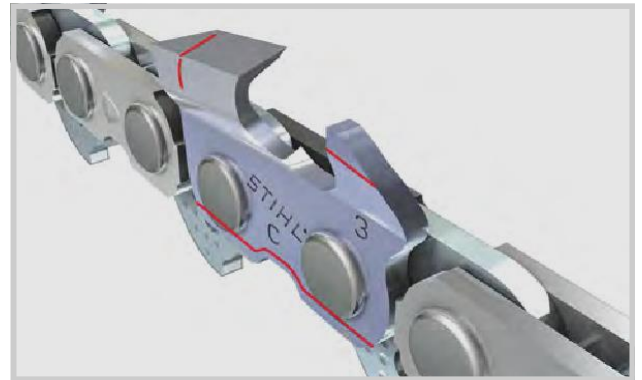
### Хід роботи

**Крок 1.** Почніть з ретельного очищення ланцюга пили. Одночасно слід оглянути ланцюг на наявність ознак пошкодження. негайно замініть пошкоджені або зношені частини.

Якщо полотно бензопили забруднилося смолою та нагаром, його можна занурити в розчин для очищення карбюратора, або будь який інший розчинник (бензин, уайт спірит, керосин) а потім почистити щіткою (рис. 4 А).. Можна скористатися спреями-очищувачами для того ж карбюратора (в аерозольному балоні).



А)



Б)

**Рис. 4. Очищення ланцюга пилки**

Очищення ще потрібно для того щоб ви могли бачити маркування та контрольні риси на пильному ланцюгу (рис. 4 Б).

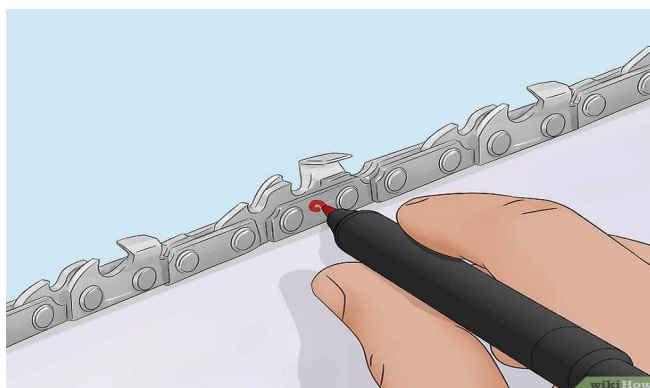
**Крок 2.** Затисніть шину в лещатах (рис. 5 А) і щоразу, коли ви будете точити зуб, активуйте гальмо ланцюга. В польових умовах можна затиснути шину між колінами. Закріплення бензопили догори дном на робочій поверхні часто полегшує доступ до ланцюга.



А) Б)  
**Рис. 5. Фіксація пили в лещатах та натягування ланцюга.**

**Крок 3.** Перед заточкою бажано натягнути ланцюг більше, ніж під час звичайного різання (Рис. 5 Б). Зубці міцно сидітимуть на шині під час шліфування і нікуди не відхилиться. Після заточування відновіть нормальний натяг ланцюга.

**Крок 4.** Знайдіть найкоротший різець та позначте його маркером (рис 6А). Для цього використовуйте штангенциркуль (рис 6Б). Усі інші різці в ланцюзі мають бути однакової довжини, інакше пилу під час роботи буде вести у бік. Також можна вибрати пошкоджений різець, який найбільше потребує переточування. Починати заточування потрібно саме з нього, а потім заточити всі інші різці на ту саму довжину.



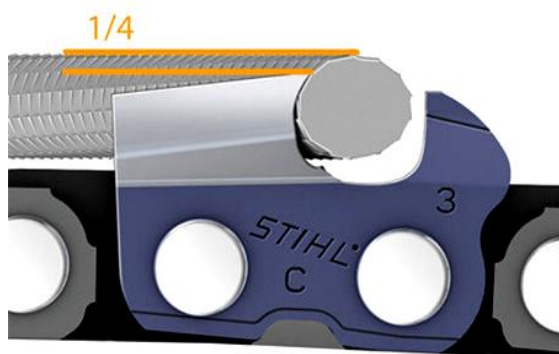
А)



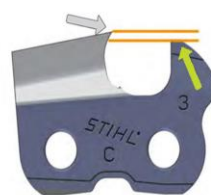
**Рис. 6. Знаходження найкоротшого різця та його позначення.**

**Крок 5.** Для заточки ланцюга використовуйте круглий напилек діаметром, вказаним виробником. Перед заточуванням ланцюга необхідно дізнатися його параметри, тому що напилек підбирається залежно від ланцюга. Діаметр напилка залежить від кроку ланцюга з розрахунку: Крок/діаметр напилка: 1/4" 5/32" 4 мм; 0,325" 3/16" 4,8 мм; 3/8" 13/64" 5,2 мм; 0,404" 7/32" 5,5 мм.

Якщо ви користуєтеся продукцією STIHL можна зробити, встановивши крок вашого ланцюга, який можна знайти у вигляді невеликого числа, позначеного на глибиномірах. Це невелике число вказує, який діаметр напилка підійде до ланцюга при використанні таблиці перерахунку STIHL, як показано на зображенні нижче.



A)



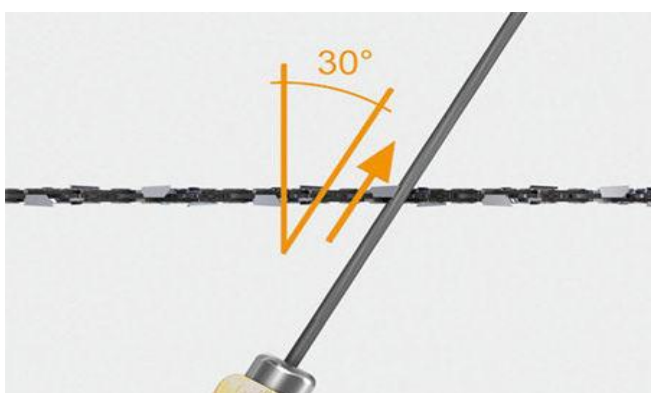
B)

### STIHL CONVERSION TABLE

Depth gauge marking	Alternative depth gauge marking	Chain pitch	Round File Ø
1	1/4	1/4"	4,0 mm
2	325	.325"	4,8 mm
3	3/8	3/8"	5,2 mm
4	404	.404"	5,5 mm
6	P, PM	3/8" Picco	4,0 mm
7		1/4" Picco	3,2 mm

Рис. 7. Рекомендації STIHL для підбору напилка потрібного розміру.

1,2,3,4,5,6,7 – маркування на хвостовику ланцюга, далі відповідно крок ланцюга та відповідний йому діаметр напилка в мм.



A)



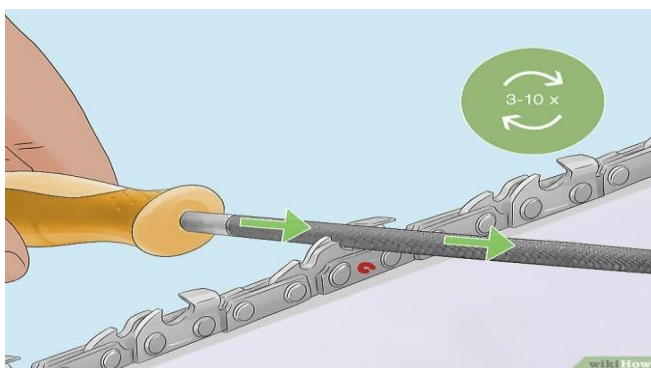
B)

Рис. 8. Дотримання кутів при заточуванні ланцюга

**Крок 6.** Переходимо до заточування. Розташуйте напилк так, щоб кут між перпендикуляром до шини був 25-30 ° (рис. 8Б, або орієнтуйтеся за напрямними на зубці чи шаблоні), з шиною напилк повинен утворювати кут 90 ° (рис. 8Б). Але все залежить від типу ланцюга.

При шліфуванні напилк повинен виступати над зубом приблизно на 1/4 або приблизно 20% його діаметру (рис. 7А).

**Контроль довжини ріжучої частини.** Під час шліфування різців важливо, щоб лівий і правий різці були однакової довжини. Рекомендується виміряти різці, які ви щойно заточили, і встановити однакову довжину цих різців. Прагніть до різниці в довжині близько ±0,01” (±0,25 мм). Мікрометр або штангенциркуль є хорошим інструментом для вимірювання цього розміру.



A)



B)

Рис. 9. Варіанти руху напилка: А – на ріжучу кромку; Б – від ріжучої кромки.

