ШИФР: **МЕБЛІ**

ГАЛУЗЬ НАУКИ: **Обробка матеріалів у машинобудуванні**

**НАУКОВА РОБОТА**

На тему:

«оптимізація параметрів режимів різання при обробці деревини»

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
| **АНОТАЦІЯ** | 3 |
| **ВСТУП** | 5 |
| **РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЕРЕВООБРОБКИ** | 8 |
| **1.1. Вибір технології деревообробки залежно  від галузі застосування** | 8 |
| **1.2. Види обробки деревини з проміжними швидкостями** | 10 |
| **РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ЗОНІ РІЗАННЯ** | 11 |
| **2.1. Отримання поверхонь інструментів з різною шорсткістю** | 14 |
| **РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ РІЗАННЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ В ЗОНІ РІЗАННЯ** | 16 |
| **3.1. Вплив швидкості різання на температуру** | 16 |
| **3.2. Вплив параметрів зрізуваного прошарку на температуру** | 19 |
| **3.3. Визначення впливу шорсткості поверхонь інструменту на температуру в зоні різання** | 22 |
| **3.4. Визначення похибок при дослідженні температур в зоні різання** | 25 |
| **ВИСНОВКИ** | 28 |
| **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ** | 29 |

**АНОТАЦІЯ**

наукової роботи під шифром «**меблі**»

**Актуальність роботи.**

В нашій роботі основним завданням було дослідження процесів, що відбуваються при чистовій обробці деревини, кінцевим фасонним інструментом. Такий вид оброблення застосовується в меблевій промисловості де особливо важливо отримувати поверхні, часто складно-профільні, з високою точністю та заданою шорсткістю.

Зараз це завдання набуло особливої актуальності, в зв’язку з розумінням наскільки екологічно небезпечними є меблі, які оточують нас постійно і виготовлені не з натуральної деревини, тому містять в своєму складі такі шкідливі сполуки , як фенол-формальдегіди.

**Мета рoбoти**. Визначити вплив параметрів перехідних режимів різання деревообробки для їх оптимізації в процесі чистового оброблення фасонних поверхонь меблевих деталей.

Предмет досліджень– деревообробка деревини твердих порід, при виготовленні деталей меблевої галузі.

Об’єкт дослідження – температурні та динамічні параметри режимів чистового оброблення складно-профільних відкритих та закритих поверхонь деревини.

Відповідно до поставленої мети та згідно проведеному аналізу проблеми в роботі вирішувались такі задачі:

1. Провівши аналіз передових методів деревообробки встановити параметри оптимізації процесів різання.
2. Визначити основні фізичні явища, які необхідно дослідити в процесі деревообробки .
3. Провести аналіз динамічних та температурних характеристик процесу деревообробки.
4. Встановити закономірності впливу параметрів режиму деревообробки на сили та температуру процесу взаємодії між інструментом та заготовкою.
5. Прoаналізувавши отримані результати функціональних залежностей розробити рекомендації для оптимізації режимів чистової обробки меблевих деталей.

**Методика дослідження**. Дослідження ґрунтуються на фізичних та металографічних методах аналізу температур в зоні різання, з побудовою графічних залежностей в логарифмічних координатах, що дає можливість визначити ступінь впливу аргументів на функціональну залежність, тобто, в нашому випадку, параметрів режиму різання на температуру в зоні різання.

**Загальна характеристика роботи.** Робота складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи без додатків складає 30 сторінок.

У вступі наведено обґрунтування застосування біметалевих виливків для підвищення ефективності роботи обладнання.

В першому розділі проведено аналіз проблем, що виникають в процесі чистової обробки деревини.

В другому розділі наведена методика досліджень.

В третьому розділі на основі дослідів з оброблення деревини твердих порід при різних швидкостях, глибині різання та подачах встановлені закономірності впливу параметрів режиму різання на температуру поверхонь інструменту і заготовки. Запропоновані принципово нові методики визначення температур за ступенем обвуглецювання деревини та кольорів мінливості на інструменті.

У висновках до роботи узагальнено результати дослідження та встановлено найважливіші його результати, які дозволяють оптимізувати режими різання при чистовій обробці деревини. Список використаних джерел налічує 16 посилань статті у науково-технічних періодичних виданнях і монографії.

**ВСТУП**

Деревообробна галузь України займає одне з провідних місць в структурі економіки держави.

На всіх етапах розвитку людства розширювалося і застосування деревини, особливо в будівництві, для виготовлення меблів та інших предметів побуту та, навіть, мистецтві. Її широко застосовували в вагоно - судно-, авто- і авіабудуванні.

Значення для життєзабезпечення людини виробів з деревини сьогодні не знизилася і, безсумнівно, збережеться в майбутньому. Це пояснюється багатьма причинами і перш за все завдяки найціннішим властивостям деревини як конструкційного матеріалу. Незважаючи на широкий спектр застосування виробів з деревини та їх конструкції, теоретичні основи технологічних процесів деревообробки розвивались менш стрімкими темпами в порівнянні, наприклад, з технологіями обробки металів.

У будь-якому деревообробному виробництві обробка деревини відбувається по етапах, в процесі яких, кінцевому виробу з деревини надають певні властивості, які повинні відповідати певним вимогам ринку. Тільки при виконанні цих вимог можна гарантувати стійкість виробу в процесі його експлуатації, механічну стійкість, незмінність лінійних розмірів в середовищі, де часто виникають зміни вологості і температури.

Особливо гостро стоять питання забезпечення точності геометричних параметрів деталей, а також стійкості до впливу навколишнього середовища в меблевій промисловості. Тому тривалий час вважалось, що натуральна деревина не повністю відповідає цим вимогам із-за схильності до жолоблення під впливом зовнішніх навантажень та зміні вологості.

