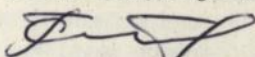


**Український державний лісотехнічний університет**

*На правах рукопису*

**СОМАР**  
**Галина Володимирівна**



**АКУСТИЧНА ОЦІНКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАСОВІВ І МЕТОДІВ  
ЗНИЖЕННЯ ШУМУ ПОЗДОВЖНО-ФРЕЗЕРНИХ  
ДЕРЕВООБРОБНИХ МАШИН**

**Спеціальність: 05.03.01 — процеси механічної обробки,  
верстати та інструменти**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**  
**дисертації на здобуття наукового ступеня**  
*кандидата технічних наук*

**Львів - 1995**



00759816 (-)

*Дисертація є рукопис*

Робота виконана на кафедрі  
виробництв Українського державного  
лісотехнічного університету  
МО України

**Наукові керівники**

- кандидат технічних наук,

професор

**Т. А. Носовський**

- кандидат технічних наук,

доцент **В. С. Джигирей**

**Офіційні опоненти**

- член кореспондент НАН України,

доктор технічних наук

професор **В. І. Пожмурський**

- кандидат технічних наук,

старший науковий співробітник ЛПКТІ

**Й. С. Бадера**

**Провідна організація** - *Український проектно-конструкторський  
технологічний інститут лісової  
промисловості, м. Івано-Франківськ*

Захист відбудеться "30" квітня 1996 р. о "10<sup>00</sup>" годині  
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 04.03.01 Українського  
державного лісотехнічного університету за адресою:

290044, Львів, вул. Пушкіна, 103, зал засідань.

В дисертацію можна ознайомитися в бібліотеці Українського державного лісотехнічного університету

Автореферат розісланий "26" березня 1996 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

ЛНБ ім. В. Стефаніка

Н. І. Виблюк

**АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ.** Вважається встановленим, що істотним недоліком поздовжньо-фреєрних деревообробних машин є висока їх акустична активність, що супроводжується виробничим шумом значної інтенсивності. Перспективність їх використання серед іншого визначається можливістю експлуатації в режимах за шумом наближених до санітарно-гігієнічних норм.

Проведено ряд науково-дослідних і пошуково-конструкторських робіт, спрямованих на зниження шуму цієї групи широко використовуваних деревообробних машин. Вони мають все ж частковий характер і не вирішують питання акустичної оптимізації в цілому. Не визначалися етапність та пріоритетність проведення шумозниження з урахуванням всього життєвого циклу машини (проекування, виготовлення і експлуатація), чим пояснюється існування проблеми шуму.

Разом з тим, проведені роботи можуть служити базою для потрібної систематизації та подальшого розвитку засобів і методів зниження шуму цих машин. При цьому ключовими стають науково обгрунтовані критерії оцінки і оптимізації вказаних методів та засобів, їх ефективність в т.ч. економічна. В такій постановці тема роботи видається обгрунтованою і актуальною.

**МЕТА РОБОТИ.** Оцінка та наукове обгрунтування умов і режимів при застосуванні методів та засобів зниження шуму поздовжньо - фреєрних деревообробних машин (ПФДМ).

*Поставлена мета досягається реалізацією таких завдань:*

- \* розробка методики акустичної оптимізації засобів і методів зниження шуму;
- \* встановлення фізико-математичної моделі основного джерела шуму;
- \* проведення натурних та лабораторних досліджень відповідно до процесу акустичної оптимізації;
- \* розв'язання оптимізаційної задачі стосовно найпотужнішого джерела шуму ПФДМ.

**НАУКОВА НОВИЗНА:**

В роботі запропоновано нову структуру процесу шумозниження деревообробного обладнання, в основу якої закладено верстат як цілісну систему шумоутворення. Ця структура дозволяє виявити фізичну картину формування спектру найпотужнішого джерела випромінення звуку і розробити пропозиції щодо оптимізації його акустичних режимів і конструктивних параметрів.

Встановлено три основні групи факторів, які визначають пріоритети шумозниження: показники технічного стану машини; режимні параметри робочого інструмента і верстата; технічні заходи зниження шуму. Оптимізація акустичних режимів і конструктивних параметрів забезпечує економічну доцільність процесу шумозниження диференційовано на рівні кожного пріоритету та інтегровано в цілому.

Для оцінки засобів зниження шуму запропоновано показник шумності, який дозволяє встановити відхилення акустичної активності верстата від санітарно-гігієнічного нормативу шуму як по всьому частотному спектрі, так і по окремих його октавних смугах. За даним показником розроблено класифікаційну систему засобів зниження шуму ПЗДМ, яка взята за основу їх акустичної оптимізації.

Визначено, що найпотужнішим джерелом шуму ПЗДМ є зона різання (ножовий вал і оточуючі його елементи конструкції верстата). З використанням класичних положень теорії акустики для даної зони вперше розроблено математичну модель утворення імпульсного шуму як найважливішої складової спектру.

Встановлено механізм зниження шуму режимних та конструктивних параметрів без порушення основного функціонального призначення верстата, а саме: створення каналів для відводу повітря з зони різання за рахунок використання складеного вала і перфорації накладок столів; використання ширкосмугового поглинача для облицювання стружкоприймача та внутрішньої поверхні столів верстата.

