

МРНТИ 66.43.99

К.Н. Сатылган¹, С.Т. Шалтабаева², Э.Б. Курманбекова³
^{1,2,3}КазГАСА, г. Алматы, Казахстан

СНИЖЕНИЕ ШУМА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ РЕВЕРБЕРАЦИОННОЙ КАМЕРОЙ

Аннотация. Вопросы снижения шума в деревообрабатывающих производствах усугубляются с каждым годом. Подавление шума стало релевантной проблемой современности, так как ее урегулирование может, с одной стороны, гарантировать нормальные условия труда, высвободить вспомогательные ресурсы для увеличения продуктивности труда, что в окончательном счете целиком оправдывает материальные трудозатраты на борьбу с шумом. Сейчас для владельца бизнеса выигрышнее не инвестировать резервы в инженерно-техническое обновление своих предприятий, а применить устаревшее деревообрабатывающее оборудование, регулярно проводя штатный ремонт. Повышение условий труда на малых деревообрабатывающих предприятиях по шумовому критерию - главному вредному производственному критерию - является актуальной. В публикации приводится образец снижения шума на дереворежущих станках с помощью реверберационной камеры.

Ключевые слова: деревообработка, шлифовальная лента, демпфирование, деревообрабатывающая машина, звукоизоляционные кожухи, шумоизоляция, продольно-фрезерный станок, вибропоглощающие.

Abstract. The issues of noise reduction in woodworking industries are getting worse every year. Noise suppression has become a relevant problem of our time, since its solution can, on the one hand, guarantee normal working conditions, free up auxiliary resources to increase labor productivity, which ultimately fully justifies the material labor costs for noise control. Now it is more advantageous for the business owner not to invest reserves in the engineering and technical renewal of their enterprises, but to use outdated woodworking equipment, regularly carrying out regular repairs. Improving working conditions at small woodworking enterprises according to the noise criterion - the main harmful production criterion-is relevant. The publication provides a sample of noise reduction on woodworking machines using a reverberation chamber.

Keywords: woodworking, sanding belt, damping, woodworking machine, sound-proof shrouds, noise insulation, longitudinal milling machine, vibration-absorbing.

Андатпа. Ағаш өңдеу өндірістерінде шуды азайту мәселелері жыл сайын күрделене түсуде. Шуды басу қазіргі заманның өзекті мәселесіне айналды, өйткені оны реттеу, бір жағынан, қалыпты еңбек жағдайларына кепілдік бере алады, еңбек өнімділігін арттыру үшін көмекші ресурстарды босата алады, бұл түпкілікті есепте шуылмен күресу үшін материалдық еңбек шығындарын толығымен ақтайды. Енді бизнес иесі үшін өз кәсіпорындарын инженерлік-техникалық жанартуға резервтерді инвестицияламаған, бірақ тұрақты жөндеу жұмыстарын жүргізіп, ескірген Ағаш өңдеу жабдықтарын қолданған тиімді. Шу критерийі - негізгі зиянды өндірістік критерий бойынша шағын ағаш өңдеу кәсіпорындарында еңбек жағдайларын жақсарту өзекті болып табылады. Жарияланымда үлгісі келтіріледі төмендету шу дереворежущих станоктарда көмегімен реверберационной камера.

Түйін сөздер: ағаш өңдеу, тегістеу таспасы, демпфирлеу, Ағаш өңдеу машинасы, дыбыс өткізбейтін қаптамалар, шу окшаулау, бойлық фрезерлік машина, діріл сіңіргіш.

Введение

Вопросы снижения шума в лесопильно-деревобрабатывающих производствах обостряются с каждым годом. Если 30 лет назад нормой для рабочих мест был уровень звука в 90 дБА, то сейчас - 80 дБА. При этом фактические уровни в отрасли зачастую достигают величины (100. 120) дБА, что составляет двух - четырехкратное превышение по громкости. Во многих случаях шум действует совместно с низкочастотной вибрацией, генерируемой тем же оборудованием - источниками шума.