Основним і майже незамінним конструкційним матеріалом при виготовленні деталей меблів вважались листи ДСП та ДВП.

Але зараз, коли людство все більше уваги приділяє питанням екологічної безпеки питання виготовлення меблів із натуральної деревини набуло особливої актуальності.

Все більше людей розуміє наскільки екологічно небезпечними є меблі, які виготовлені з листів ДСП і ДВП, а не з натуральної деревини, тому містять в своєму складі як фенол-формальдегіди.

Загальновідомо, що для виготовлення листів та елементів меблів використовується суміш деревної тирси та фенол-формальдегідної смоли (що є звязуючою, клеючою речовиною), що при високій температурі пресується для надання їй певних геометричних параметрів. З такого матеріалу зроблена майже всі корпусні меблі в сучасних квартирах. Звичайно це є досить економним варіантом меблів. Але смоли, які входять до складу ДСП випаровують шкідливі речовини для людського організму. Формальдегід, що виділяється з ДСП, вкрай негативно впливає на шкірні покриви, органи дихання і зір людини. Також шкідливий газ небезпечний для центральної та нервової систем. Навіть якщо виробник меблів зі спресованої тирси надає сертифікат якості, такі вироби не можуть бути до кінця безпечні для людського організму.

Практично всі меблі, що складаються з деревино-стружкових плит (ДСП), є джерелом надходження формальдегіду в наше довкілля, так як формальдегід використовується як компонент клею при виготовленні цих плит. Крім того, формальдегід може виділятися з оздоблювального матеріалу, виготовленого з сполук на основі фенол-формальдегідних смол (різні пластикові вироби, наприклад, жалюзі, стінові і стельові панелі). Ті ж смоли часто використовуються у виробництві і предметів побуту пластикові прикраси і упаковки.

Формальдегід офіційно вважається канцерогеном, тобто речовиною, що викликає рак. Про це заявило Міжнародне агентство з дослідження раку, що входить до Світової організації охорони здоров'я. Експертами доведено зв'язок формальдегіду з підвищеним ризиком розвитку ракових пухлин носоглотки. Крім того, дані проведених досліджень говорять про те, що ця речовина може призводити до лейкозу.

Тому особливо актуальним є виготовлення меблів з натуральної деревини, але явища які супроводжують процес деревообробки кінцевими фрезами, як циліндричними так і складно-профільними вивчені недостатньо.

Питанню температури в зоні різання взагалі приділена недостатня увага в літературі, що обумовлено складністю процесів. А при чистовій обробці поверхонь, як спряжених так і оздоблювальних це має надзвичайно важливе значення. Особливо це стосується складно-профільних поверхонь, як зовнішніх так і внутрішніх, де, при обробці деревини неможливе застосування фінішного абразивного оброблення.

Дослідження процесів, що відбуваються при чистовій обробці деревини, кінцевим фасонним інструментом має надзвичайно важливе значення, тому що такий вид оброблення застосовується в меблевій промисловості, де особливо важливо отримувати поверхні, часто складно-профільні, з високою точністю та заданою шорсткістю.

**РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЕРЕВООБРОБКИ**

На всіх етапах історії розвитку людства застосування деревини набувало все більш широкого значення в будівництві, побуті, техніці, мистецтві. Одночасно розвивалися і удосконалювалися методи обробки деревини.

**1.1. Вибір технології деревообробки залежно   
від галузі застосування.**

Взагалі, деревина була першим конструкційним матеріалом. При виготовленні одного з перших людських знарядь – спису застосовувалась, як механічна обробка деревини – з метою надання відповідної форми, так і хімічна, при якій загострений кінець обпалювався у багатті і таким чином зміцнювався.

Доказом цього слугує спис, який знайшли на північ від Янської стоянки, яка вважається найпівнічнішою стоянкою епохи палеоліту. Знайшли його усередині мамонтових ребер. Довжина знаряддя - більше 30 см, воно має дуже гострий ідеально відшліфований кінчик. На деякій відстані від вістря з обох сторін знаряддя є пази, абсолютно рівні по ширині і глибині і неначе зроблені верстатом. У такі пази вкладалися мікроліти - гострі пластинки з каменю, і це посилювало вражаючу здатність списа. Такі технології виготовлення копій з'явилися близько 12 тисяч років назад, напередодні вимирання мамонтів.



Рис. 1. 1. Спис який знайшли в середині мамонтових ребер

З появою ремесел деревина стала одним з перших конструкційних матеріалів для виготовлення прядильних, ткацьких, млинових, гончарних та інших верстатів [1]. Її широко застосовували в вагоно - судно-, авто- і авіабудуванні.

В даний час з неї виготовляють вироби тисяч найменувань. Це перш за все найрізноманітніші меблі, деталі будівель і споруд, численний господарський та спортивний інвентар, музичні інструменти [2].

Дерево, як конструкційний матеріал відрізняється значною анізотропією властивостей, що обумовлено складною внутрішньою будовою. Деревні матеріали обробляються з порушенням зв'язку між волокнами різанням: пилянням, струганням, фрезеруванням і т.п. [3].

Механічна обробка деревини - це обробка при якій змінюються форма і розмір деревини без зміни внутрішньої будови.

Згинання деревини при виготовлені меблів застосовується з метою надання деталям складно профільних об’ємних поверхонь [4].

Теорія різання деревини з'явилася в 1870 році, як і теорії обробки металів різанням її основоположником був Іван Августович Тіме [4]. Виходячи з положень цієї теорії обробка різанням, здійснювана лезовим інструментом, називається лезовою обробкою. У разі, якщо різання здійснюється абразивними зернами, обробку називають абразивної.