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.** Робота виконана на основі комплексного експериментально-теоретичного методу дослідження.

Теоретичні дослідження базувалися на використанні теорії акустики і полягали у виборі фізико-математичної моделі процесу шумоутворення об'єкту дослідження, виявленні первинних джерел випромінювання і розробці методики розрахунку спектру генерованого ними шуму.

**ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ РОБОТИ** полягає у: встановленні пріоритетності застосування різних методів та засобів зниження шуму позовжньо-фрезерних верстатів; розробці рекомендацій щодо підвищення ефективності процесу шумозниження; отриманні залежностей акустичної активності від режимів роботи верстатів і конструктивних параметрів, які дозволяють їх практично раціоналізувати. Розроблено номограму для визначення очікуваних рівнів шуму залежно від довжини різального інструмента, площі поперечного перерізу звукового каналу утворення імпульсу, частоти обертання ножового вала та кута зрізу накладки стола.

Встановлено, що використання каналів для відводу повітря з зони різання та звукопоглинаючої конструкції стружкоприймача і нижніх

пластей столів дає можливість знизити шум в зоні різання на 6...8 дБ.

#### **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ НА ЗАХИСТ:**

- \* нова структура процесу шумозниження деревообробного обладнання, основою якої є оптимізація засобів і методів зниження шуму;
- \* математична модель утворення імпульсів в зоні різання;
- \* результати експериментального дослідження впливу режимних параметрів на шум об'єкту;
- \* результати реалізації оптимізаційної задачі для засобів і методів впливу на шумову активність зони різання.

**ДОСТОВІРНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ** і практичних рекомендацій підтверджується використанням сучасних методів акустичних досліджень, сучасної вимірювальної апаратури, статистичних методів аналізу та практичною реалізацією пропозицій на виробництві. Запропонована структура процесу шумозниження деревообробного обладнання розроблена на підставі експертних оцінок спеціалістів в галузі деревообробки і проектування та конструювання деревообробного обладнання щодо проблеми шуму. Теоретичні дослідження базуються на класичній теорії акустики.

**РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ.** Результати досліджень впроваджені на Стрілківському державному меблевому комбінаті (економічний ефект від впровадження склав 2 млрд. крб./рік станом на 1993 р.), Львівській фабриці художніх меблів та Львівській меблевій фабриці "Карпати" (в рамках держбюджетної роботи № 21.08.92 "Еколого-технічні проблеми шумового забруднення оточуючого середовища деревообробних підприємств"). Рекомендуються для впровадження на деревообробних підприємствах та проектно-конструкторських бюро верстатобудівної галузі.

**АПРОВАЦІЯ РОБОТИ.** Основні положення дисертаційної роботи обговорювалися і отримали позитивний відгук на всесоюзній науково-технічній конференції "Удосконалення технології та обладнання лісопильно-деревообробних підприємств" (Архангельськ, 1992 р.), науковому семінарі кафедри охорони праці МЛТІ (Москва, 1991 р.), 17-й науково-технічній конференції УкрНВДО (Київ, 1991 р.), на республіканській науково-технічній конференції (Львів, ЛЛТІ, 1991 р.) та на науково-технічних конференціях УкрДЛТУ (Львів, 1989...1992, 1995 р.р.).

**ПУБЛІКАЦІЇ.** Основний зміст дисертації викладено в 6 друкованих працях.

**СТРУКТУРА ТА ОБСЯГ ДИСЕРТАЦІЇ.** Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та рекомендацій, додатків; викладена на 190 сторінках машинописного тексту, містить 75 рисунків, 10 таблиць і

124 найменування бібліографічного списку.

### ЗМІСТ РОБОТИ

У *вступі* показано актуальність роботи, визначено її мета і подаю основні положення, що виносяться на захист.

В *першому розділі* наводиться коротка характеристика обладнання і технологічних процесів на базі ПФДМ, які є потенціальними джерелами шуму. Показано, що це обладнання є важливою складовою процесу механічної обробки деревини, перспектива якого визначається його акустичною активністю.

Аналіз результатів вітчизняних та зарубіжних досліджень, а також патентний пошук показали, що дослідження здебільшого носили частковий характер: джерела шуму досліджувались автономно і поза задачами акустичної оптимізації верстата як робочої машини в цілому.

Вивчався механізм шумоутворення і шляхи розповсюдження шуму по звуковому каналу та в оточуючий простір, а пропонувані засоби комплексного шумозниження практично не досліджувались, рівно ж як залежності генерованого шуму від сукупності режимних факторів і конструктивних особливостей верстатів.

Встановлена недостатня дослідженість акустичних процесів, які проходять в зоні різання і є найпотужнішим акустичним генератором машини, що проявляється у протиріччях результатів досліджень і восередженістю суто на різальному інструменті. Заходи щодо зниження шуму в зоні різання в основному інтуїтивні та не апробовані на практиці.

На підставі аналізу розроблена класифікація засобів і методів зниження шуму ПФДМ та відповідно до неї проведена систематизація існуючих заходів шумозниження.

