

ДИДАКТИЧНІ ЗАСАДИ ВИВЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ РІЗАННЯ ДЕРЕВИНИ.

У статті розглядаються дидактичні методи необхідні для формування фахових знань і умінь у студентів гуманітарно-технічних навчальних закладів.

***Ключові слова:** вчитель технологій, різець, фізичні основи різання, стружка, стругання, пиляння, пропил, тертя.*

При підготовці учителів технологій важливе значення має його практична та теоретична підготовка. Як відомо, практичні уміння не можуть удосконалюватись без вивчення теоретичних основ процесів, які відбуваються при виконанні практичних робіт. Одним із сегментів практичної підготовки вчителів технологій є обробка деревини. Опанування цього напрямку відбувається під час вивчення таких дисциплін як «Практикум з деревообробки», «Матеріалознавство виробів з деревини», «Технологія деревообробки», «Обробка конструкційних матеріалів»«Художня обробка деревини», «Технології виробництва конструкційних матеріалів».

Проблеми викладання технології обробки деревини майбутніми вчителями технологій досліджували: Тхоржевський Д.О., Муравйов Є.М., Молодцов М.П., Сидоренко В.К., Крейдлін Л.Н., Корець М.С. Водночас, питанню вивчення фізичних основ різання деревини у системі професійної підготовки вчителів освітньої галузі «Технологій» практично немає присвячених наукових статей. Тому **метою статті** є розробка дидактичних засад формування технічних компетентностей майбутніх вчителів технологій у процесі вивчення різання деревини і зокрема вивчення фізичних основ.

Тому це є актуальним і потребує ретельного аналізу та нових системних розробок.

Насамперед розглянемо деякі теоретичні аспекти технології деревообробки.

Теорія різання деревини – це наука, яка пояснює фізичні основи різання, відкриває закони утворення нових поверхонь, виявляє фактори різання і дає їм якісну оцінку і розрахункові методики. Ця галузь науки спрямована на вирішення практичних задач щодо удосконалення технології різання деревини на виробництві.

Основоположником теорії різання деревини вважається видатний російський учений Іван Августович Тіме, професор Петербургського гірничого інституту, надрукувавши в 1870р. «Опір металу і дерева різанню». Його наукові праці дали можливість створити вітчизняну, радянську школу обробки деревини різанням. Ця школа займала провідне місце в світі. Після розпаду Радянського Союзу, осередком вивчення теорії різання деревини стала Росія (науково-дослідницькі інститути в містах Архангельськ, Красноярськ, Хімки Московської обл., Балабанові Калужської обл.)

Різання деревини одне із самих складних фізичних явищ, тому вивчення різання деревини не передбачає відкриття нових фізичних законів, але потребує виявлення характерних дій відомих законів при різанні. Його складність обумовила появу різних напрямків в розвитку теорії різання. В наш час наука про різання деревини розвивається в трьох напрямках.

Перший напрям використовує метод механіко-математичного аналізу різання. Це школа І.А. Тіме і С.А. Воскресенського, які переносять методи науки про опір матеріалів на аналіз дії сил і поведінки стружки під час різання деревини.

Другий напрям розвиває фізичну теорію різання деревини. Вивчаються насамперед процеси пружної і залишкової деформації деревини, тертя на молекулярному рівні, вплив на ці процеси швидкості різання. Цей напрямок розробляли В.Д. Кузнецов і Є.Г. Іванівський.

Третій напрямок використовує фізико-технологічний метод, математично узагальнюючи експериментальні дані різання в емпіричні формули, які використовуються для практичних розрахунків (школа А.Л. Бершадського).

Поміж названими трьома теоріями різання деревини не можна провести чітких кордонів. Вони частини однієї теорії, доповнюючи і збагачуючи одна одну.

Деревина складається з витягнутих клітин різних розмірів і форми залежно від породи. Їх групи спеціалізовані. Розрізняють паренхіму, судини, серцевинні промені, трахеїди, лібриформ, смоляні ходи. Опір різанню дають головним чином механічні тканини – трахеїди (у хвойних породах) і лібриформ (у листяних породах деревини), які складають основну масу деревини.

Різання – самий поширений метод обробки деревини. З фізичної точки зору різання це сукупність процесів утворення нових поверхонь, деформація і тертя в системі різець – заготовка. Під час різання деревини проходять складні явища, пов'язані з зануренням леза в матеріал, деформацією заготовки, відділенням і формуванням елементів стружки. Щоб описати цей процес, його розкладають на сукупність простих, кожен з яких називають елементарним різанням. Для елементарного (простого) різання характерні наступні умови і признаки: різання повинно бути відкритим і виконуватися однією ріжучою кромкою; траєкторія різання прямолінійна, швидкість різання постійна і лезо перпендикулярне напрямку руху різця; товщина стружки постійна.