При обробленні деревини визначальними параметрами процесу різання є геометрія ріжучого інструменту, його матеріал, шорсткість, а також складові режиму різання – глибина, подача та швидкість різання [6].

В нашій роботі основним завданням було дослідження процесів, що відбуваються при чистовій обробці деревини, кінцевим фасонним інструментом. Такий вид оброблення застосовується в меблевій промисловості, де особливо важливо отримувати поверхні, часто складно-профільні, з високою точністю та заданою шорсткістю.

Питанню температури в зоні різання взагалі приділена недостатня увага в літературі, що обумовлено складністю процесів. А при чистовій обробці поверхонь, як спряжених так і оздоблювальних це має надзвичайно важливе значення. Особливо це стосується складно-профільних, як зовнішніх так і внутрішніх поверхонь, де, при обробці деревини, неможливе застосування фінішного абразивного оброблення.

**1.2. Види обробки деревини з проміжними швидкостями.**

Провівши аналіз загальних основ та особливостей обробки деревини різанням, що відбувається при значних швидкостях ( до 50…100 *м/сек*) [7], в порівнянні з обробкою металів та сплавів, де режими різання не перевищують (30…80 *м/хв*).

В завдання нашої роботи входило дослідження процесів фрезерування складно-профільних поверхонь та пазів. При цьому досліджувані режими різання займають проміжне положення зі швидкістю до 10 *м/сек*. Одним з видів цього оброблення є фрезерування за профілем копіру*.*

В процесі копіювання отримують фасонні деталі, що не є тілами обертання. Оброблення проводять кінцевими фрезами малого діаметра. Фрезерують рельєфні елементи та проводять скульптурне різьблення.

Вплив вологості і температури.

Міцність деревини зменшується зі збільшенням вологості від абсолютно сухого стану до точки насичування волокон. Міцність більш вологої деревини змінюється незначно. Зменшення тимчасового опору різанню зовсім не визначає відповідного зниження роботи різання, що витрачається на зняття поверхневого прошарку у вигляді стружки [8]. Крім зміни величини напруження деформації, треба враховувати ще зміна величини деформації, яка значно більша у вологої деревини в порівнянні з сухою. Тому зовнішня робота

*A = P L*

де: Р - діюча сила,

L - шлях її дії до в процесі руйнування.

Очевидно, що, не дивлячись на зниження напружень при обробленні вологої деревині, робота руйнування зросла.

Зміна температури деревини завжди залежить від інших факторів [9], наприклад від вологості. Зі збільшенням температури міцність деревини зменшується, але цей процес досліджений не достатньо. В літературі можна знайти дані , які описують особливості обробки замороженої деревини [10]. Вплив вологості і температури на властивості деревини і її здатність оброблюватись різанням потребують подальших досліджень.

Проведений аналіз явищ, що виникають в процесі обробки деревини різанням визначив необхідність проведення досліджень направлених на оптимізацію режимів виготовлення деталей меблевої галузі. При цьому особливу зацікавленість викликають недостатньо досліджені перехідні режими, з точки зору швидкості різання, що мають місце при обробленні складно профільних поверхонь відкритого та закритого типів, таких як прямокутні та фігурні пази, а також складно-профільні та фасонні оздоблювальні деталі.

**РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ЗОНІ РІЗАННЯ**

При оброблені матеріалів різанням робота та тертя інструменту по заготовці зумовлює утворення та виділення значної кількості енергії у вигляді теплоти.

Енергія тепла розподіляється між, інструментом, заготовкою і навколишнім середовищем. Якщо при обробці металів та сплавів співвідношення розподілу теплової енергії загальновідомі [11], тобто в стружку виділяється (60...85 %) тепла, в інструмент (15...35%), а решта відповідно в заготовку і навколишнє середовище - (1...5%), (0,5…3 ͦ%).

При обробленні деревини практично відсутні реальні дані досліджень реального розподілення теплової енергії, що обумовлено незначною теплопровідністю деревини, а також складністю процесів вимірювання температури в зоні різання при оброблення багаторізцевим інструментом.

Особливість процесу різання при деревообробці в тому, що теплостійкість матеріалу інструменту (в нашому випадку сталь Р18 – 650 °С ), досить висока, а температура, при якій починаються незворотні процеси утворення на обробленій поверхні окислених прошарків (обвуглецювання), а потім і процеси горіння, тління, значно нижча і не перевищує 200°С.

При проведенні дослідів нами встановлено, що різниця між температурою ріжучої кромки інструменту і оброблюваної заготовки при незначних подачах, які мають місце при чистовій обробці,   
перевищує 100… 200°С.

На практиці при обробці деревини теплота, яка зумовлює нагрівання заготовки майже не впливає зміну її розмірів. Нагрівання різального інструменту знижує його зносостійкість і може спричинити зміну розмірів деталі через теплові деформації інструменту. В зоні різання інструмент може нагріватися до значних температур їх величина сягає 250…380°С і обмеження визначає теплостійкість матеріалу заготовки - деревини.

Методи вимірювання температури поділяють на контактні і безконтактні. До контактних належать такі методи: калориметричний, термопар, термоопору, термоіндикаторів, волоконно-оптичний, кварцових термометрів, термотранзисторів, калориметричний. Безконтактні методи: інфрачервоних перетворювачів (інфрачервоні пірометри, тепловізори), ультразвукових термометрів [13, 27].

Для вимірювання температур у процесі різання широко використовують термопари: штучні, напівштучні, природні. Метод штучної термопари (рис.2.1) забезпечує вимірювання температури різця біля різальної кромки.