Відповідно до проведеного аналізу поставлені наступні основні задачі дослідження:

- \* розробка методик акустичної оцінки методів і засобів шумозниження;
- \* встановлення і обґрунтування пріоритетів при виборі заходів зниження шуму ПФДМ;
- \* вивчення законсмірностей і конкретних умов використання заходів та засобів шумозниження;
- \* дослідження наукових передумов процесів шумоутворення в зоні різання;
- \* експериментальне дослідження процесів шумоутворення при комплексному впливі факторів процесу;

\* реалізація оптимізаційного підходу до зниження шуму ПВДМ.

В другому розділі сформульовано задачу акустичної оптимізації ПВДМ. Суть оптимізації полягає у виборі методів і засобів зниження шуму, здатних довести акустичну активність верстата до умовного акустичного нуля (гранично допустимого спектру шуму - ГС-75) при мінімальних матеріальних затратах. Розкрито передумови оптимізації, обґрунтовані її критерії, цільова функція, що виражається:

$$Пш = Q(X_1, X_2, \dots, X_n)df \quad \text{при} \quad Пш \rightarrow 0,$$

де Пш - показник шумності; f - частота звуку;  $X_1 \dots X_n$  - фактори оптимізації.

Графічна інтерпретація показника шумності подана на рис.1.

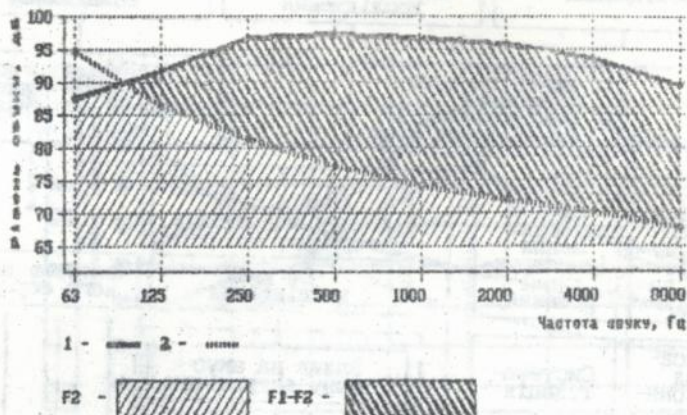


Рис.1. Показник шумності Пш=(F1-F2)/F1

1 - спектр шуму; 2 - ГС-75

Розроблене програмне забезпечення для розрахунку Пш при оцінці акустичної ефективності методів і засобів зниження шуму ПВДМ.

Сформовано структуру нового підходу до процесу шумозниження, суть якої відображена в схемі (рис.2). В плані його реалізації розроблена методика натурних досліджень для спектрального аналізу діючого обладнання, встановлення основних джерел шуму, їх рангування за акустичною потужністю.

Викладено результати експериментальних досліджень у виробничих умовах; причини і закономірності шумоутворення ПВДМ. Як типові обладнання повдовжньо-фрезерної групи вибрані верстати з нижнім розміщен-

ням шпинделя. Вимірювання показали, що в процесі роботи верстата генерується інтенсивний шум, рівень якого в частотному діапазоні від 250 до 8000 Гц перевищує допустимий на 10...15 дБ. Дослідження на різних режимах роботи верстата виявили, що шум фрезерування на 3...5 дБ перевищує рівень шуму холостого ходу. Це свідчить, що аеродинамічні процеси є визначальною складовою шуму як в холостому, так і в робочому режимі, проте в процесі шумозниження необхідне врахування вкладу структурних шумів, що виникають під час обробки заготовок. При тому в холостому режимі випромінюється широкосмуговий шум, одночасно для шуму робочого режиму властивий виражений імпульсний характер, механізм генерування і поширення якого практично не досліджений.