**Примітка.** Вище на рис. 9 показані різні варіанти заточування ланцюга. В варіанті А напилком рухається на ріжучу кромку, а в рис. Б – з середини на зовню, тобто від ріжучої кромки.

В літературі зустрічаються і ті і інші варіанти, але є один нюанс – при виході напилка-він утворює заусень – надлишки металу, що залишаються на кромках після процесу обробки. Зазвичай заусень заважає правильному функціонуванню і має бути видалена. При варіанті А та Б заусень якщо і утвориться то у внутрішній частині зуба і не впливатиме на роботу, а при варіанті В та Г заусень утвориться на бічній ріжучій кромці. Якщо її не видалити (а так і відбувається) вона сама відпаде в процесі пиляння, але з частинками ріжучої кромки, пошкодивши її. Звичайно це мікропошкодження, але все ж таки це в якійсь мірі погіршує якість пиляння. Тому в особливо відповідальних випадках рекомендують ріжучі інструменти гострити саме «на ріжучу кромку».

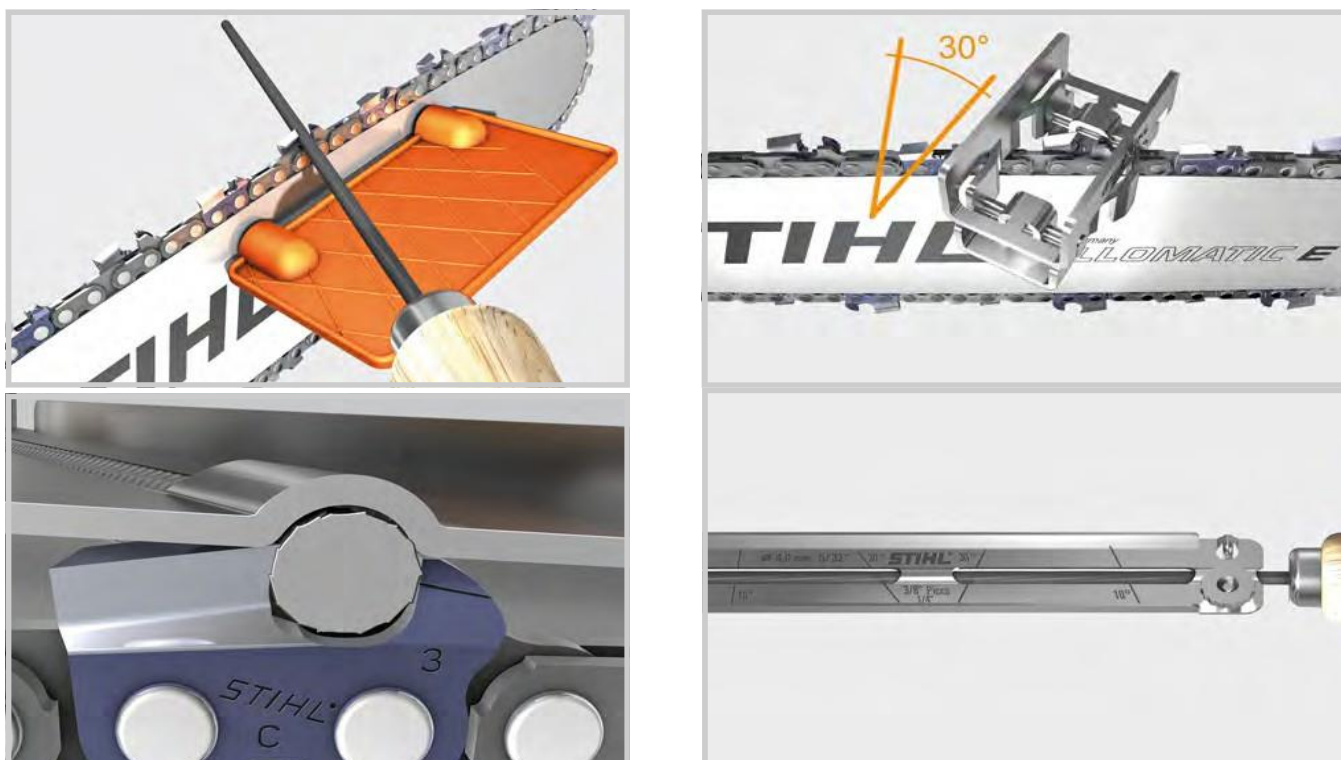
**Крок 7.** Методика пиляння напилком. Вибравши один з варіантів загострення (рис 9) одним плавним рухом проштовхніть напилком уздовж різця. Вам не потрібно прикладати великий тиск, лише достатньо, щоб відчувати, як напилком стирає різець. Вийміть напилком із фрези та поверніть його на те саме місце та під тим самим кутом, що й раніше.

**Примітка.** Ніколи не тягніть напилком назад через різець, оскільки це пошкодить як ваш напилком, так і сам зуб. Також при заточуванні не піднімайте напилком, тримайте і рухайте прямо-паралельно від себе.

**Крок 8.** Зробіть напилком 3-10 рухів, доки поверхня різця не стане сріблястою, а самі ріжучі кромки темними, не блискучими, що вкаже на те, що загострення було виконано належним чином. При роботі з круглим напилком після 4-5 проходів повертайте інструмент на третину оберту. Цим ви уникнете одностороннього зносу ріжучої поверхні напилка.

Якщо ланцюг заточується вчасно, регулярно і правильно, достатньо двох-трьох рухів напилком для кожного зуба щоб відновити гостроту ріжучої кромки.

**Примітка.** Правильне заточування вимагає точного позиціонування напилка. Досить не погано зарекомендували себе різноманітні шаблони та напрямні. (Рис. 10).



**Рис. 10. Шаблони та напрямні пристосування для заточування.**

**Крок 9.** Після того як ви виконали заточування зубців з однієї сторони, розверніть пилу на 180 градусів і виконайте загострювання протилежних зубців пилкового ланцюга (Рис. 11). Намагайтеся витримати однаковий розмір правих та лівих різців. Якщо ви напиляєте один тип

зубів більше, ніж інший, ви ризикуєте порушити баланс бензопили. Різ буде «вести» в той чи інший бік.

Для рівномірного заточування застосовує однакову силу тиску та проходить напилком однакову кількість разів, щоб кожен різець залишався рівним за розмірами з іншими.

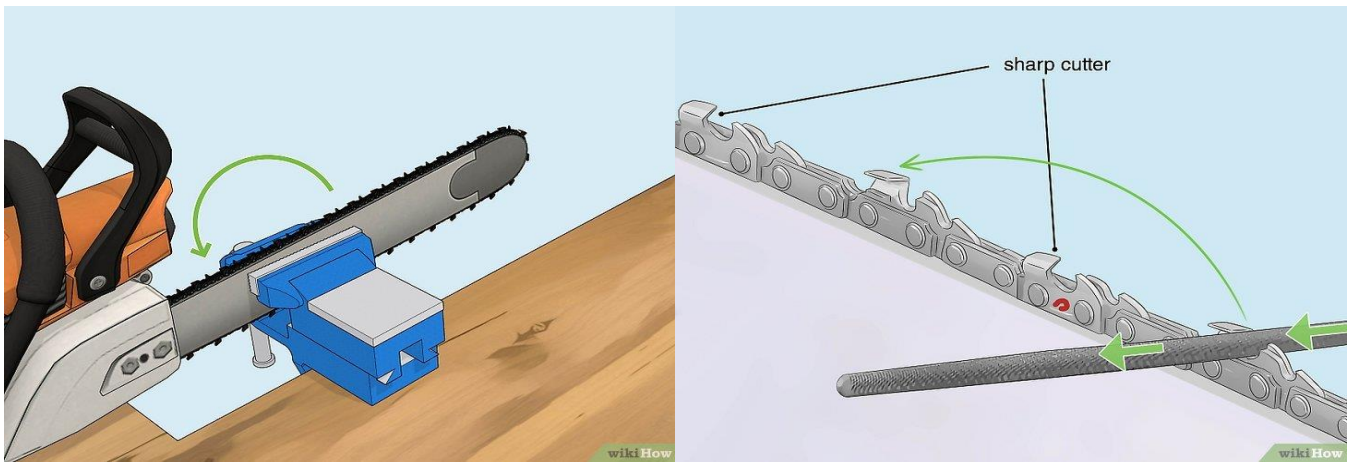


Рис. 11. Заточування протилежної сторони пильного ланцюга.