На основе произведенного анализа литературных источников определена цель работы - решение комплекса вопросов по снижению вредного воздействия шума на рабочих местах деревообрабатывающих предприятиях. В соответствии с поставленной целью и основными этапами решения проблемы шума определены следующие задачи: дать анализ основных источников шума на малых деревообрабатывающих предприятиях с разработкой комплекса средств защиты от шума; найти инженерно-технические меры по снижению шума в источнике. Для решения поставленных задач, в ходе исследования, был использован системный подход, охватывающий физическое и математическое моделирование, стандартные и оригинальные методики лабораторных и производственных экспериментов с использованием современных измерительных средств и вычислительной техники.

Основная часть

Анализ демпфирующих устройств дисковых пил, применяемых в деревообрабатывающих отраслях промышленности, показал, что для использования в станочных установках целесообразно использовать

следующее: расположение упругих пластин и колец между диском пилы и прижимными шайбами; установка антивибрационных упоров; применение дисков (например, из древесноволокнистых плит), установленных с зазором у боковых поверхностей пилы; изменение изгибной жесткости пильного диска путем установки ребер жесткости между плитой и прижимными шайбами.

Экспериментальная установка для исследования коэффициентов потерь пильных дисков с различными способами демпфирования приведена на рис. 1. Исследовалось два пильных диска (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики исследованных пил

Размер пил	Диаметр, мм	Посадочное, мм	Толщина, мм	Кол-во зубов	МАХ кол-во оборотов
1 образец, пила для многопильного станка (PILANA)	350	70	3,6	20+4подрезных	5500
2 образец, пила для форматно-раскроечного станка (SHARP)	300	30	3,2	96	6500

Диск двумя прижимными шайбами закреплялся в горизонтальном положении на специально изготовленном вертикальном шпинделе. Колебания диска возбуждались ударом падающего с определенной высоты металлического шарика и воспринималось пьезодатчиком. Электрический сигнал, подаваемый датчиком, обрабатывался прибором Октава 110 А с использованием компьютерной программы «Signal+». Прибор обрабатывает сигнал и выдает время реверберации на всех полосах частот.



Рис. 1 Экспериментальная установка

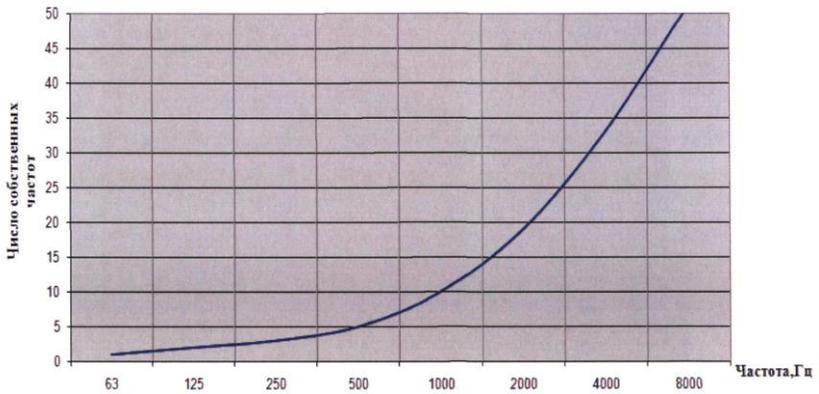


Рис. 2 Плотность собственных частот колебаний дисков

На рис. 3 приведены графики времени реверберации исследованных пил при различных видах демпфирования для первого образца. На рис. 4 показаны графики коэффициентов потерь для этого же образца.

На рис.4 - 5 даны графики времени реверберации и коэффициентов потерь в зависимости от частоты их вида демпфирующей конструкции.

Как видно из рисунков 3 и 5 кривые изменения коэффициентов потерь имеют минимум на высоких частотах (2000-8000Гц) и максимум на низких частотах (63-125Гц).

Из анализа результатов исследований, наиболее перспективным является использование в качестве демпфирующей прокладки крупнозернистой шлифовальной ленты. Такой вид внешнего демпфирования дает наибольший акустический эффект по сравнению с другими прокладочными материалами [3].