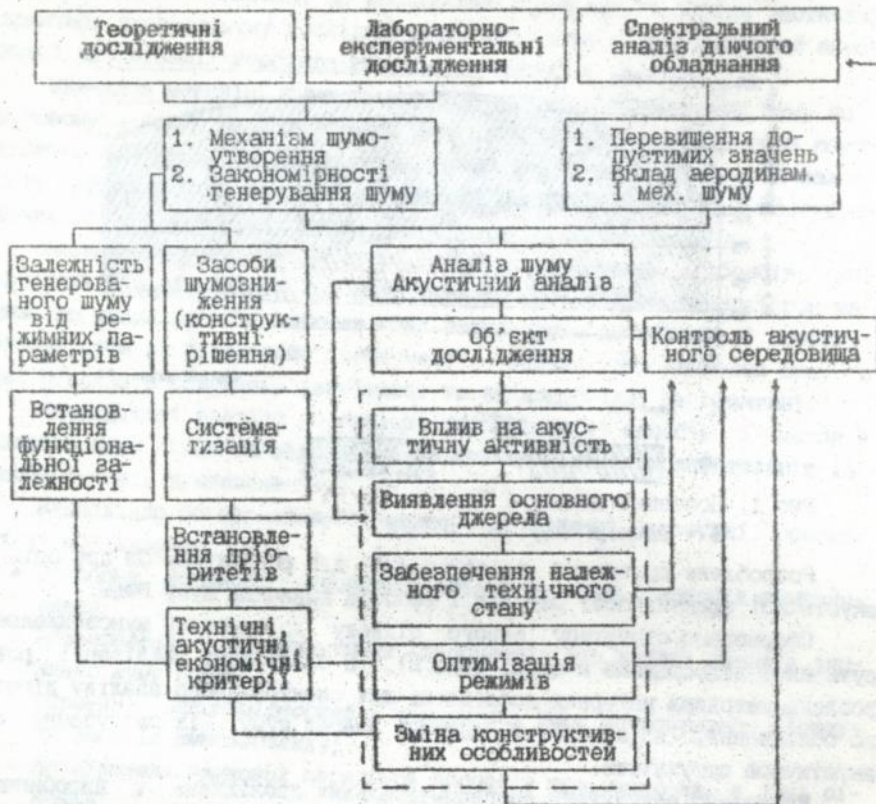


Рис.2. Процес шумозниження деревообробного обладнання

На основі аналізу питомої ваги джерел шуму, встановленої за результатами дослідження методом послідовного вилучення джерел, (рис.3), приведена їх акустична послідовність:

- \* зона різання (язовий вал і оточуючі його елементи конструкції машини);
- \* механізм подачі;
- \* орави базування, що працюють в умовах значних динамічних навантажень, викликаних ударним характером процесу фрезерування;
- \* вторинні джерела випромінювання шуму: станція, огорожуючі конструкції, засоби безпеки і т.д.

Дана послідовність визначає поступовість процесу шумозниження, базовий принцип якого: зниження шуму машини шляхом впливу на акустичну активність найшумливішого джерела.

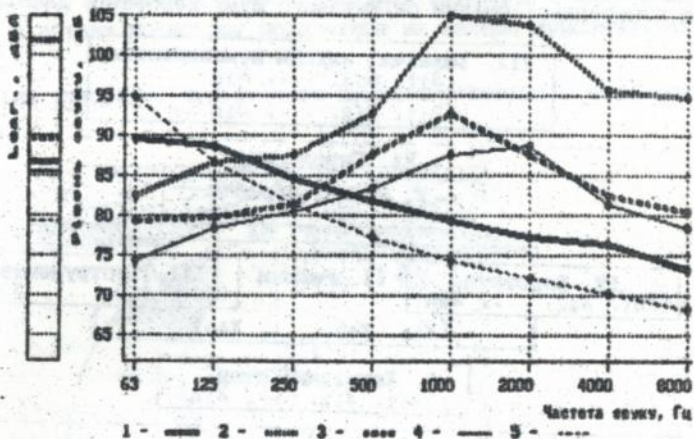


Рис.3. Спектри рівнів звукового тиску складових компонентів шуму рейсмусового верстата

- 1 - спектр шуму органів подачі і базування;
- 2 - шум фрезерування;
- 3 - шум холостого ходу;
- 4 - спектр шуму механізму різання;
- 5 - ГС-75

Акустична оптимізація методів і засобів шумозниження основного джерела пов'язана із встановленням пріоритетів (рис.4) груп факторів

впливу, почергове застосування яких формує розв'язок оптимізаційної задачі.

Правомірність поширення результатів акустичної оптимізації для багатьох типів верстатів подовжно-фрезерної групи обумовлена позитивним результатом перевірки спектру випромінюваного шуму на ергодичність процесу і тим, що вихідними даними прийняті усереднена частотна характеристика шуму для різних типів ПФДМ і залежність для їх сумарного рівня:

$$L = 49 + 16 \cdot \lg n / n_0$$

де  $n$  - частота обертання вала;

$n_0$  - умовне порогове значення частоти обертання  $n_0 = 1 \text{ хв}^{-1}$ .

Дані характеристики отримані в результаті обробки експериментальних даних за рівнями звукової потужності різних типів ПФДМ за методикою попередньої оцінки очікуваного шуму верстатів даної групи.

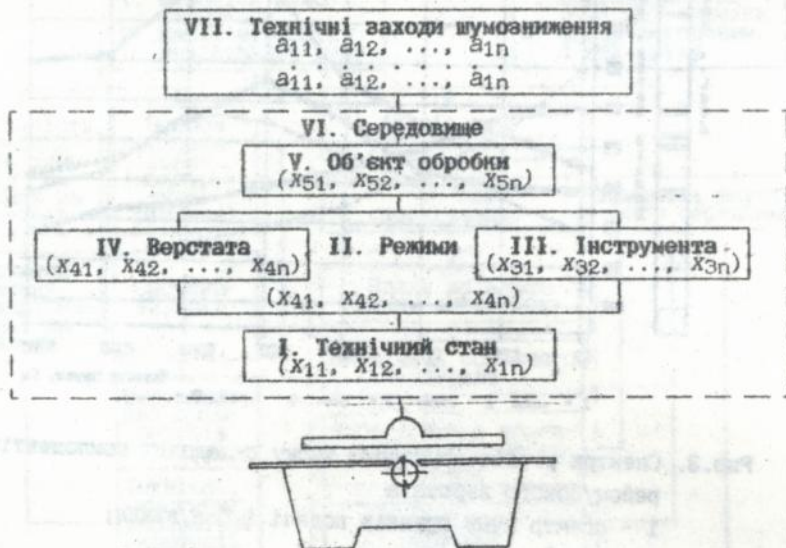


Рис.4. Пріоритети шумозниження

В *третьому розділі* наведено результати теоретичних і лабораторних досліджень процесів утворення шуму в зоні різання ПФДМ. Проведено формалізацію окремих випромінювачів об'єкту дослідження елементарними випромінювачами типу монополь і диполь, що значною мірою полегшує

задачу кількісної та якісної оцінки випромінювальної здатності елементів основного джерела шуму верстата, а також дає змогу з'ясувати механізм генерування і поширення звукових хвиль.

