Предложена математическая модель износа поверхности направляющих. Описаны результаты экспериментальных исследований. Получены уравнения регрессии, характеризующие зависимость интенсивности износа цилиндрических направляющих от усилия прижима, скорости подачи и микротвердости. Показано влияние упрочнения поверхностного слоя на интенсивность изнашивания. Исследованы закономерности износа, что позволяет увеличить ресурс деталей, продолжительность ремонтного цикла, уменьшить затраты на ремонт и техническое обслуживание. Определен ресурс направляющих в зависимости от условий его эксплуатации.

***Ключевые слова:*** модель износа, уравнение регрессии, микротвердость, упрочнение, направляющая, интенсивность изнашивания, ресурс детали.

***Vojtovich V.V., Shostak V.V.*** **Cylinder Sending of Band-Saw Machine-Tool Wearing**

The mathematical model of wearing the sending surface is offered. The results of experimental researches are described. Equalization of regression obtained characterizes the dependence of intensity of wearing of cylinder sending surface on the pressing force, presentation speed, and microhardness. The influence of strengthening of a superficial layer is shown on wearing intensity. The research of conformities to the law of wearing allows multiplying the details resource, repair cycle duration, decrease expenses on repair and technical service. The sending resource is determined depending on its external environments.

***Key words:*** tearing down model, regression equalization, micro hardness, strengthening, sending, wearing intensity, detail resource.

***УДК 674.05.055***

***Доц. Ю.Р. Дадак[1], канд. техн. наук; доц. А.В. Ляшеник[2], канд. техн. наук; викл. Р.Р. Климаш[2], канд. техн. наук***

## ШКІДЛИВІСТЬ ПИЛУ ДЕРЕВИНИ ВІД ДЕРЕВООБРОБЛЕННЯ

Доведено та систематизовано шкідливі впливи пилу деревини на організм людини на основі аналізу досліджень зарубіжних вчених. Зазначено, що пил деревини в разі систематичного впливу на організм людини може призводити до різного роду дерматитів, алергічних реакцій організму та зумовити незворотні зміни в дихальній системі, а також онкологічні захворювання носоглотки, легеневої системи, печінки та шкірного покриву. Опрацьовано та систематизовано дослідження, які визначають вплив пилу різних порід деревини. На основі даних вітчизняних і зарубіжних нормативних документів підтверджено канцерогенний вплив деревного пилу. Доведено актуальність подальших теоретичних та експериментальних досліджень стосовно методів і способів вловлення частинок дрібнодисперсного деревного пилу.

***Ключові слова:*** пил деревини, дерматити, пиловловлення, системи аспірації, дрібнодисперсний пил, шліфувальний пил, пневмотранспортні системи.

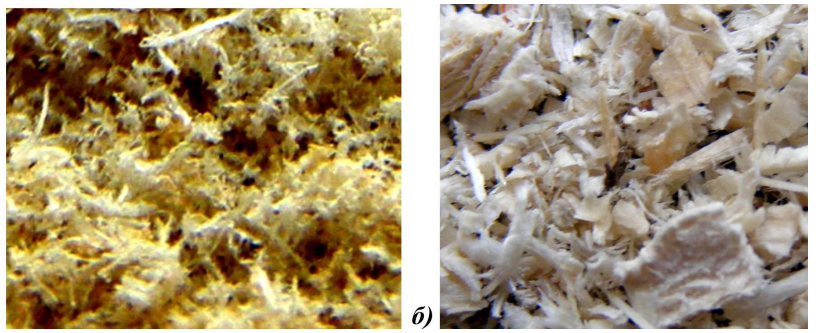
**Вступ.** Деревина – матеріал, який людина з давніх часів обробляє та використовує для різноманітних цілей: виготовлення інструменту, житла, меблів, елементів інтер'єру і т. ін. Деревина є актуальною, завжди модною, екологічно чистою, економною. У деревообробній промисловості зайнята значна кількість людей, частина з них – безпосередньо в процесах оброблення та перероблення деревини.