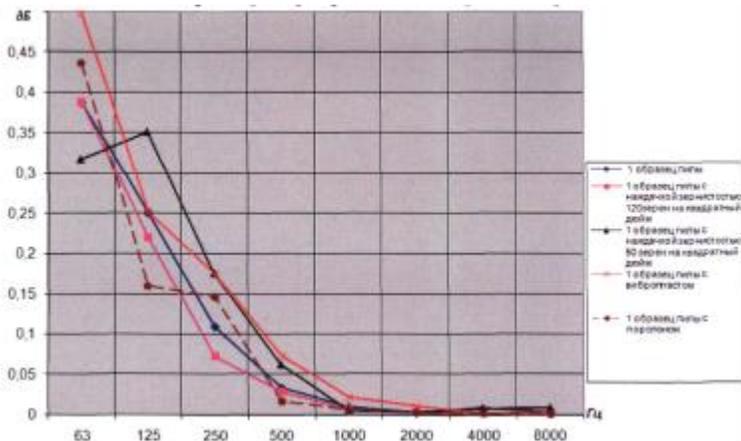


Рис. 3 Коэффициент потерь для первого образца пилы

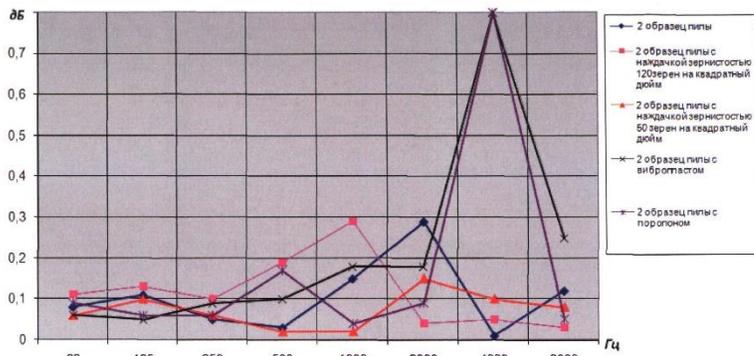


Рис.4 Время реверберации второго образца пилы

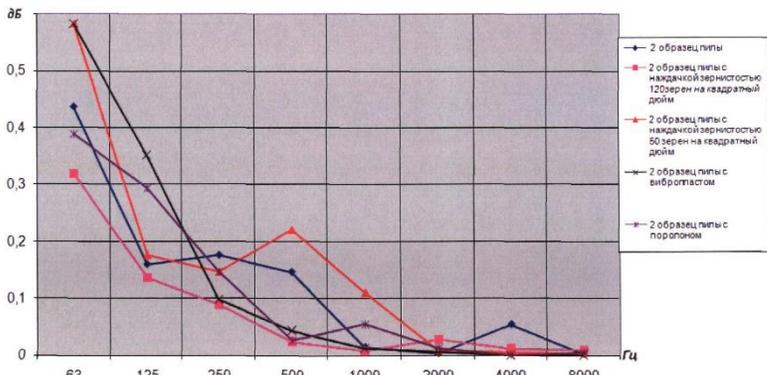


Рис. 5 Коэффициент потерь второго образца пилы

За прошедшие десятилетия изделия машиностроения с пониженными степенями шума стали одним из ключевых маркетинговых доводов при их сбыте. Деревообрабатывающая машина представляется одним из наиболее шумных изделий машиностроения. Уменьшить степени звуковой силы в источнике до пределов, обеспечивающих дозволённые по санитарным нормам степени звукового давления на рабочих местах станочников, через изменения систем резания (как представили бесчисленные исследования) не представляются вероятным из-за понижения свойства издаваемой продукции, производительности оборудования. Принимая во внимание это, механизм звукоизоляционных кожухов в конструкции деревообрабатывающих станков представляется неповторимым средством защиты от шума. Однако, подобная защита может быть обеспечена лишь при научно аргументированном выборе шумоизоляции компонентов кожухов. На всех типах этого оборудования основным источником является технологический шум, т.е. шум, возникающий при силовом взаимодействии режущего инструмента и обрабатываемого материала.

Большинство Российских и зарубежных фирмы разрабатывают и выпускают деревообрабатывающие продольно-фрезерные станки с встроенными звукоизолирующими кожухами. С точки зрения эргономики они сделаны по требованиям техники безопасности.