**Крок 10.** Регулювання обмежувального зуба. Запобіжний зуб визначає, наскільки глибоко врізається в деревину лезо різця. У міру сточення зубів їх висоту також треба зменшувати. Отже, якщо ви сточуватимете тільки ріжучі зуби, через деякий час ланцюг ковзатиме в матеріалі тільки на обмежувальних зубах. Тому необхідно контролювати цей параметр та сточувати обмежувальні зуби **плоским напилком**.

Дотримуватися всіх кутів і розмірів під час напилування від руки дуже складно і вимагає практики. Особливо важко витримати висоту обмежувача. Тому компанія STIHL рекомендує використовувати допоміжні засоби для заточування (рис 12).

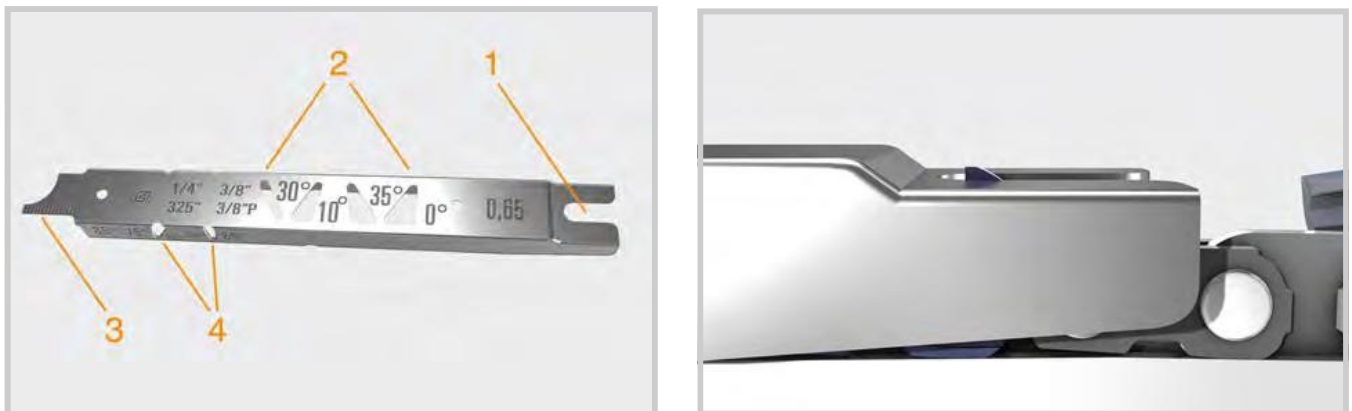
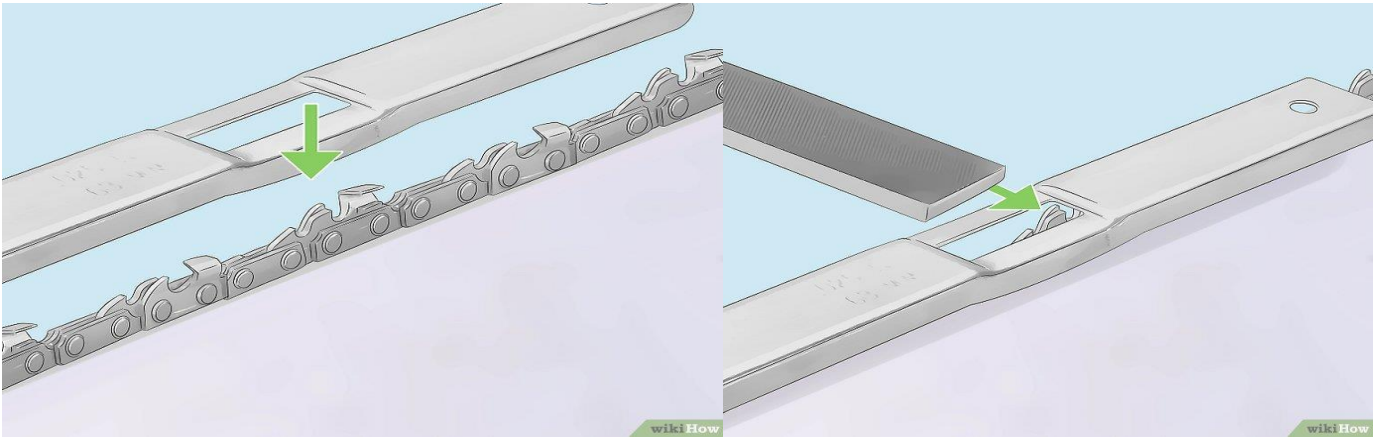


Рис. 12. Шаблон для обпилювання обмежувального зуба.

Шаблон для обпилювання обмежувального зуба ( рис. 19) включає в себе:

- 1) Виріз для перевірки налаштування обмежувача глибини;
- 2) Вирізи для контролю кута заточування ріжучої кромки;
- 3) Засіб для очищення канавок і шкала для вимірювання глибини канавок
- 4) Вирізи для контролю кута бічної пластини.

**Примітка.** Підпилюючи стружкомір, будьте обережні, щоб не знімати занадто багато. Якщо він занадто короткий, бензопила стане занадто агресивною, а також небезпечною для використання.



**Рис. 13. Підпилювання стружкоміра (обмежувача глибини пиляння).**

**Крок 11.** Вирівняйте стружкомір за шаблоном (рис. 13). Утримуючи шаблон на місці, проведіть плоским напилком по верхній частині виступаючої частини стружкоміра, доки він не стане на один рівень з шаблоном. Використовуйте ощадний тиск і будьте обережні, щоб не підпиляти сам шаблон.

**Крок 12.** Заокругліть підпиляний стружкомір. Після того як ви підпиляєте стружкомір, він може мати квадратну верхню частину. Використовуйте плоский напилко, щоб злегка заокруглити край, не напилуючи далі по висоті сам стружкомір.

**Примітка:** Як і у випадку з круглим напилком, якщо ви помітили металеві стружки, що потрапили в плаский напилко, постукайте ним по поверхні один або два рази, щоб очистити його, перш ніж продовжувати напилувати.

**Крок 13.** Послабте ланцюг до необхідного натягу і зніміть з лещат бензопилу.

**Крок 14.** Заповніть масляний резервуар шини вашої бензопили, після цього почистіть свою бензопилу, щоб видалити будь-яке сміття від пилки, перш ніж використовувати її.

**Примітка.** Емпіричне правило, завжди перевіряйте рівень мастила та доливайте, коли ви заправляете бензобак.

#### **Рекомендації щодо догляду за ланцюгом:**

- регулярно заточуйте ланцюг, щоб уникнути ускладнень та зменшити зношування.
- тупий ланцюг погіршує продуктивність, підвищує стомлюваність та ризик нещасних випадків.
- використовуйте напильник відповідного діаметра, вказаного виробником.

Щоб заточити пильний ланцюг вручну круглим напилком, потрібен великий досвід, і неточностей не уникнути. Тому щоб забезпечити правильне заточування ланцюга, рекомендується застосовувати спеціальні набори, які йдуть у комплекті з бензопилою. Також набір для заточування ланцюга можна придбати окремо. Набір для заточування включає: напилки, калібр, допоміжні пристрої.

#### **Питання до самоствійної роботи:**

1. За якими ознаками ми можемо визначити затуплення пильного ланцюга?
2. По якими основними параметрами відбувається заточування пильного ланцюга?
3. Коротко опишіть методику загострення ланцюгових пил;
4. Які складнощі виникають під час загострення ланцюгових пил?