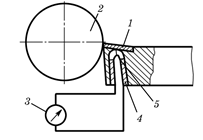


Рис. 2.1. Метод штучної термопари

Для цього в отвір, який на 0,2...0,5 *мм* не доходить до передньої поверхні різця *1*, вставляють термопару *5* (хромель-алюмель та ін.). До кінців термопари *5* підключають мілівольтметр *3,* який і визначає електрорушійну силу.

Термопара ізолюється трубкою *4*. Значною перевагою цього методу є можливість використання стандартних термопар, які не потребують спеціального тарування. Недолік методу полягає у вимірюванні температури на певній глибині від контактних поверхонь інструменту, через що температура на 50...80 °С нижча від дійсної, але цю похибку в наших дослідженнях ми враховували за рахунок утворення кольорів мінливості на передній поверхні інструменту в інтервалі температур 200…300°С, що дозволяло досить точно коректувати отримані результати.

Механізм впливу різних чинників на температуру різання зумовлений силами різання і умовами тепловідведення. Так, підвищення міцності, твердості й пластичності оброблюваного матеріалу збільшує, а збільшення його теплопровідності зменшує температуру в зоні різання.

Виходячи з положень теорії різання матеріалів із параметрів режиму деревообробки на температуру в зоні контакту інструменту і заготовки, найбільше впливає швидкість різання *v*, менше подача *s* і найменше глибина різання *t*. Крім цього, інтенсивність впливу падає зі збільшенням цих параметрів різання.

Залежність температури різання від його режиму, отриману дослідним шляхом, виражають формулою



де:  **—** коефіцієнт, який залежить від матеріалу заготовки, матеріалу різця і умов різання;

*v* — швидкість різання, *м/хв*;

*s* — подача, *мм/об;*

*t —* глибина різання, *мм*;

 — показники степенів, що враховують вплив, відповідно, *t, s, v* на температуру в зоні різання.

В існуючу формулу було додатково введений ще один аргумент, який вказує на вплив на температуру в зоні різання шорсткості передньої поверхні інструменту.

Зрозуміло, що саме шорсткість поверхонь визначає сили тертя, які в значній мірі впливають на температурні показники процесу різання при обробці деревини.

**2.1. Отримання поверхонь інструментів з різною шорсткістю**

Для отримання інструменту поверхні якого мали б різну ступінь шорсткості проводилось шліфування різців по передній і задній поверхням, абразивом з різною зернистістю, а також полірування.

Діапазон зміни шорсткості Ra оброблених поверхонь змінювався   
від 1,75 мкм до 0,16 мкм, від обдирочного і чорнового шліфування до фінішного, а також полірування (0,032). Для забезпечення відповідних показників шорсткості застосовувався абразивний інструмент з відповідним розміром зерен. В табл..2.1 наведені види шліфування, зернистість абразивного інструменту, а також, відповідно до цих параметрів, отримана шорсткість оброблених поверхонь інструменту. З метою відповідності отриманої шорсткості поверхонь розміру абразивних зерен тривалість шліфування не перевищувала 15..20 сек, відповідно рекомендаціям [12].

Провівши аналіз існуючих режимів різання при виготовленні деталей меблевої галузі встановлено, що чистове фрезерування відкритих поверхонь кінцевими фрезами, оброблення поверхонь пазів ланцюговими інструментами, а також оброблення складно профільних об’ємних поверхонь фасонним інструментом проводиться при перехідних режимах. Тобто діапазон зміни швидкості головно руху знаходиться в межах до10 *м/сек*.

Відповідність шорсткості обробленої поверхні до  
зернистості абразивного інструменту

*Таблица 2.1*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид шліфування | Позначення  зернистості, відповідно до ГОСТ 3647-71 | Позначення зернистості, відповідно до стандартів FEPA ISO 6344 | Розмір зерен основної фракції, *мкм* | Шорсткість поверхні Ra,  *мкм* |
| Шліфуванння обдирочне | 63Н | P24 | 800…630 | 1,75 |
| Шліфування чистове | 12H | P100 | 160…125 | 0,32 |
| Шліфування фінішне | М20 | P1200 | 20…14 | 0,16 |
| Полірування | М3…10 | P1200 | 3…10 | 0,032 |

Зменшення цієї швидкості недоцільно з точки зору зниження продуктивності процесу. В той же час однією із задач нашої роботи було забезпечення високої якості обробленої поверхні, мінімальної шорсткості. Виходячи з того, що чистове фрезерування при обробленні складно профільних поверхонь в меблевій промисловості часто є фінішною обробкою, тому що обробляти складно-профільні об’ємні поверхні абразивним інструментом дуже складно. А досить часто і неможливо використовувати методи шліфування, особливо при обробці внутрішніх закритих поверхонь.

Матеріал різальної частини різця – Сталь Р18. Матеріал заготовки деревина твердих порід (дуб).

Геометричні параметри різців з різною шорсткістю поверхонь були ідентичними, з метою мінімінізувати вплив побічних випадкових факторів на результати дослідів.

**РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ РІЗАННЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ В ЗОНІ РІЗАННЯ**

**3.1. Вплив швидкості різання на температуру**

Вимірювання температури в зоні різання проводилось відповідно до методики наведеній в розділі 2.

Матеріал різальної частини різця – Сталь Р18. Матеріал заготовки деревина твердих порід (дуб).

Визначення температури в зоні різання проводилось за допомогою хромель-алюмелєвої термопари. Термопара встановлювалась в канавки основи різця безпосередньо під ріжучу пластину (лезо), товщина якої складала 3 *мм.* Звичайно це накладало похибки на отримані результати дослідів, тому проводилось контролювання отриманих результатів шляхом визначення кольорів мінливості на поверхні інструменту та кольорів обвуглецювання деревини на поверхні заготовки. Процес вимірювання температури показаний на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Процес вимірювання температури в зоні різання термопарою

Виходячи з теорії обробки різанням матеріалів найбільший вплив на температуру в зоні різання має саме швидкість взаємодії між інструментом і заготовкою.