Здійснено запис спектрів шуму фрезерування у вузькочастотній смузі частот аналізатором спектру шуму фірми RET при варіюванні частоти обертання від 500 до 8000 хв<sup>-1</sup>, що дало можливість здійснити розподіл складових шуму на механічну та аеродинамічну компоненту.

Враховуючи, що аеродинамічний шум є переважаючим, виявлені основні його складові. Дослідження аеродинамічних процесів в холостому і робочому режимах роботи верстата показали, що спектр шуму верстатів на холостому ходу визначає вихровий шум та шум від неоднорідності потоку, тоді як при фрезеруванні в результаті утворення замкнутого простору навколо ножового вала енергія шуму від неоднорідності потоку і вихрового шуму значною мірою переходить в енергію імпульсів, дослідження процесу утворення яких вбачається важливим і актуальним, оскільки дає підстави по-новому подивитися на заходи шумозниження в зоні різання.

Механізм утворення пульсуючого шуму пояснюється схемою (рис.5).

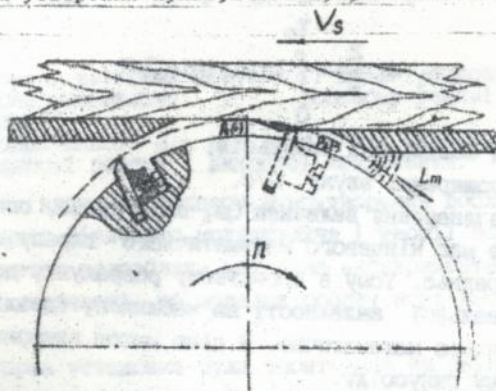


Рис. 5. Схема утворення пульсуючої складової шуму ПФДМ

Якісна і кількісна оцінка складових аеродинамічного шуму показала, що в робочому режимі шум від неоднорідності потоку і вихровий шум формують в основному середньочастотну частину спектру шуму, значно маскуються імпульсним шумом, тому ними можна знехтувати. Пульсуючий шум пояснює появу в спектрі ПФДМ високочастотних складових.

Імпульси виникають головним чином в процесі зустрічного фрезерування, при виході ножа із заготовки. В момент проходження лева біл

кромки переднього стола виникає імпульс об'ємної швидкості  $Q(t)$ , м<sup>3</sup>/с, який за час  $t$  витісняє через простір між поверхнею вала і кромкою переднього стола, обмежений боковими стінками станини, об'єм повітря  $Vt$ , періодична поява якого є причиною пульсуючого шуму.

Апроксимуючи реальне джерело монопольним випромінювачем типу поршневої діафрагми, звукова потужність, Вт, на  $i$ -й частоті визначається залежністю:

$$P_i = \frac{\rho \cdot \omega_i \cdot Q_{m1}}{8 \cdot \pi \cdot c}$$

де  $\rho$  - густина середовища, кг/м<sup>3</sup>;

$\omega_i$  - кругова частота випромінювання, с<sup>-1</sup>;

$Q_{m1}$  - амплітуда об'ємної швидкості повітря, м<sup>3</sup>/с,

$$Q_{m1}^2 = a_1^2 + b_1^2$$

$a_1, b_1$  визначаються як коефіцієнти ряду Фур'є функції  $Q(t)$ :

$$a_1 = \frac{2}{T_0} \int_0^{T_0} Q(t) \cos i \omega_0 t dt,$$

$$b_1 = \frac{2}{T_0} \int_0^{T_0} Q(t) \sin i \omega_0 t dt,$$

$T_0$  - період повторення імпульсів;

$c$  - швидкість поширення звуку, м/с.

На практиці визначення величини  $Q_{m1}$  затруднене, оскільки вихідна залежність  $Q(t)$  не має кінцевого математичного виразу і належить визначати її попередньо. Тому в проектному розрахунку доцільна і правомірна заміна реальної залежності на наближену ідеалізовану залежність, яка виражається математично. З цією метою використано функцію, що описує затухаючу синусоїду.

На основі запропонованої ідеалізації отримана інтегральна формула для визначення октавних рівнів звукової потужності, дБ, безпосередньо за даними процесу витіснення повітря:

$$L_p = 40 \left( \frac{\lg V \tau}{2} - \lg \tau \right) - 10 \lg \frac{f_0}{f_{cp}} - \Delta R + 96;$$

де  $f_0$  - основна частота пульсуючої складової, Гц;

$f_{cp}$  - середь геометрична частота октавної смуги частот, Гц;

$\Delta R$  - звукоізоляція корпусу верстата, дБ.