#### **Форма звіту:**

Усна та 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. Деревознавство: Навчальний посібник. Львів : Априорі, 2007. 312 с.
4. І.Г. Основи технології виробів з деревини: підруч. Львів : НЛТУ України, ТЗОВ «Країна ангелят», 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. Пиломатеріали. [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. Пиломатеріали хвойних порід. Розміри. Допустимі відхили та усихання. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2020. 8 с.
17. ДСТУ EN 1313-2:2018. Лісоматеріали круглі та пиляні. Допустимі відхили та переважні розміри. Частина 2. Пиломатеріали твердолистяних порід. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2019. 10 с.
18. ДСТУ EN 336:2003. Пиломатеріали 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 пиломатеріали. Терміни та визначення понять. Частина 3. Загальні поняття щодо пиломатеріалів. [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 пиломатеріалів./ В.С.Коваль, О.О.Пінчевська.- К. «Аграр Медіа Груп, 2010, 98 с.
23. Коваль В.С., Виробництво пиломатеріалів/ 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 «Укрдержліспроєкт», 2016. 582 с.
27. Носовський Т.А. Технологія лісопильно-деревообробних 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 деревинознавство. Терміни та визначення. Львів : НЛТУ України, 2012. 78 с.
- Сопушинський, І.М., Вінтонів І.С. Деревинознавство : 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

## ДОДАТКИ

Додаток А

### Кубатурник згідно ГОСТ 2708-75 Визначення об'ємів круглих лісоматеріалів за верхнім діаметром із використанням таблиць

#### *Кубатура лісу від 1,0 до 1,9 метрів*

Товщина, см	Об'єм, мЗ, при довжині, м									
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
6	0,0032	0,0036	0,0040	0,0044	0,0048	0,0052	0,0056	0,0060	0,0640	0,0069
7	0,0044	0,0049	0,0054	0,0059	0,0064	0,0070	0,0076	0,0082	0,0088	0,0094
8	0,0053	0,0058	0,0063	0,0069	0,0075	0,0081	0,0086	0,0092	0,0098	0,0100
9	0,0067	0,0074	0,0081	0,0088	0,0095	0,0100	0,0110	0,0110	0,0120	0,0130
10	0,0082	0,0090	0,0098	0,0100	0,0110	0,0120	0,0130	0,0140	0,0150	0,0160
11	0,0100	0,0110	0,0130	0,0140	0,0150	0,0160	0,0170	0,0180	0,0200	0,0210
12	0,0120	0,0130	0,0150	0,0160	0,0170	0,0190	0,0200	0,0210	0,0230	0,0240
13	0,0140	0,0160	0,0170	0,0190	0,0200	0,0220	0,0230	0,0250	0,0260	0,0280
14	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,025	0,027	0,029	0,031	0,033
16	0,021	0,023	0,026	0,028	0,030	0,033	0,035	0,037	0,039	0,042
18	0,027	0,030	0,032	0,035	0,038	0,041	0,044	0,047	0,050	0,053
20	0,033	0,036	0,040	0,043	0,047	0,051	0,054	0,058	0,061	0,065
22	0,040	0,044	0,049	0,053	0,057	0,062	0,066	0,070	0,075	0,079
24	0,048	0,054	0,059	0,064	0,069	0,075	0,081	0,086	0,092	0,098
26	0,057	0,063	0,070	0,076	0,083	0,089	0,096	0,103	0,109	0,116
28	0,067	0,074	0,081	0,089	0,096	0,104	0,112	0,120	0,128	0,136
30	0,077	0,085	0,093	0,102	0,110	0,119	0,128	0,137	0,147	0,156
32	0,087	0,096	0,106	0,116	0,125	0,135	0,145	0,150	0,170	0,180
34	0,100	0,110	0,120	0,130	0,140	0,150	0,160	0,180	0,190	0,200
36	0,110	0,120	0,130	0,150	0,160	0,170	0,180	0,200	0,210	0,220
38	0,120	0,130	0,150	0,160	0,180	0,190	0,200	0,220	0,230	0,240
40	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,27
42	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30

<b>44</b>	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,30	0,32
<b>46</b>	0,18	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35
<b>48</b>	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38
<b>50</b>	0,21	0,23	0,25	0,27	0,30	0,32	0,35	0,37	0,40	0,42
<b>52</b>	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,43	0,46
<b>54</b>	0,25	0,27	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50
<b>56</b>	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54
<b>58</b>	0,29	0,32	0,35	0,38	0,42	0,45	0,48	0,52	0,55	0,58
<b>60</b>	0,31	0,34	0,38	0,41	0,45	0,48	0,52	0,55	0,59	0,63
<b>62</b>	0,33	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,55	0,59	0,63	0,67
<b>64</b>	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,67	0,71
<b>66</b>	0,37	0,41	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,71	0,76
<b>68</b>	0,39	0,44	0,48	0,53	0,57	0,62	0,66	0,71	0,75	0,80
<b>70</b>	0,42	0,46	0,51	0,56	0,61	0,66	0,70	0,75	0,80	0,85
<b>72</b>	0,44	0,48	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74	0,79	0,84	0,89
<b>74</b>	0,46	0,51	0,56	0,62	0,67	0,73	0,78	0,83	0,88	0,94
<b>76</b>	0,49	0,54	0,59	0,65	0,70	0,76	0,82	0,87	0,93	0,99
<b>78</b>	0,52	0,57	0,62	0,68	0,74	0,80	0,86	0,92	0,98	1,04
<b>80</b>	0,54	0,60	0,66	0,72	0,78	0,84	0,90	0,97	1,03	1,09
<b>82</b>	0,57	0,63	0,69	0,75	0,82	0,88	0,95	1,01	1,08	1,15
<b>84</b>	0,60	0,66	0,72	0,79	0,86	0,93	0,99	1,06	1,13	1,20
<b>86</b>	0,63	0,69	0,76	0,83	0,90	0,97	1,04	1,12	1,19	1,26
<b>88</b>	0,66	0,72	0,79	0,87	0,94	1,02	1,09	1,17	1,24	1,32c
<b>90</b>	0,69	0,76	0,83	0,91	0,99	1,06	1,14	1,22	1,30	1,38
<b>92</b>	0,72	0,79	0,87	0,95	1,03	1,11	1,19	1,28	1,36	1,44
<b>94</b>	0,75	0,82	0,91	0,99	1,08	1,16	1,24	1,33	1,42	1,51
<b>96</b>	0,78	0,86	0,95	1,03	1,12	1,21	1,30	1,39	1,48	1,57
<b>98</b>	0,81	0,90	0,99	1,08	1,17	1,26	1,35	1,45	1,54	1,64
<b>100</b>	0,85	0,93	1,03	1,12	1,22	1,31	1,41	1,51	1,61	1,70
<b>102</b>	0,88	0,97	1,07	1,17	1,27	1,37	1,46	1,57	1,67	1,77
<b>104</b>	0,92	1,01	1,11	1,21	1,32	1,42	1,52	1,63	1,74	1,84

<b>106</b>	0,95	1,05	1,15	1,26	1,37	1,48	1,58	1,70	1,80	1,92
<b>108</b>	0,99	1,09	1,20	1,31	1,42	1,53	1,64	1,76	1,87	1,99
<b>110</b>	1,03	1,13	1,24	1,36	1,47	1,59	1,70	1,83	1,96	2,06
<b>112</b>	1,06	1,17	1,29	1,41	1,53	1,65	1,76	1,89	2,01	2,14
<b>114</b>	1,10	1,21	1,33	1,46	1,58	1,71	1,83	1,96	2,09	2,21
<b>116</b>	1,14	1,26	1,38	1,51	1,64	1,77	1,89	2,03	2,16	2,29
<b>118</b>	1,18	1,30	1,43	1,56	1,70	1,83	1,96	2,10	2,24	2,37
<b>120</b>	1,22	1,34	1,48	1,62	1,75	1,89	2,03	2,17	2,31	2,45

**Продовження Додатку А**  
**Кубатура лісу від 2,0 до 2,9 метрів**

Товщ см	Об'єм, м <sup>3</sup> , при довжині, м											
	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,75	2,8	2,9
<b>4</b>	0,0037	0,0040	0,0043	0,0044	0,0045	0,0048	0,0051	0,0054	0,0057	0,0058	0,0059	0,0062
<b>5</b>	0,0053	0,0056	0,0059	0,0061	0,0063	0,0068	0,0071	0,0074	0,0077	0,0079	0,0081	0,0084
<b>6</b>	0,0073	0,0077	0,0081	0,0083	0,0085	0,0089	0,0093	0,0096	0,0100	0,0100	0,0100	0,0110
<b>7</b>	0,0100	0,0100	0,0100	0,0110	0,0110	0,0120	0,0120	0,0120	0,0130	0,0130	0,0130	0,0140
<b>8</b>	0,0110	0,0110	0,0120	0,0120	0,0120	0,0130	0,0140	0,0150	0,0150	0,0160	0,0160	0,0170
<b>9</b>	0,0140	0,0150	0,0150	0,0160	0,0160	0,0170	0,0180	0,0190	0,0200	0,0200	0,0200	0,0210
<b>10</b>	0,017	0,018	0,019	0,019	0,020	0,021	0,022	0,023	0,024	0,024	0,024	0,025
<b>11</b>	0,022	0,023	0,024	0,024	0,025	0,026	0,027	0,028	0,029	0,029	0,030	0,031
<b>12</b>	0,026	0,027	0,028	0,028	0,029	0,030	0,031	0,033	0,034	0,035	0,035	0,036
<b>13</b>	0,030	0,032	0,033	0,033	0,034	0,035	0,036	0,038	0,040	0,041	0,042	0,043
<b>14</b>	0,035	0,037	0,038	0,039	0,040	0,042	0,043	0,045	0,047	0,047	0,048	0,050
<b>16</b>	0,044	0,046	0,048	0,049	0,056	0,053	0,056	0,058	0,060	0,063	0,064	0,066
<b>18</b>	0,056	0,059	0,062	0,063	0,065	0,068	0,071	0,074	0,077	0,079	0,080	0,083
<b>20</b>	0,069	0,073	0,076	0,077	0,079	0,083	0,087	0,091	0,095	0,097	0,100	0,103
<b>22</b>	0,084	0,089	0,093	0,095	0,098	0,103	0,107	0,111	0,116	0,118	0,121	0,125
<b>24</b>	0,103	0,108	0,114	0,116	0,119	0,125	0,130	0,135	0,140	0,143	0,146	0,151
<b>26</b>	0,123	0,129	0,135	0,138	0,141	0,147	0,154	0,160	0,166	0,169	0,173	0,179
<b>28</b>	0,144	0,150	0,157	0,161	0,165	0,172	0,180	0,187	0,194	0,198	0,200	0,210
<b>30</b>	0,165	0,173	0,181	0,185	0,190	0,200	0,200	0,210	0,220	0,230	0,230	0,240