Основу ручних ріжучих інструментів і ріжучих частин верстатів складає клиновидний різець, який характеризується визначеною формою, кутовими і лінійними параметрами.

Особливості обробки деревини різанням пов'язані з її неоднорідною будовою, відносно не високою щільністю і твердістю. Не висока щільність значно зменшує сили опору різанню, що дозволяє суттєво зменшити кути

загострення і різання у різцях деревообробних інструментах, використовувати для різців менш дорогі матеріали, збільшувати швидкість різання і подачу. З іншого боку, волокниста будова деревини ускладнює різання з точки зору отримання високоточних розмірів, рівних і чистих поверхонь, при чому із зменшенням кута різання і кута загострення якість обробки поверхні знижується. Це пояснюється тим, що в результаті шарової будови деревини при входженні різця перед ним утворюється тріщина. При малих кутах різання тріщина поширюється на більшу довжину, тому отримуємо не різання а відщеп волокон. Для того щоб тріщина не поширювалась далеко в деревину, перед лезом різця ставлять підпор. Чим ближче підпор до леза, тим чистіше і рівніше оброблювальна поверхня. Якість обробки поверхні суттєво підвищується, коли використовуються стружколомачі чи контрножі.

Залежно від напрямку руху різця і розташування площини різання відносно напрямку волокон деревини розрізняють наступні три основні види різання: торцеве, повздовжнє і поперечне.

При торцевому різанні рух різця проходить в площині перпендикулярній напрямку волокон деревини. Стружка сколюється у вигляді слабо зв'язаних або зовсім не зв'язаних елементів.

Повздовжнє різання характерне тим, що рух різця відбувається повздовж волокон. Стружка може надламуватися і розділятися на елементи чи мати вигляд неперервної тонкої стрічки.

При поперечному різанні ріжуча кромка рухається в площині волокон перпендикулярно до їх напрямку. Стружка виходить ламка, її елементи слабо зв'язані один з другим.

Крім названих основних видів різання, зустрічаються також проміжні чи перехідні види: поперечно-торцеве, повздовжньо-торцеве і повздовжньо-поперечне. На практиці перехідні види різання зустрічаються частіше ніж основні.

Для отримання стружки як продукту, придання деталям правильної форми, точних розмірів і заданої шорсткості поверхні виконують стругання.

Стругання – це процес з прямолінійним і поступальним рухом різця, при якому площина різання, поверхня різання і оброблювальна поверхня співпадають і тоді отримуємо стружку постійної товщини. Дане визначення співпадає з визначенням елементарного різання. Отже стругання відноситься до простого різання.

Пиляння – найпоширеніший і досить трудомісткий вид різання деревини. Пиляння – це процес ділення деревини пилкою на об'ємні не деформовані частини шляхом перетворення в стружку деякої частини деревини між цими частинами.

Пилка є диском або стрічкою з насіченими з одного боку зубцями і працює в закритому пропилі, тобто щілині, яка утворюється в деревині при зрізанні зубцями пилки вузьких стружок (тирси). Кожний зуб пилки має три ріжучі кромки – одну передню і дві бокові.

При пилянні бокові ріжучі кромки зубів пилки деформують стінки пропилу. Після проходу зубів стінки пропилу пружно відновлюються, віддаль між ними скорочується і полотно пилки виявляється затиснутим. При роботі в таких умовах сила тертя пилки по стінках пропилу досягає великого значення і пилка сильно нагрівається, змінює свої лінійні розміри, працювати нею стає неможливо. Щоб попередити затискання пилки, роблять розширення її зубчастої кромки. Ширина пропилу завжди повинна бути більше товщини полотна пилки. Якщо цю умову не витримати, то стінки пропилу затиснуть пилку.

Розширення пропилу отримують використовуючи пилки оснащені пластинками з твердих сплавів. Зубчатий вінок таких пилок товстіший полотна, в результаті чого при роботі забезпечується зазор між стінками пропилу і тілом пилки. Ще один вид збільшення ширини пропилу – це розведення зубців пилки. Для цього зубці розводять, по черзі через один відгинаючи їх в різні боки. При розводі відгинають не весь зуб, а лише

верхню частину на висоту приблизно $\frac{2}{3}$ від основи. Величина розводу залежить від щільності, твердості, вологості деревини і висоти зубів пилки. При пилянні деревини твердих порід, а також сухої деревини розведення складає 0,25 – 0,5мм на одну сторону, а м'яких порід і вологої деревини – 0,5 – 0,7мм. Ні в якому разі пропи́л не повинен бути більшим від подвійної товщини полотна інструменту.