[1] НЛТУ України, м. Львів;
[2] Коломийський політехнічний коледж





Доволі часто працівники, які систематично обробляють деревину, особливо в умовах невеликих приватних деревообробних підприємств, недооцінюють ступінь існуючих ризиків. Основну увагу вони приділяють техніці безпеки під час роботи з електрообладнанням, різальним інструментом та пожежній безпеці. При цьому вони стикаються зі значно більшою небезпекою власному здоров'ю. Дослідження [5-9] доводять, що значним фактором ризику для працівників деревообробних підприємств є пил деревини (рис.)



***а)*** ***б)***

***Рис. Фотографії пилу деревини:*** *а) шліфувальний пил; б) частинки тирси*

**Теоретичні дослідження.** Пил може спричиняти цілий спектр захворювань залежно від низки чинників. Механічна дія пилу на організм людини може спричиняти до утворення ран, подразнення шкіри, слизової оболонки та очей внаслідок абразивної дії пилових частинок. Особливо небезпечним є тривалий контакт робітника з дрібнодисперсним деревним пилом. Найбільшої шкоди людина зазнає внаслідок контакту з частинками пилу, розмір яких становить 2-10 мкм. Поведінка таких частинок є близькою до поведінки молекул повітря. Вони здатні на тривалий час зависати у повітрі і є невидимими для людського ока. У разі потрапляння у дихальні шляхи та очі, такі частинки стають причиною утворення дрібних ран, спричиняють алергічну реакцію. У дослідженні [10] зазначено, що навіть класичні засоби індивідуального захисту не захищають повністю від проникнення в органи дихання дрібнодисперсних частинок. Шкода, яку частинки пилу завдають організму, проявляється не відразу. У найбільш простих випадках у людини з'являються подразнення шкіри, очей, дихальних шляхів. Проявами цього є свербіж, кашель, нежить, астма. З часом дія шкідливих факторів акумулюється та підсилюється, що внаслідок призводить до важких хронічних респіраторних захворювань. Разом з деревним пилом в організм людини можуть потрапляти спори плісняви, які накопичуються в організмі і призводять до захворювань легень та печінки [7]. Окремі породи деревини, наприклад тис, є токсичними і їх дія на організм людини може призводити до важких захворювань і навіть смерті.

У країнах Європи багато уваги приділяють шкідливому впливу деревного пилу на організм людини. Зокрема в роботі [8] зазначено, що пил діаметром менше 1 мкм затримується в альвеолах, а від 2 до 5 мкм – у бронхах, більші частинки пилу осідають на трахеях. Моніторинг проведено на підставі клінічних досліджень стану здоров'я працівників зарубіжних деревообробних під-

приємств. Детально вплив пилу на окремі органи людини розглянуто в роботі [9] вчених-медиків малайзійського національного університету. Внаслідок досліджень також відзначено недостатню ефективність засобів індивідуального захисту органів дихання проти дрібнодисперсного пилу та визначено, що пил деревини твердолистяних порід спричиняє серйозніші ушкодження, ніж хвойних [5].

У роботі доктора медицини J.B. Lange [6] доведено вплив пилу деревини на розвиток захворювань епітеліальної тканини легень, зазначено, що пил деревини здатний спричиняти певні пошкодження в ДНК та встановлено вплив пилу твердолистяних порід деревини на розвиток раку носоглотки. За даними німецьких технічних правил для шкідливих речовин (TRGS), пил твердих порід деревини є канцерогенним і може спричиняти захворювання на рак (TRGS 906, СанПиН 1.2.2353-08). Крім цього, багато сортів дерева класифікують як такі, що, ймовірно, можуть бути канцерогенними (TRGS 905). Нижче наведено таблицю впливу пилу окремих порід деревини на організм людини [10].