<b>32</b>	0,190	0,200	0,200	0,210	0,210	0,220	0,230	0,240	0,250	0,250	0,260	0,270
<b>34</b>	0,210	0,220	0,230	0,240	0,240	0,250	0,260	0,270	0,280	0,290	0,290	0,300
<b>36</b>	v0,230	0,240	0,250	0,260	0,270	0,280	0,290	0,300	0,320	0,330	0,340	0,350
<b>38</b>	0,260	0,270	0,280	0,290	0,300	0,310	0,320	0,340	0,350	0,360	0,370	0,380
<b>40</b>	0,28	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,36	0,39	0,40	0,41
<b>42</b>	0,31	0,33	0,34	0,35	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,43	0,44	0,46
<b>44</b>	0,34	0,36	0,37	0,38	0,39	0,41	0,43	0,44	0,46	0,47	0,48	0,50
<b>46</b>	0,37	0,39	0,41	0,42	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,52	0,53	0,55
<b>48</b>	0,41	0,43	0,45	0,46	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,56	0,57	0,60
<b>50</b>	0,44	0,47	0,49	0,50	0,51	0,54	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63	0,65
<b>52</b>	0,48	0,51	0,54	0,55	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66	0,67	0,68	0,71
<b>54</b>	0,53	0,55	0,58	0,60	0,61	0,63	0,66	0,69	0,72	0,73	0,74	0,77
<b>56</b>	0,57	0,60	0,63	0,64	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,79	0,80	0,83
<b>58</b>	0,61	0,65	0,68	0,69	0,71	0,74	0,77	0,80	0,83	0,85	0,86	0,89
<b>60</b>	0,66	0,70	0,73	0,74	0,76	0,79	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,96
<b>62</b>	0,71	0,74	0,77	0,79	0,81	0,85	0,88	0,92	0,95	0,97	0,99	1,03
<b>64</b>	0,75	0,79	0,83	0,84	0,86	0,90	0,94	0,98	1,02	1,04	1,06	1,10
<b>66</b>	0,80	0,84	0,88	0,90	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,10	1,12	1,16
<b>68</b>	0,85	0,89	0,93	0,95	0,97	1,02	1,05	1,10	1,14	1,16	1,19	1,23
<b>70</b>	0,89	0,94	0,99	1,01	1,03	1,08	1,12	1,17	1,21	1,23	1,25	1,30
<b>72</b>	0,93	0,99	1,04	1,06	1,08	1,13	1,18	1,23	1,27	1,30	1,32	1,37
<b>74</b>	0,98	1,04	1,09	1,11	1,14	1,19	1,24	1,29	1,34	1,37	1,39	1,44
<b>76</b>	1,04	1,09	1,14	1,17	1,20	1,25	1,31	1,36	1,41	1,44	1,46	1,52
<b>78</b>	1,09	1,15	1,20	1,23	1,26	1,32	1,38	1,44	1,49	1,51	1,54	1,60
<b>80</b>	1,15	1,21	1,26	1,29	1,33	1,39	1,46	1,51	1,56	1,59	1,63	1,68
<b>82</b>	1,21	1,27	1,33	1,36	1,39	1,46	1,53	1,59	1,65	1,67	1,71	1,77
<b>84</b>	1,27	1,34	1,39	1,43	1,46	1,53	1,61	1,67	1,73	1,75	1,79	1,86
<b>86</b>	1,33	1,40	1,46	1,50	1,53	1,60	1,68	1,75	1,81	1,84	1,88	1,95
<b>88</b>	1,39	1,47	1,53	1,57	1,61	1,68	1,76	1,82	1,89	1,93	1,97	2,04
<b>90</b>	1,46	1,53	1,60	1,64	1,68	1,76	1,84	1,91	1,98	2,02	2,06	2,13
<b>92</b>	1,52	1,60	1,67	1,71	1,75	1,83	1,92	1,99	2,08	2,11	2,15	2,23

<b>94</b>	1,59	1,67	1,75	1,79	1,83	1,92	2,00	2,07	2,16	2,20	2,24	2,33
<b>96</b>	1,66	1,75	1,82	1,87	1,91	2,00	2,09	2,17	2,25	2,29	2,34	2,43
<b>98</b>	1,73	1,82	1,90	1,95	1,99	2,08	2,17	2,26	2,35	2,39	2,44	2,53
<b>100</b>	1,80	1,89	1,98	2,03	2,07	2,17	2,27	2,36	2,45	2,49	2,54	2,63
<b>102</b>	1,87	1,97	2,06	2,11	2,16	2,26	2,35	2,44	2,54	2,59	2,64	2,74
<b>104</b>	1,95	2,05	2,14	2,19	2,24	2,34	2,45	2,55	2,65	2,69	2,75	2,85
<b>106</b>	2,02	2,13	2,22	2,27	2,33	2,44	2,54	2,64	2,74	2,79	2,85	2,96
<b>108</b>	2,10	2,21	2,30	2,36	2,42	2,53	2,64	2,74	2,85	2,90	2,96	3,07
<b>110</b>	2,18	2,29	2,39	2,45	2,51	2,62	2,73	2,84	2,95	3,01	3,07	3,19
<b>112</b>	2,26	2,38	2,48	2,54	2,60	2,72	2,83	2,94	3,05	3,12	3,18	3,30
<b>114</b>	2,34	2,46	2,57	2,63	2,69	2,82	2,94	3,05	3,16	3,23	3,29	3,42
<b>116</b>	2,42	2,55	2,66	2,72	2,79	2,92	3,04	3,16	3,28	3,35	3,41	3,54
<b>118</b>	2,50	2,64	2,75	2,82	2,89	3,02	3,15	3,28	3,41	3,47	3,54	3,67
<b>120</b>	2,59	2,73	2,85	2,92	2,98	3,12	3,26	3,40	3,53	3,59	3,66	3,79

*Продовження Додатку А*

**За допомогою даної таблиці можна визначити кубатуру кругляка діаметром 10-100 см і довжиною колод від 3х до 8 м.**

Діаметр, см/ Довжина, м	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
<b>10</b>	0,026	0,031	0,037	0,044	0,051	0,058	0,065	0,075	0,082	0,09	0,1
<b>11</b>	0,032	0,037	0,045	0,053	0,062	0,07	0,08	0,09	0,098	0,108	0,12
<b>12</b>	0,038	0,046	0,053	0,063	0,073	0,083	0,093	0,103	0,114	0,125	0,138
<b>13</b>	0,045	0,053	0,062	0,074	0,085	0,097	0,108	0,12	0,132	0,144	0,158
<b>14</b>	0,052	0,061	0,073	0,084	0,097	0,11	0,123	0,135	0,15	0,164	0,179
<b>15</b>	0,06	0,071	0,084	0,097	0,11	0,125	0,139	0,153	0,169	0,182	0,199
<b>16</b>	0,069	0,082	0,095	0,11	0,124	0,14	0,155	0,172	0,189	0,2	0,22
<b>17</b>	0,077	0,092	0,107	0,124	0,14	0,157	0,174	0,191	0,209	0,225	0,25
<b>18</b>	0,086	0,103	0,12	0,138	0,156	0,175	0,194	0,21	0,23	0,25	0,28
<b>19</b>	0,097	0,115	0,134	0,154	0,173	0,193	0,212	0,235	0,255	0,275	0,305
<b>20</b>	0,107	0,126	0,147	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26	0,28	0,3	0,33
<b>21</b>	0,119	0,14	0,163	0,185	0,21	0,23	0,255	0,285	0,31	0,335	0,365
<b>22</b>	0,13	0,154	0,178	0,2	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,4
<b>23</b>	0,144	0,169	0,194	0,22	0,25	0,275	0,305	0,335	0,37	0,4	0,435
<b>24</b>	0,157	0,184	0,21	0,24	0,27	0,3	0,33	0,36	0,4	0,43	0,47
<b>25</b>	0,171	0,197	0,23	0,26	0,295	0,325	0,36	0,395	0,43	0,465	0,505
<b>26</b>	0,185	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,43	0,46	0,5	0,54