Було проведено дві серії дослідів. В першій серії зміна швидкості різання забезпечувалась зміною частот обертання шпинделя верстата, а в другій зміна швидкості відбувалась за рахунок зменшення діаметра обробленої заготовки.

Отримані результати дослідів наведені в табл. 3.1., які вказують на пряму залежність температури від швидкості.

Результати дослідження температури в зоні різання залежно від швидкості при зміні частот обертання

*Таблиця 3.1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № досліду | Глибина,  t,  *мм* | Подача,  S,  *мм/об* | Частота обертання,  n, *хв-1* | Швидкість  різання,  *м/с* | Температура | |
| *mV* | ,0C |
| 1 | 2 | 0,2 | 315 | 1,1 | 1,5 | 65 |
| 2 | 2 | 0,2 | 450 | 1,8 | 2,5 | 90 |
| 3 | 2 | 0,2 | 630 | 2,5 | 4 | 126 |
| 4 | 2 | 0,2 | 900 | 3,3 | 5 | 143 |
| 5 | 2 | 0,2 | 1255 | 5,1 | 7,6 | 210 |

За результатами дослідів побудована графічна залежність   
 *θ=f(Vn)* рис. 3.2.

Аналізуючи характер отриманої графічної залежності визначаємо ступінь впливу зміни швидкості на температуру в зоні різання при обробці деревини « *nθ =* 0.8», Що не повністю відповідає теоретичним значенням цього показника , що визначався при обробці металів.

Результати проведення другої серії дослідів в якій зміна швидкості відбувалась за рахунок зменшення діаметра обробленої заготовки наведені   
в табл. 3.2.

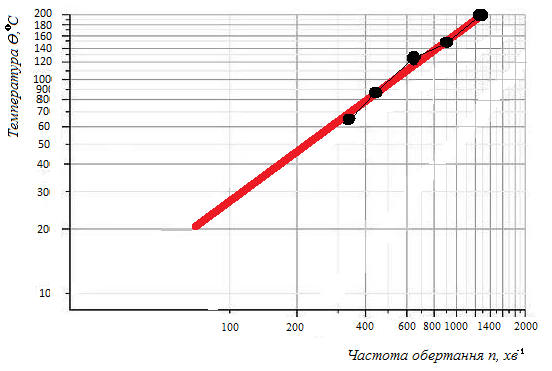


Рис. 3. 2. Графік залежності температури в зоні різання залежно від швидкості при зміні частот обертання

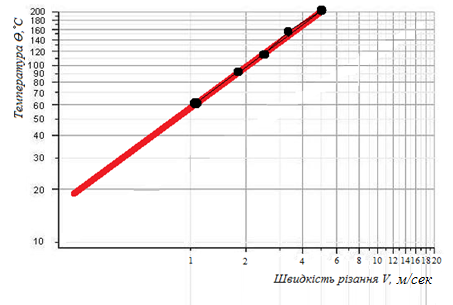
Результати дослідження температури в зоні різання залежно від швидкості при зміні діаметра заготовки

*Таблиця 3.2*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № досліду | Частота обертання,  n, *хв-1* | Діаметр, *мм* | Швидкість  різання,  *м/с* | Температура | |
| *mV* | ,*0C* |
| 1 | 1255 | 37 |  | 1,5 | 61 |
| 2 | 1255 | 42 |  | 2,5 | 92 |
| 3 | 1255 | 75 |  | 4 | 112 |
| 4 | 1255 | 140 |  | 5 | 156 |
| 5 | 1255 | 150 | 915 | 7,6 | 211 |

За даними дослідів побудована графічна залежність на рис. 3.3. Графічна залежність має аналогічний характер, як і при зміні температури залежно від зміни частот обертання ( *nθ =* 0,8).

Хоча виходячи з логіки процесу при зміні діаметра заготовки повинні змінюватись сили тертя заготовки по задній поверхні інструмента, тому що зі збільшенням діаметра збільшується і площа контакту, але, виходячи з отриманих результатів, визначальний вплив на температуру в зоні різання має процес стружкоутворення та тертя стружки по передній поверхні інструменту.

Рис. 3.3. Графік залежності температури в зоні різання від швидкості при зміні діаметра заготовки

Аналіз отриманих результатів впливу швидкості різання на температуру в процесі деревообробки дало можливість визначити показник степеню в математичній залежності, що використовується в теорії різання для визначення температурних показників процесу в інтервалі швидкостей від 2 до 10 *м/с*.

Оброблення з такими швидкостями використовується при чистовій обробці деревини в процесі виготовлення меблевих деталей.

**3.2. Вплив параметрів зрізуваного прошарку на температуру**

В нашій роботі визначався вплив на температуру в зоні різання глибини різання при деревообробці з перехідними швидкостями. З цією метою проведена серія дослідів коли при зміні глибини оброблення визначалась температура в зоні різання, при цьому подача і швидкість залишались незмінними. Результати досліджень занесені в табл. 3.3.

Результати дослідження температури в зоні різання залежно від глибини

*Таблиця 3.3*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  досліду | Глибина,  t,  мм | Подача,  S,  мм/об | Частота обертання,  n, хв-1 | Швидкість  різання,  м/с | Температура | |
| mV | ,0C |
| 1 | 2 | 0,2 | 900 | 3,5 | 1,5 | 40 |
| 2 | 3 | 0,2 | 900 | 3,5 | 2,5 | 47 |
| 3 | 4 | 0,2 | 900 | 3,5 | 4 | 49 |
| 4 | 5 | 0,2 | 900 | 3,5 | 5 | 58 |
| 5 | 8 | 0,2 | 900 | 3,5 | 7,6 | 60 |

За отриманими результатами побудована графічна залежність температури від глибини різання *θ = f (t)* рис. 3.4.