***Табл. Вплив пилу на організм людини***

| Порода деревини | Реакція організму людини | Органи людини, які піддаються ураженню |
|---|---|---|
| Акація | Подразнення, нудота, кашель | Шкіра, дихання |
| Береза | Нудота, подразнення, підвищена чутливість, сенсибілізатор | Шкіра, дихання |
| Верба | Сенсибілізатор, нудота, канцероген (рідко) | Дихання |
| Вишня | Задуха, запаморочення | Дихання |
| Вільха | Подразник | Шкіра, очі, дихання |
| Горіх | Подразнення, підвищена чутливість | Шкіра |
| Граб | Подразнення | Шкіра |
| Дуб | Подразнення, підвищена чутливість, астма, канцероген | Шкіра, очі, дихання |
| Європейський бук | Подразнення, підвищена чутливість, канцероген | Шкіра, очі, дихання |
| Каштан | Подразнення, сенсибілізатор | Шкіра |
| Кедр | Подразнення, висипки | Шкіра |
| Кипарис | Подразнення, астма, набряк повік, канцероген | Шкіра, очі, дихання |
| Клен | Подразнення, астма, підвищена чутливість | Шкіра, дихання |
| Магнолія | Астма, нежить | Дихання |
| Модрина | Подразнення, ураження шкіри | Шкіра |
| Оливкове дерево | Подразнення, підвищена чутливість | Шкіра, очі, дихання |
| Ялиця | Подразнення | Шкіра |
| Сосна | Подразнення, нежить, астма | Шкіра, дихання |
| Тік | Подразнення, висипання, підвищена чутливість, нудота, астма, кон'юнктивіт | Шкіра, очі, дихання |
| Гис | Подразнення, нудота, прямий токсин | Шкіра, очі, дихання, серце |
| Тополя | Подразнення, пухирі, астма, бронхіт | Шкіра, очі, дихання |
| Червоне дерево | Подразнення, надмірна спрага, нудота, канцероген | Шкіра |
| Чорна вишня | Задуха, запаморочення | Дихання |
| Ялина | Подразнення, підвищена чутливість | Шкіра, дихання |
| Ялина звичайна | Подразнення, запаморочення, астма | Шкіра, очі, дихання |
| Ясен | Подразник | Шкіра, дихання |





Підвищена концентрація деревного пилу в робочій зоні виникає внаслідок недосконалості конструкції технологічного обладнання та низького рівня пристроїв повітроочищення, а також низького рівня автоматизації технологічного процесу [8]. Насамперед необхідно звернути увагу на конструкції пристроїв для аспірування повітря у зоні дії робочого інструменту. На сьогодні розробники деревообробного обладнання не приділяють їм належної уваги. Як наслідок – значна частина дрібнодисперсного пилу не потрапляє до аспіраційної системи, а виділяється безпосередньо в робочу зону. Відповідно до TRGS 553, концентрація пилу вище 2 мг/м$^3$ є небезпечною, а за концентрації пилу в повітрі робочої зони 0,2 мг/м$^3$ і вище використання аспіраційних систем є обов'язковим (BGI 739-1). Дозволено не підключати до аспіраційних систем тільки верстати з незначним виділенням пилу (наприклад свердлильні верстати та пилорами), а також верстати, які встановлюються під відкритим небом.

Часто, з метою економії тепла на опалення цеху, використовують рециркуляційні повітроочищувальні установки, які дають змогу в зимовий період року повертати в цех тепле очищене аспіраційне повітря. При цьому, у разі недостатньо якісного очищення, існує небезпека повернення в цех дрібнодисперсного деревного пилу. У разі влаштування таких систем варто брати до уваги, що повернення аспіраційного повітря в робочу зону допустимо тільки у випадку, коли очищення проводиться у повітроочищувальних станціях з рукавними фільтрами, ефективність яких є вищою за 99,5 %, а навантаження фільтрувальної тканини не перевищує 150 м$^3$/м$^2$год. При поверненні повітря в робочу зону обов'язковим є наявність системи контролю концентрації пилу в повітрі та щоденний контроль відсутності пошкоджень фільтрувальних рукавів. У випадку, коли незважаючи на вжиті заходи, концентрація пилу в робочій зоні є вищою за 0,2 мг/м$^3$, робітники обов'язково повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту.