27	0,203	0,23	0,27	0,305	0,345	0,38	0,42	0,46	0,495	0,54	0,585
28	0,22	0,25	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,58	0,63
29	0,235	0,27	0,31	0,355	0,395	0,44	0,485	0,525	0,57	0,62	0,675
30	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,47	0,52	0,56	0,61	0,66	0,72
31	0,265	0,31	0,355	0,405	0,45	0,5	0,555	0,6	0,655	0,71	0,77
32	0,28	0,33	0,38	0,43	0,48	0,53	0,59	0,64	0,7	0,76	0,82
33	0,3	0,35	0,405	0,46	0,51	0,565	0,625	0,68	0,74	0,805	0,87
34	0,32	0,37	0,43	0,49	0,54	0,6	0,66	0,72	0,78	0,85	0,92
35	0,34	0,395	0,455	0,515	0,57	0,635	0,7	0,76	0,83	0,9	0,97
36	0,36	0,42	0,48	0,54	0,6	0,67	0,74	0,8	0,88	0,95	1,02
37	0,375	0,44	0,505	0,57	0,635	0,705	0,78	0,85	0,925	1	1,075
38	0,39	0,46	0,53	0,6	0,67	0,74	0,82	0,9	0,97	1,05	1,13
39	0,41	0,48	0,555	0,63	0,705	0,78	0,86	0,945	1,02	1,105	1,19
40	0,43	0,5	0,58	0,66	0,74	0,82	0,9	0,99	1,07	1,16	1,25
41	0,45	0,53	0,61	0,695	0,775	0,86	0,95	1,035	1,125	1,22	1,315
42	0,47	0,56	0,64	0,73	0,81	0,9	1	1,08	1,18	1,28	1,38
43	0,495	0,585	0,67	0,765	0,85	0,945	1,045	1,14	1,24	1,34	1,445
44	0,515	0,61	0,7	0,8	0,89	0,99	1,09	1,2	1,3	1,4	1,51
45	0,543	0,64	0,735	0,835	0,935	1,035	1,14	1,25	1,355	1,465	1,58
46	0,57	0,67	0,77	0,87	0,98	1,08	1,19	1,3	1,41	1,53	1,65
47	0,595	0,7	0,805	0,91	1,02	1,13	1,245	1,355	1,475	1,6	1,725
48	0,62	0,73	0,84	0,95	1,06	1,18	1,3	1,41	1,54	1,67	1,8
49	0,645	0,76	0,875	0,99	1,105	1,23	1,355	1,475	1,605	1,74	1,875
50	0,67	0,79	0,91	1,03	1,15	1,28	1,41	1,54	1,67	1,81	1,95
51	0,7	0,825	0,95	1,075	1,2	1,335	1,47	1,605	1,74	1,89	2,035
52	0,73	0,86	0,99	1,12	1,25	1,39	1,53	1,67	1,81	1,97	2,12
53	0,765	0,895	1,03	1,165	1,3	1,445	1,59	1,735	1,885	2,045	2,205
54	0,8	0,93	1,07	1,21	1,35	1,5	1,65	1,8	1,96	2,12	2,29
55	0,83	0,97	1,115	1,26	1,405	1,56	1,715	1,875	2,035	2,2	2,375
56	0,86	1,01	1,16	1,31	1,46	1,62	1,78	1,95	2,11	2,28	2,46
57	0,89	1,045	1,205	1,36	1,515	1,68	1,845	2,015	2,19	2,365	2,545
58	0,92	1,08	1,25	1,41	1,57	1,74	1,91	2,08	2,27	2,45	2,63
59	0,955	1,12	1,29	1,46	1,625	1,8	1,98	2,155	2,345	2,535	2,72
60	0,99	1,16	1,33	1,51	1,68	1,86	2,05	2,23	2,42	2,62	2,81
61	1,025	1,2	1,38	1,565	1,74	1,925	2,115	2,3	2,495	2,7	2,9
62	1,06	1,24	1,43	1,62	1,8	1,99	2,18	2,37	2,57	2,78	2,99
63	1,095	1,285	1,475	1,67	1,855	2,05	2,25	2,445	2,65	2,865	3,08
64	1,13	1,33	1,52	1,72	1,91	2,11	2,32	2,52	2,73	2,95	3,17
65	1,165	1,365	1,565	1,77	1,965	2,17	2,38	2,59	2,805	3,03	3,275
66	1,2	1,4	1,61	1,82	2,02	2,23	2,44	2,66	2,88	3,11	3,38
67	1,235	1,445	1,655	1,87	2,075	2,29	2,505	2,735	2,965	3,21	3,485
68	1,27	1,49	1,7	1,92	2,13	2,35	2,57	2,81	3,05	3,31	3,59
69	1,305	1,53	1,75	1,97	2,19	2,415	2,645	2,89	3,14	3,41	3,695
70	1,34	1,57	1,8	2,02	2,25	2,48	2,72	2,97	3,23	3,51	3,8

<b>71</b>	1,375	1,615	1,85	2,08	2,315	2,55	2,795	3,055	3,325	3,615	3,91
<b>72</b>	1,41	1,66	1,9	2,14	2,38	2,62	2,87	3,14	3,42	3,72	4,02
<b>73</b>	1,45	1,705	1,955	2,2	2,45	2,695	2,95	3,23	3,52	3,82	4,135
<b>74</b>	1,49	1,75	2,01	2,26	2,52	2,77	3,03	3,32	3,62	3,92	4,25
<b>75</b>	1,53	1,8	2,065	2,325	2,595	2,845	3,115	3,415	3,715	4,03	4,365
<b>76</b>	1,57	1,85	2,12	2,39	2,67	2,92	3,2	3,51	3,81	4,14	4,48
<b>77</b>	1,615	1,9	2,18	2,455	2,745	3	3,29	3,605	3,925	4,255	4,6
<b>78</b>	1,66	1,95	2,24	2,52	2,82	3,08	3,38	3,7	4,04	4,37	4,72
<b>79</b>	1,7	2	2,295	2,59	2,895	3,16	3,475	3,8	4,15	4,485	4,835
<b>80</b>	1,74	2,05	2,35	2,66	2,97	3,24	3,57	3,9	4,26	4,6	4,95
<b>81</b>	1,785	2,1	2,41	2,73	3,05	3,325	3,66	4,005	4,365	4,71	5,085
<b>82</b>	1,83	2,15	2,47	2,8	3,13	3,41	3,75	4,11	4,47	4,82	5,22
<b>83</b>	1,875	2,205	2,53	2,87	3,205	3,495	3,845	4,215	4,585	4,945	5,345
<b>84</b>	1,92	2,26	2,59	2,94	3,28	3,58	3,94	4,32	4,7	5,07	5,47
<b>85</b>	1,965	2,315	2,65	2,985	3,34	3,675	4,035	4,43	4,82	5,195	5,595
<b>86</b>	2,01	2,37	2,71	3,03	3,4	3,77	4,13	4,54	4,94	5,32	5,72
<b>87</b>	2,06	2,425	2,78	3,13	3,5	3,86	4,235	4,655	5,06	5,445	5,86
<b>88</b>	2,11	2,48	2,85	3,23	3,6	3,95	4,34	4,77	5,18	5,57	6
<b>89</b>	2,16	2,535	2,915	3,3	3,685	4,045	4,45	4,88	5,3	5,7	6,135
<b>90</b>	2,21	2,59	2,98	3,37	3,77	4,14	4,56	4,99	5,42	5,83	6,27
<b>91</b>	2,255	2,65	3,045	3,45	3,855	4,24	4,67	5,105	5,545	5,96	6,41
<b>92</b>	2,3	2,71	3,11	3,53	3,94	4,34	4,78	5,22	5,67	6,09	6,55
<b>93</b>	2,355	2,77	3,18	3,605	4,025	4,43	4,89	5,345	5,795	6,225	6,69
<b>94</b>	2,41	2,83	3,25	3,68	4,11	4,52	5	5,47	5,92	6,36	6,83
<b>95</b>	2,46	2,89	3,32	3,76	4,2	4,625	5,11	5,58	6,045	6,495	6,975
<b>96</b>	2,51	2,95	3,39	3,84	4,29	4,73	5,22	5,69	6,17	6,63	7,12
<b>97</b>	2,565	3,01	3,46	3,92	4,38	4,83	5,335	5,81	6,3	6,77	7,28
<b>98</b>	2,62	3,07	3,53	4	4,47	4,93	5,45	5,93	6,43	6,91	7,44
<b>99</b>	2,67	3,135	3,6	4,085	4,56	5,035	5,565	6,06	6,565	7,055	7,585
<b>100</b>	2,72	3,2	3,67	4,17	4,65	5,14	5,68	6,19	6,7	7,2	7,73