С целью определения акустической эффективности предлагаемых промышленностью звукоизолирующих кожухов были проведены исследования в условиях действующей предприятий: ИП «Орынбаев» (г. Шымкент) на четырехстороннем продольно- фрезерном станке модели HFB 516 фирмы HONFAT и Российском станке модели С25-5А производства Боровичского завода деревообрабатывающих станков.

Кожухи на обоих станках предназначены для снижения шума основных источников - быстровращающихся (6000 об/мин) ножевых головок шпинделей узлов, являющихся источниками аэродинамического и механического шума. Остальные источники шума (механизм подачи, электродвигатели фрез, эксгаустерная система) создают уровни шума значительно ниже названных выше и не влияют на суммарный уровень.

Конструкция стенок кожухов обоих станков аналогичны - стальной лист толщиной 1 мм, облицованный с внутренней стороны звукопоглощающим материалом «Акуст-Рельеф В» толщиной 30 мм (средний коэффициент звукопоглощения - 0,5). Смотровые окна выполнены из органического стекла толщиной 4 мм.

Стенки кожуха - сварной конструкции. Передняя стенка - откидывается вверх дверка с окнами из оргстекла.

Торцевые стенки имеют окна и проемы для подачи обрабатываемого материала в кожух и выхода готового изделия, закрытые разрезанными резиновыми шторками.

Через верхнюю стенку кожуха проходят трубопроводы аспирационной системы для удаления стружки после обработки заготовки.

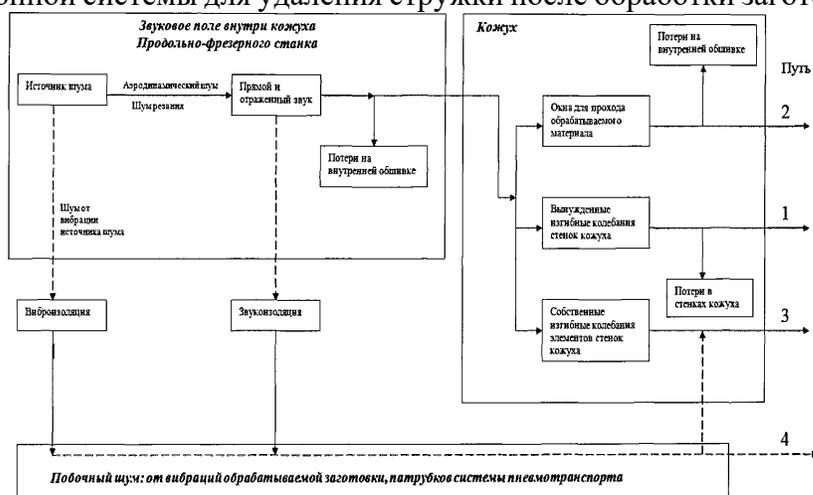


Рис. 8 Пути распространения шума из-под кожуха станка в окружающее пространство.

Распространение шума из-под кожуха станка в окружающее пространство происходит следующими путями (рис. 8).

Путь 1 - шум, проникающий через стенки кожуха.

Звукоизоляция кожуха складывается в этом случае из звукоизоляции отдельных панелей кожуха. Поскольку конструкция стенок кожуха неоднородна по площади, имеет участки с различной изоляцией воздушного шума, то прямая передача звука происходит через эти участки с различной интенсивностью.

Путь 2 - воздушный шум, попадающий посредством отверстия во стенах кожуха. Он требует максимального интереса. В невысоких частотах, если объем кожуха незначительный согласно сопоставлению со протяженностью волнения звука также если звукопоглощение внутренней обшивки кожуха недостаточно, внутренний размер кожуха также кромки отверстий формируют эхорезонатор Гельмгольца, то что считается фактором увеличения гула (вписываемые утраты кожуха обладают негативный символ с-из-за резонансных явлений). Внутренний объем кожуха имеет набор мод-форм собственных колебаний заключенного в нем воздуха. Собственные колебания возможны на таких частотах, на которых в результате наложения прямых и отражения волн, имеют стационарно расположенные узлы и пучность.

Путь 3 - излучение при собственных изгибных колебаниях стенок кожуха. Панели кожуха нежесткие. По этой причине их показатель излучения минимален также в большей степени обусловлен колебаниями сдавленных кромок либо зонами, близкими ко пунктам крепления. Личные выгибные раскачивания основным способом вызываются представляемой в стены пульсацией также воздушным шумом. Поглощение этих колебаний обеспечивается демпфированием панелей кожуха.