Виявлено, що звукова потужність пульсуючої складової пропорційна

четвертій степені частоти обертання ножового гала, що є характерним для випромінювачів пульсуючого шуму.

На рис.6 наведені спектри звукової потужності ПЧДМ і основних складових шуму, отримані експериментально і теоретично.

Розроблено програмне забезпечення для розрахунку спектра звукової потужності від пульсуючої складової.

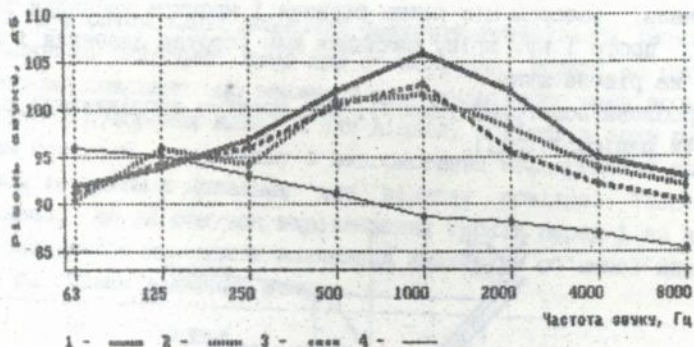


Рис.6. Спектри звукової потужності ПЧДМ і основних складових шуму - експериментальні: 1 - в робочому режимі; 2 - на холостому ходу; - розрахункові: 3 - від імпульсної складової; 4 - від неоднорідності потоку і вихрової компоненти.

Проведено вивчення процесу шумоутворення досліджуваних верстатів із застосуванням фізичного моделювання і теорії подібності.

З цією метою розроблена методика експериментальних досліджень на лабораторній установці, що моделює роботу поздовжньо-фрезерного верстата.

Лабораторна установка була змонтована на звукоізолюючій основі в приміщенні, що за своїми розмірними та ревербераційними характеристиками відповідало умовам вільного звукового поля.

В експерименті був використаний В-план другого порядку для дослідження впливу трьох факторів на рівень шуму. Отримана математична модель, що зв'язує рівень шуму з досліджуваними параметрами, має такий вигляд:

$$y = 88.3 + 5.19x_1 + 7.63x_2 - 0.27x_3 + 2.76x_1^2 + 0.475x_1x_2 + 0.83x_1x_3 - 4.223x_2^2 - 0.583x_2x_3 - 0.641x_3^2$$

де  $y$  - загальний рівень звукового тиску (L), дБ;

$x_1$  - частота обертання робочого органу ( $n$ ),  $\text{хв}^{-1}$ ;

$x_2$  - площа поперечного перерізу звукового каналу ( $S$ ),  $\text{мм}^2$ ;

$x_3$  - геометричне виконання кромки накладки переднього стола ( $\alpha$ ), град.

Графічна інтерпретація рівняння показала, що найбільше на формування рівня шуму впливає частота обертання вала та площа поперечного перерізу звукового каналу, що визначається величиною виступу ножа над твірною вала, зазором між колом різання і кромкою накладки та довжиною ножа, проте і кут зрізу накладки має істотне значення і здатний впливати на рівень шуму.

Розроблена номограма (рис.7), яка поєднує досліджувані параметри з метою їх раціоналізації.

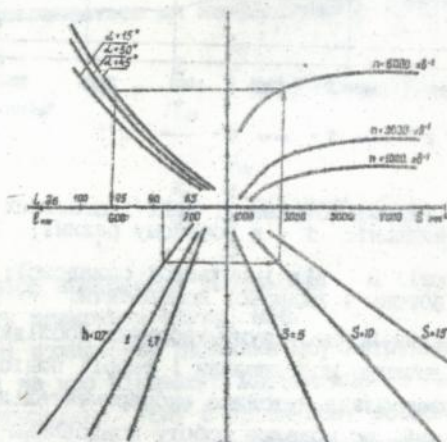


Рис.7. Номограма для визначення рівня випромінюваного шуму в зоні різання при фіксованих значеннях частоти обертання робочого органу, площі поперечного перерізу звукового каналу та кута зрізу накладки стола

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження дозволяють обґрунтовано підійти до вибору засобів і методів шумозниження, спрямованих на зниження шуму аеродинамічного походження, спричиненого пульсаціями.

В *четвертому розділі* наведено результати акустичної оптимізації верстата шлях  $\mu$  впливу на основне джерело випромінювання - зону різання.

Проведено аналіз відповідності технічного стану санітарно-гігієнічному нормативу шумності діючих ПФДМ. Встановлено, що після п'яти років експлуатації позовжньо-фрезерних верстатів в цехах МОД при повному дотриманні паспортних вимог щодо технічного стану перевищення гранично-допустимого рівня шуму даного обладнання над ГС-75 становить 5...10 дБА, тому застосування технічних заходів шумозниження вбачається необхідним.

Результати оптимізації режимних факторів генерування імпульсного шуму, як основної складової шуму при фрезеруванні, подані на рис.6.