## Додаток Б

### Середні показники механічних властивостей деревини (за 12 % -вої вологості)

Деревний вид	Середня густина, кг/м <sup>3</sup>	Границя міцності деревини, МПа				
		при стискуванні уздовж волокон	при згині	за розтягу $K_p$ уздовж волокон	за сколювання	
					у радіальному напрямі	у тангентальному напрямі
Модрина	680	52	97	129	11,5	12,5
Сосна	530	44	79	115	7	7,5
Ялина	460	42	77,5	122	5	5
Кедр	440	35	64,5	78	5,5	6
Ялиця	390	33	58,5	84	6	6,5
Дуб	720	52	94	129	8,5	10,5
Бук	650	46	94	129	10	13
Береза	640	45	100	120	8,5	11
Липа	540	39	68	116	7	8
Осика	500	37	77	111	6	8

### Твердість (МПа) за вологості 12 %

Деревний вид	Твердість (МПа) за вологості 12 %		
	торцева	радіальна	тангентальна
Модрина	43,8	29,0	29,0
Сосна	28,5	24,0	25,0
Смерека	28,0	17,0	–
Ялина	26,0	18,0	18,0
Кедр	22,0	–	–
Граб	90,0	77,0	78,5
Ясен	80,0	59,0	67,0
Дуб	67,5	56,0	49,0
Бук	61,0	43,5	44,5
Береза	46,5	37,0	33,0
Осика	26,5	19,0	20,5
Липа	26,0	17,0	18,0

## Об'ємна вага деревини різних деревних видів

Характеристика за об'ємною вагою	Назва деревного виду	Об'ємна вага за 15 % вологості (г/см <sup>3</sup> )
Дуже важкі	Залізне дерево	1,42
	Бакаут	1,35
	Фісташка	1,12
	Саксаул	1,06
	Кизил	0,99
	Береза залізна	0,98
	Самшит	0,97
	Маклюра	0,86
	Акація біла	0,83
	Граб	0,81
Важкі	Груша	0,74
	Береза чорна	0,73
	Модрина сибірська	0,73
	Дуб	0,72
	Клен гостролистий	0,71
	Ясен європейський	0,71
	Ільм	0,69
	Тис	0,66
	Бук	0,65
	Береза повисла	0,64
	Горіх волоський	0,6
Легкі	Сосна звичайна	0,54
	Вільха чорна	0,52
	Липа дрібнолиста	0,51
	Осика	0,5
	Осокір	0,47
	Ялина звичайна	0,46
	Смерека карпатська	0,44
	Кедр корейський	0,44
	Верба біла	0,42
	Смерека сибірська	0,39
Бальза	0,12	

## Перелік нормативних документів на круглі лісоматеріали в Україні

1	ДСТУ 4020-2-2001 Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Ч. 2. Лісоматеріали круглі	обов'язковий
2	ДСТУ 4846:2007 Лісоматеріали круглі. Класифікація	обов'язковий
3	ДСТУ EN 1310:2005 Лісоматеріали круглі та пиляні. Метод вимірювання параметрів	рекомендований
4	ДСТУ EN 1311-2001 Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи вимірювання біологічних пошкоджень	рекомендований
5	ДСТУ EN 1315-1-2001 Класифікація за розмірами. Ч. 1. Лісоматеріали круглі листяні	рекомендований
6	ДСТУ EN 1315-2-2001 Класифікація за розмірами. Ч. 2. Круглі лісоматеріали хвойних порід	рекомендований
7	ДСТУ EN 1316-1:2005 Лісоматеріали круглі листяні. Класифікація за якістю. Частина 1. Дуб та бук	рекомендований
8	ДСТУ EN 1316-2:2005 Лісоматеріали круглі листяні. Класифікація за якістю. Частина 2. Тополя	рекомендований
9	ДСТУ EN 1316-3:2005 Лісоматеріали круглі листяні. Класифікація за якістю. Частина 3. Ясен, клен та явір	рекомендований
10	ДСТУ ENV 1927-1:2005 Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 1. Ялина	рекомендований
11	-2:2005 ДСТУ ENV 1927 Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 2. Сосна	рекомендований
12	ДСТУ ENV 1927-3:2005 Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 3. Модрина та тис	рекомендований
13	ТУУ 56.196-95 Деревина дров'яна для технологічних потреб	обов'язковий

ДСТУ 4020-2-2001

ДОДАТОК Г  
(рекомендований)

Визначення об'ємів круглих лісоматеріалів без кори  
за серединним діаметром колод без кори