Доволі часто у невеликих виробничих приміщеннях використовують індивідуальні повітроочищувальні установки, які є економними та зручними. Недоліком таких пристроїв є те, що вони не здатні очищувати повітря від найбільш небезпечного дрібнодисперсного пилу, а тому створюють для робітника тільки ілюзію безпеки. Відомою є негативна дія деревного пилу на вузли деревооброблювального обладнання. Потрапляючи до механізмів, деревний пил насамперед поглинає частину змащувальних матеріалів, чим змінює їх властивості. За наявності значної кількості деревного пилу у змащувальних рідинах повністю втрачаються їх корисні характеристики, внаслідок чого значно зростають сили тертя, що, своєю чергою, приводить до інтенсивного зношування вузлів та виходу їх з ладу.

У разі налипання пилу на поверхні, які нагріваються, погіршується охолодження обладнання, що може стати причиною його перегрівання. Дрібнодисперсний деревний пил має здатність накопичуватися у важкодоступних місцях у вигляді аерогелю, що може ставати причиною виникнення пожеж.

**Висновки та рекомендації.** Підсумовуючи описане вище, приходимо до висновку про необхідність аналізу відомих конструкцій пристроїв повітроочищення, транспортних та аспіраційних пневмосистем щодо захисту довкілля від

дрібнодисперсного деревного пилу, а також всебічного вивчення виробничого досвіду експлуатації знепилювальних систем. Під час розроблення такого обладнання особливу увагу потрібно приділяти його герметичності, надійності, ефективності та економічності. Коли йдеться про створення нових систем аспірації або реконструкцію існуючих, то починати аналіз доцільно з пилострижкоприймачів деревообробного обладнання, оскільки значна частина дрібнодисперсного пилу не потрапляє до трубопроводів системи через їх недосконалу конструкцію. У транспортних пневмосистемах особливу увагу варто приділити їх герметичності та вузлам розвантаження. Під час розроблення нових конструкцій повітроочищувального обладнання особливу увагу потрібно приділити його здатності уловлювати частинки деревного пилу, розмір яких є меншим за 10 мкм.

## Література


1. TRGS 906 "Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV" Bundesrecht.
2. TRGS 905 "Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe".
3. СанПиН 1.2.2353-08 Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности.
4. Наказ МОЗ України від 13.01.2007 р., № 7 "Перелік речовин, продуктів, виробничих, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини".
5. Wood Dust Exposure in Wood Industry and Forestry / Dinko Puntari, Ankica Kos, Zdenko Smit, Zeljko Zecic // Coll. Antropol. 29 (2005) 1: 207-211 UDC 612.21:611.24 Original scientific paper 207-211.
6. Lange J.B. Effects of wood dust: inflammation, genotoxicity and cancer / Ph.D. thesis // National research centre for the working environment; faculty of health sciences. Submitted april 29th 2008.
7. Erdinç O. Occupational exposure to wood dust and health effects on the respiratory system in a minor industrial estate in bursa / O. Erdinç, P. Kayihan // Turkey International journal of occupational medicine and environmental health 2009; 22(1):43-50.
8. The Influence of Wooden Dust Exposure to the Lung Function and Design of Local Exhaust Ventilation at Furniture Company Ud. Suro Lestari in Sidomulyo – Kediri / Susmiati, Samik Munawar, Y. Denny Ardyanto, Lilis Sulistyorini // International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES). – Vol. 3, Issue 8 (August 2014). – Pp. 34-37.
9. Zubir Y. Health effects of rubber wood dust exposure among workers in a furniture factory, Muhammad / Y. Zubir, H. Rozita, Noor Azimatun, S. Niza /Department of Community Health, Faculty of Medicine, National University of Malaysiya, June 25, 2011.
10. Wood Dust Safety by Eric Meier. **[**Electronic resource**]**. – Mode of access http://www.wood-database.com/.