Теоретично показано, що зниження аеродинамічного шуму досягається за рахунок створення каналів для відводу повітря з зони різання. Оптимальним способом при цьому є використання перфорованих накладок столів разом із валом з каналами для відводу повітря. Теоретичний аналіз показав, що за рахунок вирівнювання тисків перед і за ножем в процесі фрезерування проходить зменшення амплітуди об'ємної швидкості імпульсів, що сприяє зниженню шуму.

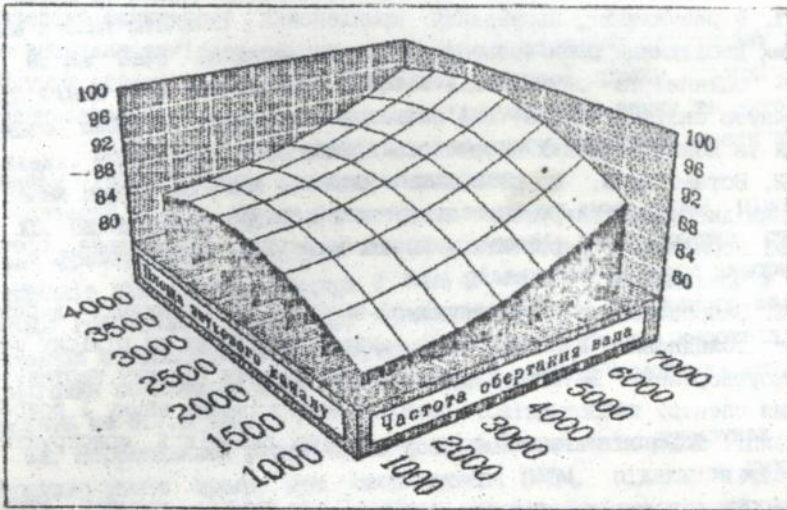


Рис.6. Залежність рівня шуму від частоти обертання ножового вала і площі поперечного перерізу звукового каналу утворення імпульсів ( $S = l \cdot (s + h)$ , де  $l$  - довжина ножа;  $s$  - зазор між колом різання і кромкою накладки;  $h$  - виступ ніжів).

Досліджувалися накладки із круглою і щілинною вертикальною та щілинною похилою перфорацією та накладки з гребінчатою перфорацією

трьох модифікацій. Крім акустичних характеристик накладок визначався розподіл тисків навколо шпинделя в зоні кромки накладок. При цьому здійснювалася візуалізація повітряних потоків. Зафіксовано зниження загального рівня шуму на 3 дБА при застосуванні накладок з гребінчастою перфорацією при куті нахилу гребінки  $45^\circ$ .

Запропоновані типи перфорованих накладок досліджені у комплексі із складеним валом, розробленим при лабораторії промислової акустики УкрДІТУ. Показано, що використання модернізованого вала і перфорованих накладок знижує шум фрезерування на 4...6 дБ.

Для послаблення шуму на шляху його поширення застосовано ефект звукопоглинання елементів внутрішньої частини корпусу верстата. З цієї метою використано широкосмуговий поглинач для звукоізоляції стружкоприймача і столів. Зниження шуму в середині корпусу верстата досягається за рахунок звукопоглинання, звукоізоляції та інтерференції звукових хвиль і становить 5 дБ.

### ОСНОВНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. В результаті проведення комплексних теоретично-експериментальних досліджень розв'язано важливе науково-технічне завдання акустичної оцінки та оптимізації засобів і методів зниження шуму ПФДМ, розглянуто систему питань, пов'язаних з акустичним вдосконаленням режимних та конструктивних параметрів даного типу верстатів.

2. Встановлено, що подовжньо-фрезерні деревообробні машини є потужним джерелом генерування шуму, який на 10...15 дБ перевищує допустимі нормативи і перспектива їх експлуатації обумовлена ефективністю шумозниження.

3. Запропоновано нову структуру процесу шумозниження деревообробного обладнання, в основу якої закладено верстат як цілісну систему шумоутворення. Ця структура дозволяє виявити фізичну картину формування спектру найпотужнішого джерела випромінення звуку і розробити пропозиції щодо оптимізації його акустичних режимів і конструктивних параметрів.

4. Запропоновано показник шумності для оцінки засобів зниження шуму, який дозволяє встановити відхилення акустичної активності верстата від санітарно-гігієнічного нормативу шуму як по восьмому частотному спектрі, так і по окремих його октавних смугах. За даним показником розроблено класифікаційну систему засобів зниження шуму ПФДМ, яка взята за осн / їх акустичної оптимізації.

5. Розроблено інженерну методичку розрахунку очікуваного рівня

шуму. Виведено залежність загального рівня шуму від частоти обертання ножового вала і отримано відносний узагальнений спектр, які дозволяють передбачити рівень шуму верстата в результаті застосування засобів шумозниження і обгрунтовано вибрати їх.

6. Встановлено три основні групи факторів, які визначають пріоритети шумозниження: показники технічного стану машини; режимні параметри робочого інструмента і верстата; технічні заходи зниження шуму. Оптимізація акустичних режимів і конструктивних параметрів забезпечує економічну доцільність процесу шумозниження диференційовано на рівні кожного пріоритету та інтегровано в цілому.