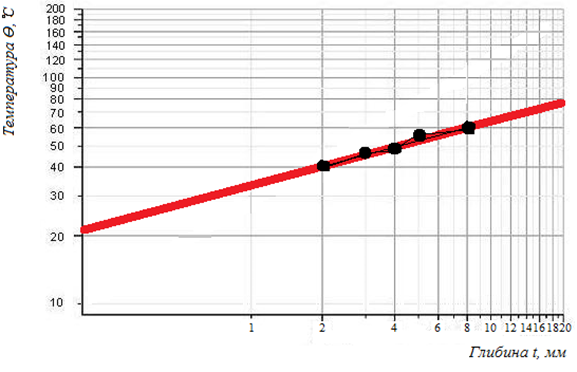


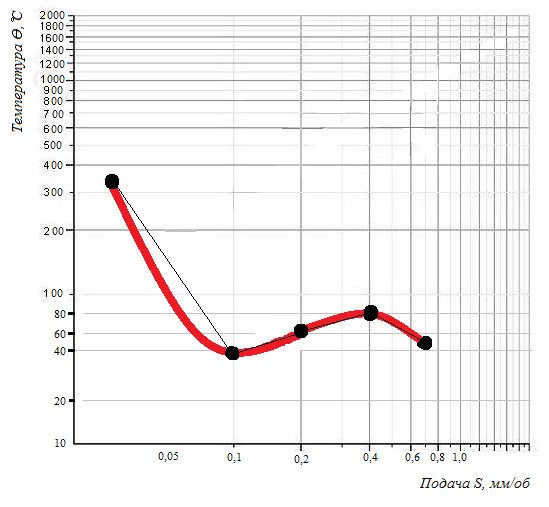
Рис. 3. 4. Графік залежності температури в зоні різання від глибини різання

В наступній серії дослідів визначався вплив на температуру в зоні різання величини подачі при незмінності інших параметрів. Дані досліджень наведені в табл. 3.4 . За отриманими результатами побудована графічна залежність температури від глибини різання *θ = f (S)* рис. 4.5. Отримана графічна залежність має якісно інший характер залежності температури від подачі, що пояснюється тим, що при незначних подачах до 0,1 *мм* тепловідведення в стружку значно зменшується через її незначну товщину і, як наслідок масу.

Результати дослідження температури в зоні різання від подачі

Таблиця 3.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № Досліду | | | | Глибина,  t,  *мм* | Подача,  S,  *мм/об* | | Частота обертання,  n, *хв-1* | Швидкість  різання,  *м/с* | Температура | |
| *mV* | ,*0C* |
| 1 | | | | 2 | 0,03 | | 900 | 3,5 | 1,5 | 330 |
| 2 | | | | 2 | 0,1 | | 900 | 3,5 | 2,5 | 37 |
| 3 | | | | 2 | 0,2 | | 900 | 3,5 | 4 | 60 |
| 4 | | | | 2 | 0,4 | | 900 | 3,5 | 5 | 79 |
| 5 | 2 | 0,7 | 900 | 3,5 | | 7,6 | | 50 | | |

**Рис. 3. 5. Графік залежності температури від подачі

Теплова енергія розподіляється між заготовкою і інструментом. При цьому тепло від інструменту має можливість передаватись заготовці, через значну тривалість контакту між інструментом і заготовкою.

При підвищенні величини подачі більше до 0,1 *мм/об* тривалість контакту між інструментом і заготовкою зменшується і, як наслідок, заготовка не встигає розігріватись це знижує її температуру, що знижує температуру стружкоутворення. Подальша зміна подачі до 0,4 *мм/об* викликає незначне підвищення температури в зоні різання за рахунок збільшення роботи руйнування.

Підвищення подачі вище 0,4 *мм/об*, знову викликає зменшення температури за рахунок підвищення швидкості переміщення інструменту відносно заготовки.

**3.3. Визначення впливу шорсткості поверхонь інструменту на температуру в зоні різання**

Геометричні параметри різців з різною шорсткістю поверхонь були ідентичними, з метою мінімінізувати вплив побічних випадкових факторів на результати дослідів.

Кути в плані ϕ, ϕ1 дорівнювали - 30˚, що забезпечило величину кута при вершині 45 ˚. Радіус при вершині різця r = 0,1 мм. Величина головного заднього кута α була збільшена відносно рекомендованих величині складала 10˚, з метою зменшення тертя задньої поверхні інструмента по обробленій поверхні заготовки ї зменшення впливу цього фактора на температурні показники. Передній кутγ, а також кут нахилу головної різальної кромки λ дорівнювали нулю, що забезпечило напрям відводу стружки, який не заважав би підведенню термопари. Швидкість різання була максимально наближена до реальних режимів обробки різанням деревини твердих порід при перехідних режимах, які мають місце в процесі чистового фрезерування кінцевими фрезами та ланцюговим інструментом і складала 7…10 м/сек. Для її забезпечення, враховуючи діаметри заготовки 75…150 мм, на верстаті була встановлена частота обертання заготовки 915 об/хв., що забезпечило необхідну дійсну швидкість різання в наших дослідах. Глибина різання склала 8 мм, а подача була в межах 0,3…0,4 мм/об, що відповідало максимальним значенням температур в зоні різання. Результати визначення температури в зоні різання при різних параметрах шорсткості інструменту за тарувальним графіком наведені в табл. 3.5. В таблиці наведені усереднені дані результатів дослідів по 5 дослідах на точку.