***Дадак Ю.Р., Ляшенык А.В., Клымаш Р.Р.*** **Вред пыли древесины при деревообработке**


Доказаны и систематизированы вредные воздействия пыли древесины на организм человека на основе анализа исследований зарубежных ученых. Указано, что пыль древесины при систематическом воздействии на организм человека может приводить к различного рода дерматитам и аллергическим реакциям организма и вызвать необратимые изменения в дыхательной системе, а также онкологические заболевания носоглотки, легочной системы, печени и кожного покрова. Обработаны и систематизированы исследования, определяющие влияние пыли различных пород древесины. На основе данных отечественных и зарубежных нормативных документов подтверждено канцерогенное воздействие древесной пыли. Доказана актуальность дальнейших теоретических и экспериментальных исследований относительно методов и способов улавливания частиц мелкодисперсной древесной пыли.







***Ключевые слова:*** пыль древесины, дерматиты, пылеулавливание, системы аспирации, мелкодисперсная пыль, шлифовочная пыль, пневмотранспортные системы.


***Dadak Yu.R., Lyashenyk A.V., Klymash R.R.*** **Some Harmful Effects of Wood Dust of Woodwoking Processes**


Harmful effects of wood dust on the human body are proved and systematized based on the researches of foreign scientists. If the wood dust affects the organism systematically, it can cause different kinds of dermatitis and allergic reactions and provoke changes in the respiratory system as well as cancer of nasopharynx, pulmonary system, liver and skin. Some researches determining the dust effect of different kinds of wood are done and systematised. Carcinogenic effect of wood dust is proved on the basis of foreign regulatory documents. The necessity for further theoretical and experimental studies concerning the particles of finely dispersed wood dust is proved.



***Key words:*** wood dust, dermatitis, dust collection systems, suction, fine dust, grinding dust, pneumotransport system.



***УДК 674.053:621.93.024.74***


***Асист. Р.В. Павлюк – НЛТУ України, м. Львів***


# РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕРВНИХ АБРАЗИВНИХ КРУГІВ ДЛЯ ЗАГОСТРЮВАННЯ РАМНИХ ПИЛОК


На основі аналізу робіт щодо застосування перервного шліфування в металообробці розроблено спосіб перервного шліфування для загострювання сталевих пилок та нову конструкцію перервного абразивного круга. Визначено конструкційні параметри перервного абразивного круга для загострення зубців рамних пилок. Розроблена конструкція багатосекційного абразивного круга забезпечить підвищення якості та продуктивності процесу загострювання сталевих рамних пилок, зменшить витрати на цю операцію і знизить собівартість розпилювання колод на пиломатеріали.



***Ключові слова:*** рамні пилки, загострювання, перервні абразивні круги, абразивний сегмент.


**Актуальність теми дослідження**. Обробляння деревини різанням, що здійснюється пилковим інструментом, складає основу багатьох деревообробних виробництв. Розпилювання великих об'ємів деревини в основному можливе за використання лісопильних рам та відповідно рамних пилок. Якість виготовлення пилопродукції, продуктивність процесу пиляння та ефективність використання обладнання значною мірою залежить від якості загострювання пилкового інструмента. Високоякісне, продуктивне та економічне загострювання можливе тільки за умови правильного поєднання матеріалу інструмента, характеристики абразивного круга та режимів загострювання.

Загострювання рамних пилок має особливості, найбільш важливі з яких такі: внаслідок нерівномірного зношування зубців під час пиляння, товщина шару металу, що знімається по задній поверхні, відрізняється в два рази від припуску по передній поверхні зубця і становить 0,06 мм та 0,03 мм відповідно **[**2**]**; складніше виконати операцію вигладжування через значний шар 30…200 мкм, що зазнав структурних перетворень під час загострювання **[**1**]**; у процесі загострювання зубців шліфуються їх передня і задня поверхні, тому круг працює двома боковими поверхнями, спрацювання яких нерівномірне через різницю припусків на загострювання, що потребує частого правлення робочої поверхні круга.