Під час розпилювання деревини, передня кромка зуба ріже волокна матеріалу, а передня грань тисне на деревину, що зрізується, і вводить її в пропи́л. Із-за пружності деревини, бокові стінки утвореного пропи́лу після проходження зуба частково відновлюються і стружка виявляється затиснутою з боків стінками пропи́лу. При подальшому русі зубця стружка, пересилюючи тертя з стінками пропи́лу і передньої поверхні зуба, впресовується в міжзубну пазуху (западину), поступово заповнюючи її. Стружка спочатку упирається в дно пазухи, надламується, згинається, піджимається до передньої поверхні наступної за нею стружки, яка ковзає уже по попередній стружці. Таким чином, порівняно з відкритим різанням при пилянні необхідно перебороти допоміжний опір, виникаючий від пресування стружки в пазусі зубів і від тертя їх в пропи́лі. На вході зуба в деревину цей опір дорівнює нулю, а на виході досягає максимального значення.

Розпилювання деревини може відбуватися в різних напрямках відносно до волокон. При цьому розрізняють два головних напрямки, з якими частіше всього зустрічаються на практиці – повздовжній і поперечний. У першому випадку стінки пропи́лу розташовані паралельно (повздовжньо) до волокон деревини, а в другому – перпендикулярно (поперек). Відповідно з цим і пиляння отримало назву – повздовжнє і поперечне. Існує і змішане пиляння, коли пропи́л розташований під кутом до волокон деревини.

Зубець пилки для повздовжнього пиляння має форму косокутного трикутника з гострим кутом 45-60 градусів, для поперечного пиляння – рівнобедреного трикутника з кутом 60-70 градусів. Зубці пилок для змішаного розрізування матеріалу мають форму прямокутного трикутника з

кутом загострення 50-60 градусів і направлені в сторону пиляння. Процес різання стружки при повздовжньому і поперечному пилянні відбувається по різному. Правило пиляння можна сформулювати наступним чином. При входженні зубця в деревину спочатку необхідно перерізати волокна, а потім з найменшим опором відділити надрізані волокна від заготовки і видалити стружку із пропилу.

У повздовжньому пилянні, при рухові пилки вперед, зубець своєю головною ріжучою кромкою врізається в деревину і перерізає її волокна. Клин зуба проникає в деревину і передня грань віджимає відрізану стружку від заготовки. Так як міцність деревини в площині волокон не велика, то надрізана частина стружки сколюється і потрапляє в пазуху. Від стінок пропилу стружка теж сколюється, так що бічні ріжучі кромки пилки не встигають брати участь у різанні. Пилки для повздовжнього пиляння ріжуть деревину тільки при рухові вперед. Таким чином, при повздовжньому пилянні основу роботу виконує головна ріжуча кромка зубця пилки. Тому зубець загострюється так, щоб кут різання при головній ріжучій кромці був менше 90 градусів, а задній кут – більше нуля. Бічні ріжучі кромки не загострюють і залишають їх такими, які вони виходять після насічки зубців з кутом різання 90 градусів.

При поперечному пилянні спочатку потрібно перерізати волокна деревини. Цю роботу можна виконати лише бічною ріжучою кромкою. На дні пропилу утворюється слід, як від леза ножа. Для цього лезо потрібно нахилити по ходу вперед. По мірі пиляння зубці все глибше проникають в деревину, роблячи надрізи бічними кромками. Скошена передня грань давить на середню частину деревини і сколює її то вліво, то вправо вздовж волокон. Сколювання починається при потраплянні зубців пилки в деревину на глибину 0,8мм. Таким чином, при поперечному пилянні деревини основну роботу виконують бічні ріжучі кромки, нахилені вперед і маючі скошені передні грані. Зубці пилок для поперечного пиляння мають двобічне загострення. Такі пилки розрізають деревину в обох напрямках руху.

Пилки для змішаного пиляння (універсальні) працюють за принципом схожим до пилок для повздовжнього пиляння. Вони розрізають деревину тільки при рухові вперед, і можуть бути використані як для повздовжнього, так і для поперечного пиляння.