Результати визначення температури в зоні різання залежно від шорсткості поверхонь інструменту

Таблиця 3.5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  досліду | Зернистість абразиву,  Н | Шорсткість поверхні інструменту, Ra, мкм | Електрору-шійна сила термопари,  мв | Температура в зоні різання,  Ɵ,˚С |
| 1 | 63Н | 1,75 |  | 120 |
| 2 | 12 | 0,32 |  | 90 |
| 3 | М20 | 0,16 |  | 80 |
| 4 | М3 | 0,032 |  | 60 |

За результатами проведених дослідів побудовані графічні залежності температури в зоні різання від шорсткості = f (Ra) в логарифмічних координатах. Побудова графічних залежностей в логарифмічних координатах дає можливість визначення ступеню впливу певних змінних параметрів функціональних залежностей (аргументів) на саму функцію, при незмінності інших параметрів.

В нашому конкретному випадку ми можемо визначити показник степеню при коефіцієнті, який визначає вплив шорсткості поверхонь інструменту на температуру в зоні різання рис. 3.6. Аналізуючи характер графічної залежності можна зробити висновок, що температура в зоні різання при деревообробці від шорсткості залежить більше ніж зусилля різання ( рис.3.6 ).

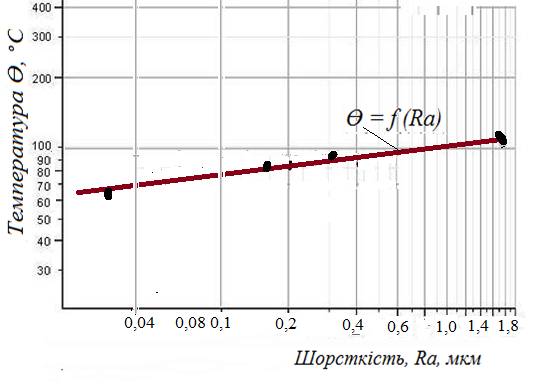


Рис. 3.6. Графічна залежність температури в зоні різання від  
шорсткості поверхні інструменту

Ступінь впливу цього фактору визначається з побудованої нами графічної залежності в логарифмічних координатах температури, як функції шорсткості.

Показник степеню, який вказує на ступінь впливу шорсткості поверхні інструменту на температуру аθ = 0,12 .

З урахуванням дослідженого нами фактору впливу шорсткості поверхні інструменту на температуру в зоні різання, математичний вираз для розрахунку температури в зоні різання буде мати наступний вигляд:



З метою математичного ілюстрування отриманих результатів досліджень в загальновідоме математичне рівняння, що застосовувалось для визначення температур в зоні різання при різних параметрах режимів різаннянами введений коефіцієнт, який враховує вплив шорсткості поверхні інструменту на температуру в зоні різання (Ra).

Виходячи з отриманих нами результатів і побудованої графічної залежності (Рис. 3.6) кут нахилу функціональної залежності складає - 7˚, що відповідає числовому значенню тангенса – 0,12 (tg7˚=0,12).

**3.4. Визначення похибок при дослідженні температур в зоні різання**

В процесі проведення дослідів параметри режимів різання перехідних режимів були близькими до екстремальних значень з точки зору теплостійкості матеріалу заготовки, було відмічено, що на поверхнях , як заготовки так і інструменту відмічено появу окисних плівок (рис. 3. 7).



Рис. 3.7. Зміна температури поверхні різця та заготовки при обробленні в екстремальних режимах

При проведенні аналізу теоретичних даних було відмічено, що при вимірюванні температури в зоні різання за допомогою штучної термопари похибка отриманих результатів може перевищувати 10%, що пояснюється тим, що термопара знаходиться на певній відстані від зони різання.

Для уточнення отриманих результатів, які стосуються визначення температур в зоні різання, враховуючи інтервал екстремальних температур, нами були досліджені кольори мінливості окисних плівок, що утворились на поверхні інструменту в процесі деревообробки. Результати наведені на рис. 3.8., це дає можливість досить точно визначати температури різальних кромок , а також розподілення температур по тілу різця.

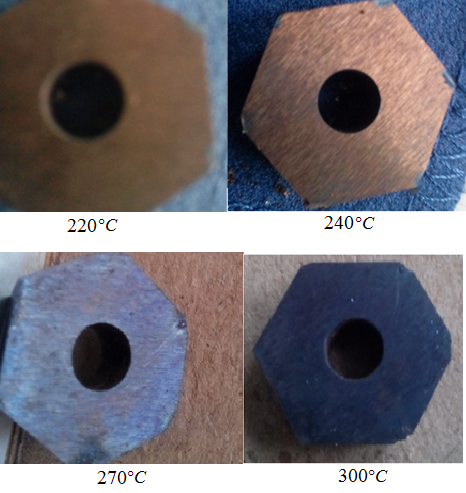
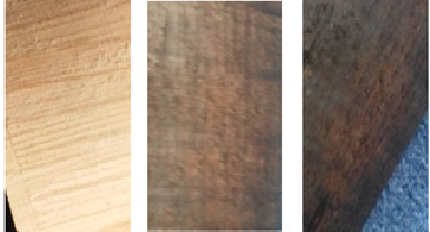


Рис. 3.8. Вплив температури на кольори мінливості після термообробки

При аналізі отриманих результатів встановлено, що температура поверхні заготовки також значно відрізняється від температури інструменту, це пояснюється значно нижчою теплопровідністю матеріалу деревини в порівнянні з металом.

Для визначення похибки отриманих результатів проведена витримка зразків деревини при різних температурах. На рис. 3. 9. показані зразки дубової деревини після їх обвуглецювання.