7. Виявлено структурні компоненти шуму в зоні різання в режимі фрезерування. З'ясовано, що істотний вплив на рівень шуму агрегата має аеродинамічний шум. Встановлено, що первинним об'єктом акустичної оптимізації є імпульсний шум, який визначає аеродинамічні процеси в зоні різання при фрезеруванні.

8. Запропоновано математичну модель формування імпульсного шуму, яка взята за основу оптимізації режимних факторів та засобів шумозниження в зоні різання.

9. На базі експериментальних даних отримано регресійну залежність рівня шуму від частоти обертання робочого органу, площі поперечного перерізу каналу поширення імпульсного звуку та кута зрізу накладки. Розроблено номограму, яка дає змогу раціоналізувати значення даних параметрів для діючого обладнання.

10. Оптимізація засобів і методів зниження шуму зони різання в режимі фрезерування визначила комплекс засобів шумозниження: створення каналів для відводу повітря з зони різання за рахунок використання похилої гребінчастої перфорації накладок столів і складеного вала; облицювання стружкоприймача і внутрішніх пластей столів верстата широкосмуговим поглиначем шуму. Це дозволяє зменшити акустичну активність верстата на 6...8 дБА.

11. Впровадження результатів досліджень на підприємствах галузі покращило умови праці при експлуатації ПДМ, підвищило культуру і якість виробництва. Середньорічний економічний ефект від впровадження становив 2 млрд. крб. (на 1993 р.)

#### ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ ВІДБІРАЄМНИЙ В ТАКИХ РОБОТАХ:

1. Носовский Т.А., Рыбак Г.В. Оптимизация и экономическая эффективность снижения шума про.льно-фрезерных деревообрабатывающих станков // Научно-технический прогресс в лесной и деревообрабатывающей

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

промисленості. Тез. докл. 18 науч.-техн. конференції - Київ, 1991.- с.193.

2. Носовський Т.А., Рыбак Г.В. До питання оптимізації віброакустичної активності джерел шуму.- Львів, 1992.-15 с.- Укр.- Деп. 14.02.92; N176 Ук-92.

3. Носовский Т.А., Рыбак Г.В., Мышь В.И. Экономические аспекты снижения шума деревообрабатывающих станков.//Информ. сб.-/Деревообработка: Вып.4/- М.:ВНИПИЭИлеспром, 1992.- с.9...14.

4. Носовский Т.А., Рыбак Г.В., Велейчин Я.М. Новый малозумный дереворежущий инструмент// Совершенствование технологии и оборудования лесопильно-деревообрабатывающих производств: Докл. науч. техн. конф.- Архангельск, 1992.- с.46...46.

5. Рыбак Г.В. Акустическая оптимизация фрезерования древесины на продольно-фрезерных станках// Совершенствование технологии и оборудования лесопильно-деревообрабатывающих производств: Материалы докл. науч. техн. конф.- Архангельск, 1992.- с.44...45.

6. Носовський Т.А., Сомар Г.В. Передумови та результати віброакустичної оптимізації деревособробних верстатів// -К.:Лісова, паперова та деревообробна промисловість, Вудівельник, - 1993.-Випуск 22.-с.18.

*Somar G.V.*

**The analysis and optimization of means and methods of noise reduction in planing and jointing wood-working machines**

*Manuscript.*

Thesis for a master's degree of technical sciences on speciality 05.03.01 - Processes of mechanical treatment, woodworking machinery and tools, - Ukrainian State University of Forestry and Wood Technology, Lviv, 1995.

#### **Summary**

The analysis of planing and jointing wood-working equipment as the object of intensive noise is presented in this work.

The method of evaluation of means and methods of equipment has been elaborated. The new structure of noise reduction, as the basis for it is the acoustic optimization of measures was proposed.

The sense of optimization, compiled from the determination of noisereductio priorities and solving of optimizational task gracluallly on every level was substantiated.

The priorities of study objekt noise reduction through elaboration of mathematical modell of noise-creation in the process of planing and joining have been established .

The acoustical effectiveness of mean and method optimization for noise raduction of planing and joining machines were 6..8 dBA.

**Сомар F.B.**

**Анализ и оптимизация средств и методов снижения шума продольно-фрезерных деревообрабатывающих машин**

**Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.03.01 - процессы механической обработки, станки и инструменты, - Украинский государственный лесотехнический университет, Львов, 1995.

#### **Резюме**

В работе проведён анализ продольно-фрезерного деревообрабатывающего оборудования как объекта интенсивного шума.

Разработана методика оценки средств и методов снижения шума станков. Предложена новая структура процесса шумоснижения, в основу которой заложена акустическая оптимизация мероприятий.

Обоснованы предпосылки оптимизации, состоящие в установлении приоритетов шумоснижения, и решении оптимизационной задачи поэтапно на каждом их уровне.

Определены приоритеты снижения шума объекта исследования путём разработки математической модели шумообразования в процессе фрезерования.

Акустическая эффективность оптимизации средств и методов снижения шума продольно-фрезерных машин составила 6...8 дБА.

Ключові слова: деревообробка, фрезерування, акустична оптимізація.

445400

AB 34.559

**AB 34.559**