Подальше удосконалення різання деревини і деревинних матеріалів іде по шляху пошуку застосування нових фізичних законів, ефектів і явищ, використовуючи в верстатах нових фізичних принципів дії. Перспективним напрямком вважається безстружкове різання, яке може бути отримане різними носіями енергії. Наведемо приклади кількох нових експериментальних напрямків різання деревини.

Ножове різання виконується ножами із швидкістю головного руху 7 – 8 м/с. Його використовують в пристроях для валки дерев, розкрязування хлестів, обрізання сучків а також в гільйотинних ножицях і стругальних верстатах. Ножове різання характеризується меншими затратами енергії порівняно з іншими видами різання.

При вібраційному різанні в деревині виникають пружні коливання. Підбирають таку амплітуду і частоту вібрацій леза, при якій виникає резонанс між вібраціями леза і коливаннями в деревині. У такому випадку деревина буде руйнуватися при менших напруженнях. Тому вібраційне різання відрізняється меншими енергозатратами, порівняно з традиційними видами обробки деревини.

Безстружкове пиляння деревини відбувається за допомогою пилок, зубці яких двостороннє бокове загострення по переднім і заднім граням. При багаторазовому проходженні вершин зубців пилки по одному сліду, в деревині утворюється пропилю. При безстружковому пилянні частина деревини виноситься з пропилю у вигляді пилі. Пил і стінки пропилю обвуглюються, тому що при різанні виділяється багато тепла. Колір стінок пропилю змінюється з кольору деревини до темно-коричневого і залежить від режимів пиляння. Потужність безстружкового пиляння в 2-3 рази менша, ніж при звичайному пилянні круглими пилками.

Ультразвукове різання деревини відбувається в результаті бомбардування абразивом оброблювальної заготовки і кавітації суспензії абразиву. Під дією інструменту, віброуючого з частотою до 3000 Гц, швидкість абразивних зерен збільшується, і їх тиск на деревину досягає 1700 МПа. Енергія абразивних зерен витрачається на розрізання і видалення мікрочастинок деревини.

При різанні деревини лазерним променем, промінь тисне на деревину світлом і, нагріваючи, перетворює всі її складові в нагріті гази. Лазери потужністю 20-50 Вт дозволяють ділити заготовку товщиною 10мм із швидкістю подачі 30-50 мм/с. Ширина пропилу при цьому дорівнює 0,2-0,4мм. Ділення деревини лазерним променем вважається дуже перспективним, але вимагає подальших наукових досліджень.

Стрімкі зміни в економіці, що відбулися в кінці двадцятого та на початку двадцять першого століття, вимагають від учителя технологій глибоких знань і розумінь процесів, які відбуваються під час різання конструкційних матеріалів та сучасних наукових напрямків подальшого розвитку різання деревини.

Розглянуті дидактичні засади теорії різання деревини доцільно включати до практикуму деревообробки з теми «Площинне різання деревини». Цим самим ми створимо теоретичне підґрунтя до освоєння технології деревообробки.

Використана література:

1. Практикум у навчальних майстернях: навчальний посібник / За редакцією Тхоржевського Д.О. – К.: Вища школа, 1972. – 424 с.
2. Муравйов Є. М., Молодцов М. П. Практикум в учебных мастерских (обработка древесины и пластмасс): учебное пособие – Москва: Просвещение, 1987. – 240 с.

3. *Войтович І.Г.* Основи технології виробів з деревини: навчальний посібник / Л.: Інтеллект-Захід, 2004. – 272 с.
4. *Засць І. М.* Технологія виробів з деревини: навчальний посібник / Л.: Інтеллект-Захід, 1999. – 220 с.
5. *Крейндлін Л. Н.* Столярні роботи: навчальний посібник / пер. з рос. Сидоренко В. К. / К.: Вища школа, 1993. – 263с.
6. *Глебов И. Т.* Резание древесины: учебное пособие / Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. – 228 с.

Коваленко И. В. Дидактические основы изучения физических принципов резания древесины.

В статье рассматриваются дидактические методы необходимые при формировании профессиональных знаний и умений в студентов гуманитарно-технических учебных заведений.

Ключевые слова: учитель технологий, резец, физические процессы резания, стружка, трение, пропил.

Kovalenko I. V. Didactic basics of studying the physical principles of cutting wood.

This article discusses the teaching methods are required in the formation of professional knowledge and skills in students of pedagogical technologic.

Keywords: teacher of labour studies, cutting, physical process cutting, shaving, friction, saw cut.