150 °С 170 °С 220 °С

Рис 3.9. Обвуглецювання поверхонь заготовок в процесі нагрівання до заданих температур

Наявність на оброблених поверхнях заготовок прошарку, що відрізняється за кольором має значення не тільки для визначення температур, а і для декоративного оздоблення поверхонь деталей меблів.

**ВИСНОВКИ**

1. Встановлено, що для призначення режимів різання при обробці складно-профільних поверхонь деревини твердих порід не визначені рекомендації, що до впливу параметрів режиму оброблення на динамічні та температурні характеристики процесу.
2. Проведені дослідження дозволили ввести доповнення в імперичні рівняння, що застосовуються для визначення сили різання при точінні, а також температури в зоні різання при обробці в інтервалі перехідних режимів різання.
3. В роботі визначені дійсні значення температур леза інструмента за рахунок використання кольорів мінливості, що утворюються на поверхні інструменту в діапазоні максимально можливих температур при обробці деревини.
4. В процесі проведення дослідів по визначенню впливу швидкості на температуру в зоні різання отримані дійсні значення похибок, які мають місце при проведенні подібних експериментів.
5. Отримані результати впливу параметрів режиму різання на динамічні та температурні характеристики дозволили розробити рекомендації по оптимізації швидкості різання та периметру зрізуваного шару при перехідних режимах деревообробки.
6. На основі використаної методики досліджень розроблена і внесена в навчальний план на 2017-2018 навчальний рік лабораторна робота «Вплив режимів різання на температуру в зоні різання».

**Список використаної літератури**

1. Ашкенази, Е.К. Анизотропия древесины и древесных материалов /Е.К. Ашкенази.-М.: Лесн. пром-сть, 1978.-224с. 82.-С6. №63.-51-55с.
2. Грачев, И.А. Резание древесины и древорежущий инструмент: Оборудование отрасли: Лабораторный практикум для всех форм обучения спец 26.02/ И.А. Грачев, А.Н. Вохмянин, Л.Г.Красовская,-Л.:ЛТА, 1990.-90с.
3. Любченко, В.И. Резание древесины и древесных материалов: Учебное пособие для вузов /В.И. Любченко. М.: Лесн. пром-сть, 1986.-296с.
4. Агапов, А.И. Трансформация углов резания при пилении древесины рамными пилами /А.И. Агапов // Деревооб. пром-сть. 1989. -№5. -С.6-7.
5. Абельский Ш.Ш. О температурном поле вращающихся гибких дисков / Ш.Ш. Абельский, В.К. Пашков // Инженерно-физический журнал.   
   Том XX. №2. С. 338-343.
6. Бершадский А.Л. Резание древесины / А.Л. Бершадский, Н.И. Цветкова; Минск: Высшая школа, 1975. 304 с.
7. Бершадский А.Л. Расчет режимов резания древесины / А.Л. Бершадский; М.: Лесн. пром-сть, 1967. 175 с.
8. Фергин, В.Р. Интенсификация процессов пиления древесины /В.Р. Фергин. -2-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1988. -141с.
9. Капустин, А.В. Математическое моделирование процессов резания древесины /А.В. Капустин // Шестые Вавиловские чтения. Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2002.-С.204-205.
10. Щепочкин С.В. К оценке тепловых потоков и средних температур зуба круглой пилы / В.К. Пашков, С.В. Щепочкин // Изв. вузов. Лесной журнал. 2006. – №1. С. 58 - 61.
11. Щепочкин С.В. Температурное поле зуба круглой пилы / В.К. Пашков, С.В. Щепочкин // Изв. вузов Лесной журнал. 2008.  №3. С. 75 – 81.
12. Щепочкин С.В. О тепловом балансе процесса резания древесины круглыми пилами / В.К. Пашков, С.В. Щепочкин // Изв. вузов Лесной журнал. 2009. №3. С. 101 – 107.

Додаток 1

**до Положення про Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей**

(пункт 6 розділуIІІ)

**В І Д О М О С Т І**

**про автора (авторів) та наукового керівника наукової роботи**

**«\_\_\_\_\_\_МЕБЛІ\_\_\_\_\_\_\_\_»**

(шифр)

|  |  |
| --- | --- |
| Автор Науковий керівник | |
| 1. Прізвище \_Хмельовський\_\_\_\_\_\_ | 1. Прізвище Семеновський |
| 2. Ім’я (повністю) \_Андрій\_\_\_\_\_\_\_\_ | 2. Ім’я Олександр |
| 3. По батькові (повністю)\_Михайлович\_\_\_ | 3. По батькові Євгенович |
| 4. Повне найменування та місцезнаходження вищого навчального закладу, у якому навчається автор Національний університет біоресурсів і природокористування України | 4. Місце роботи, телефон, е-mail  НУБіП України  050-445-7327  semenovski@ukr.net |
| 5. Факультет (інститут) конструювання та дизайн | 5. Посада доцент к-ри  матеріалознавстваІ ТКМ |
| 6. Курс (рік навчання)\_\_\_\_\_\_2\_\_\_\_\_\_ | 6. Науковий ступінь к.т.н. |
| 7. Результати роботи опубліковано  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (рік, місце, назва видання) | 7. Вчене звання \_доцент |
| 8. Результати роботи впроваджено  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (рік, місце, форма впровадження) |  |
| 9. Телефон, е-mail \_+380506101753\_\_\_\_\_ |  |

Науковий керівник \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Сменовський О.Є.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Автор роботи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Хмельовський А.М. (підпис) (прізвище та ініціали)

Рішенням конкурсної комісії \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(найменування вищого навчального закладу)

Студент(ка) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ рекомендується для участі у  (прізвище, ініціали)

у ІІ турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(назва галузі знань, спеціальності, спеціалізації)

Голова конкурсної комісії \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(підпис) (прізвище, ініціали)

\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 \_\_ року