Таблиця Г 1

Розміри у м<sup>3</sup>

D, см	Довжина колоди L, м														
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
8	0,00503	0,00754	0,0101	0,0126	0,0151	0,0176	0,0201	0,0226	0,0251	0,0276	0,0302	0,0327	0,0352	0,0377	0,0402
9	0,00636	0,00954	0,0127	0,0159	0,0191	0,0223	0,0254	0,0286	0,0318	0,0350	0,0382	0,0414	0,0445	0,0477	0,0509
10	0,00785	0,0118	0,0157	0,0196	0,0236	0,0275	0,0314	0,0353	0,0393	0,0432	0,0471	0,0511	0,0550	0,0589	0,0628
11	0,00950	0,0143	0,0190	0,0238	0,0285	0,0333	0,0380	0,0428	0,0475	0,0523	0,0570	0,0618	0,0665	0,0713	0,0760
12	0,0113	0,0170	0,0226	0,0283	0,0339	0,0396	0,0452	0,0509	0,0565	0,0622	0,0679	0,0735	0,0792	0,0848	0,0905
13	0,0133	0,0199	0,0265	0,0332	0,0398	0,0465	0,0531	0,0597	0,0664	0,0730	0,0796	0,0863	0,0929	0,100	0,106
14	0,0154	0,0231	0,0308	0,0385	0,0462	0,0539	0,0616	0,0693	0,0770	0,0847	0,0924	0,100	0,108	0,115	0,123
15	0,0177	0,0265	0,0353	0,0442	0,0530	0,0619	0,0707	0,0795	0,0884	0,097	0,106	0,115	0,124	0,133	0,141
16	0,0201	0,0302	0,0402	0,0503	0,0603	0,0704	0,0804	0,0905	0,101	0,111	0,121	0,131	0,141	0,151	0,161
17	0,0227	0,0340	0,0454	0,0567	0,0681	0,0794	0,0908	0,102	0,113	0,125	0,136	0,148	0,159	0,170	0,182
18	0,0254	0,0382	0,0509	0,0636	0,0763	0,0891	0,102	0,115	0,127	0,140	0,153	0,165	0,178	0,191	0,204
19	0,0284	0,0425	0,0567	0,0709	0,0851	0,0992	0,113	0,128	0,142	0,156	0,170	0,184	0,198	0,213	0,227
20	0,0314	0,0471	0,0628	0,0785	0,0942	0,110	0,126	0,141	0,157	0,173	0,188	0,204	0,220	0,236	0,251
21	0,0346	0,0520	0,0693	0,0866	0,104	0,121	0,139	0,156	0,173	0,190	0,208	0,225	0,242	0,260	0,277
22	0,0380	0,0570	0,0760	0,0950	0,114	0,133	0,152	0,171	0,190	0,209	0,228	0,247	0,266	0,285	0,304
23	0,0415	0,0623	0,0831	0,104	0,125	0,145	0,166	0,187	0,208	0,229	0,249	0,270	0,291	0,312	0,332
24	0,0452	0,0679	0,0905	0,113	0,136	0,158	0,181	0,204	0,226	0,249	0,271	0,294	0,317	0,339	0,362
25	0,0491	0,0736	0,0982	0,123	0,147	0,172	0,196	0,221	0,245	0,270	0,295	0,319	0,344	0,368	0,393
26	0,0531	0,0796	0,106	0,133	0,159	0,186	0,212	0,239	0,265	0,292	0,319	0,345	0,372	0,398	0,425
27	0,0573	0,0859	0,115	0,143	0,172	0,200	0,229	0,258	0,286	0,315	0,344	0,372	0,401	0,429	0,458
28	0,0616	0,0924	0,123	0,154	0,185	0,216	0,246	0,277	0,308	0,339	0,369	0,400	0,431	0,462	0,493
29	0,0661	0,0991	0,132	0,165	0,198	0,231	0,264	0,297	0,330	0,363	0,396	0,429	0,462	0,495	0,528
30	0,0707	0,106	0,141	0,177	0,212	0,247	0,283	0,318	0,353	0,389	0,424	0,459	0,495	0,530	0,565
31	0,0755	0,113	0,151	0,189	0,226	0,264	0,302	0,340	0,377	0,415	0,453	0,491	0,528	0,566	0,604
32	0,0804	0,121	0,161	0,201	0,241	0,281	0,322	0,362	0,402	0,442	0,483	0,523	0,563	0,603	0,643
33	0,0855	0,128	0,171	0,214	0,257	0,299	0,342	0,385	0,428	0,470	0,513	0,556	0,599	0,641	0,684
34	0,0908	0,136	0,182	0,227	0,272	0,318	0,363	0,409	0,454	0,499	0,545	0,590	0,636	0,681	0,726
35	0,0962	0,144	0,192	0,241	0,289	0,337	0,385	0,433	0,481	0,529	0,577	0,625	0,673	0,722	0,770
36	0,102	0,153	0,204	0,254	0,305	0,356	0,407	0,458	0,509	0,560	0,611	0,662	0,713	0,763	0,814
37	0,108	0,161	0,215	0,269	0,323	0,376	0,430	0,484	0,538	0,591	0,645	0,699	0,753	0,806	0,860
38	0,113	0,170	0,227	0,284	0,340	0,397	0,454	0,510	0,567	0,624	0,680	0,737	0,794	0,851	0,907
39	0,119	0,179	0,239	0,299	0,358	0,418	0,478	0,538	0,597	0,657	0,717	0,776	0,836	0,896	0,956
40	0,126	0,188	0,251	0,314	0,377	0,440	0,503	0,565	0,628	0,691	0,754	0,817	0,880	0,942	1,01
41	0,132	0,198	0,264	0,330	0,396	0,462	0,528	0,594	0,660	0,726	0,792	0,858	0,924	0,990	1,06
42	0,139	0,208	0,277	0,346	0,416	0,485	0,554	0,623	0,693	0,762	0,831	0,901	0,970	1,04	1,11
43	0,145	0,218	0,290	0,363	0,436	0,508	0,581	0,653	0,726	0,799	0,871	0,944	1,02	1,09	1,16
44	0,152	0,228	0,304	0,380	0,456	0,532	0,608	0,684	0,760	0,836	0,912	0,988	1,06	1,14	1,22
45	0,159	0,239	0,318	0,398	0,477	0,557	0,636	0,716	0,795	0,875	0,954	1,03	1,11	1,19	1,27
46	0,166	0,249	0,332	0,415	0,499	0,582	0,665	0,748	0,831	0,914	1,00	1,08	1,16	1,25	1,33
47	0,173	0,260	0,347	0,434	0,520	0,607	0,694	0,781	0,867	0,954	1,04	1,13	1,21	1,30	1,39

Закінчення таблиці Г.1

D, см	Довжина колоди L, м														
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
48	0,181	0,271	0,362	0,452	0,543	0,633	0,724	0,814	0,905	1,00	1,09	1,18	1,27	1,36	1,45
49	0,189	0,283	0,377	0,471	0,566	0,660	0,754	0,849	0,943	1,04	1,13	1,23	1,32	1,41	1,51
50	0,196	0,295	0,393	0,491	0,589	0,687	0,785	0,884	0,982	1,08	1,18	1,28	1,37	1,47	1,57
51	0,204	0,306	0,409	0,511	0,613	0,715	0,817	0,919	1,02	1,12	1,23	1,33	1,43	1,53	1,63
52	0,212	0,319	0,425	0,531	0,637	0,743	0,849	0,956	1,06	1,17	1,27	1,38	1,49	1,59	1,70
53	0,221	0,331	0,441	0,552	0,662	0,772	0,882	0,993	1,10	1,21	1,32	1,43	1,54	1,65	1,76
54	0,229	0,344	0,458	0,573	0,687	0,802	0,916	1,03	1,15	1,26	1,37	1,49	1,60	1,72	1,83
55	0,238	0,356	0,475	0,594	0,713	0,832	0,950	1,07	1,19	1,31	1,43	1,54	1,66	1,78	1,90
56	0,246	0,369	0,493	0,616	0,739	0,862	0,985	1,11	1,23	1,35	1,48	1,60	1,72	1,85	1,97
57	0,255	0,383	0,510	0,638	0,766	0,893	1,02	1,15	1,28	1,40	1,53	1,66	1,79	1,91	2,04
58	0,264	0,396	0,528	0,661	0,793	0,925	1,06	1,19	1,32	1,45	1,59	1,72	1,85	1,98	2,11
59	0,273	0,410	0,547	0,683	0,820	0,957	1,09	1,23	1,37	1,50	1,64	1,78	1,91	2,05	2,19
60	0,283	0,424	0,565	0,707	0,848	0,990	1,13	1,27	1,41	1,56	1,70	1,84	1,98	2,12	2,26
61	0,292	0,438	0,584	0,731	0,877	1,02	1,17	1,32	1,46	1,61	1,75	1,90	2,05	2,19	2,34
62	0,302	0,453	0,604	0,755	0,906	1,06	1,21	1,36	1,51	1,66	1,81	1,96	2,11	2,26	2,42
63	0,312	0,468	0,623	0,779	0,935	1,09	1,25	1,40	1,56	1,71	1,87	2,03	2,18	2,34	2,49
64	0,322	0,483	0,643	0,804	0,965	1,13	1,29	1,45	1,61	1,77	1,93	2,09	2,25	2,41	2,57
65	0,332	0,498	0,664	0,830	0,995	1,16	1,33	1,49	1,66	1,83	1,99	2,16	2,32	2,49	2,65
66	0,342	0,513	0,684	0,855	1,03	1,20	1,37	1,54	1,71	1,88	2,05	2,22	2,39	2,57	2,74
67	0,353	0,529	0,705	0,881	1,06	1,23	1,41	1,59	1,76	1,94	2,12	2,29	2,47	2,64	2,82
68	0,363	0,545	0,726	0,908	1,09	1,27	1,45	1,63	1,82	2,00	2,18	2,36	2,54	2,72	2,91
69	0,374	0,561	0,748	0,935	1,12	1,31	1,50	1,68	1,87	2,06	2,24	2,43	2,62	2,80	2,99
70	0,385	0,577	0,770	0,962	1,15	1,35	1,54	1,73	1,92	2,12	2,31	2,50	2,69	2,89	3,08
71	0,396	0,594	0,792	0,990	1,19	1,39	1,58	1,78	1,98	2,18	2,38	2,57	2,77	2,97	3,17
72	0,407	0,611	0,814	1,02	1,22	1,43	1,63	1,83	2,04	2,24	2,44	2,65	2,85	3,05	3,26
73	0,419	0,628	0,837	1,05	1,26	1,46	1,67	1,88	2,09	2,30	2,51	2,72	2,93	3,14	3,35
74	0,430	0,645	0,860	1,08	1,29	1,51	1,72	1,94	2,15	2,37	2,58	2,80	3,01	3,23	3,44
75	0,442	0,663	0,884	1,10	1,33	1,55	1,77	1,99	2,21	2,43	2,65	2,87	3,09	3,31	3,53
76	0,454	0,680	0,907	1,13	1,36	1,59	1,81	2,04	2,27	2,50	2,72	2,95	3,18	3,40	3,63
77	0,466	0,698	0,931	1,16	1,40	1,63	1,86	2,10	2,33	2,56	2,79	3,03	3,26	3,49	3,73
78	0,478	0,717	0,956	1,19	1,43	1,67	1,91	2,15	2,39	2,63	2,87	3,11	3,34	3,58	3,82
79	0,490	0,735	0,980	1,23	1,47	1,72	1,96	2,21	2,45	2,70	2,94	3,19	3,43	3,68	3,92
80	0,503	0,754	1,01	1,26	1,51	1,76	2,01	2,26	2,51	2,76	3,02	3,27	3,52	3,77	4,02