Путь 4 - побочный шум, вызванный вибрацией и воздушным шумом источников, не зависящих от кожуха: шум незакрытых частей станка, обрабатываемого материала, присоединенных к станку трубопроводов эксгаутерной установки. Излучение по пути 4 ухудшит акустические характеристики кожуха при плохо спроектированном кожухе.

Отличительной чертой кожухов продольно-фрезеровальных станков состоит в том, собственно рабочее пространство находится возле кожуха и еще прибывающая в нее звуковая сила с всевозможных составляющих кожуха неодинакова. По этой причине главные полезные характеристики шумоизоляционных кожухов, следовательно особенности излучения звука составляющими ограждения обязаны заключаться с эффектом дифракции звука с разных компонентов кожуха.

Исследования выявили то, что шумоизоляция кожухов согласно степени звука также, согласно голосовому давлению, меняется во обширных границах в разных контрольных пунктах станка [1].

Данные отличия находятся в зависимости изменения частотного диапазона шума в холостом и трудовом ходу, характера развития голосового поля под кожухом, фактора направления излучения источниками шума также компонентами кожуха, наличия сквозных просветов системы кожуха [2,3].

Наибольшая шумоизоляция согласно степени звука кожухов двух станков зарегистрирована в контрольных пунктах посередине станков в дистанции 1 м с станка. Для станка НFB 516 она равна 10,4 дБА, для станка С25-5А - Одиннадцать,3 дБ, но (рис. 9).

На рабочих зонах станочников из-за наличия обнаруженных просветов в торцевых станках кожухов, владеющих процент несплошности $\sim 0,01$, шумоизоляция существенно ниже - 6 дБА на подаче древесины, 5 дБА на приеме заготовок.

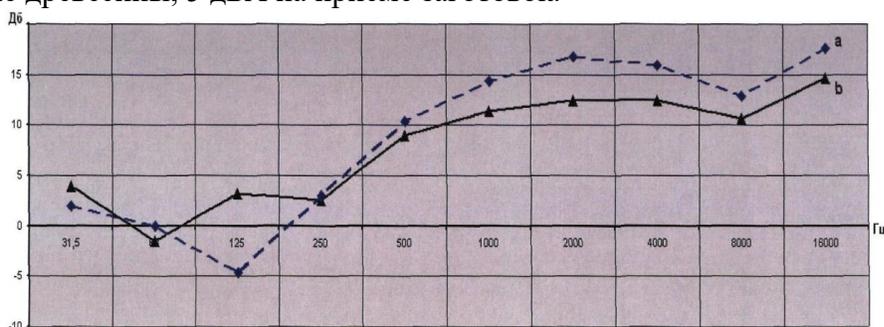


Рис. 9 Эффективность звукоизоляции кожухов станков НFB 516 (а) и С25- 5 А (б), замеры проведены посередине станков на расстоянии 1 метра от их корпусов на рабочем ходу (дБ)

Анализ спектральных компонентов звукоизоляции корпуса со звуковым давлением показывает, что эффективность звукоизоляции на низких частотах варьируется от отрицательных значений до 3-4 дБ. Это связано с тем, что объем воздуха корпуса в этом частотном диапазоне чрезвычайно мал, а уровни звукового давления в октавных диапазонах определяются собственными колебаниями объема. На этих частотах эффективность звукопоглощающего покрытия стенок корпуса невелика из-за небольшого размера коэффициента звукопоглощения.

С увеличением частоты эффективность звукоизоляции увеличивается до 8-12 дБ. На резонансных частотах стенок корпуса в средней частотной области существуют провалы 2-4 дБ в экспериментальных кривых эффективности звукоизоляции.

С дальнейшим увеличением частоты звука акустическая эффективность оболочек падает на критических частотах элементов оболочки из-за явлений совпадения волн.

В соответствии с ГОСТ 31326-2006 существует пять групп корпусов в зависимости от размера звукоизоляции по уровню звука, дБА; а) до 10; Б) от 10 до 20; В) от 25 до 31; Г) от 30 до 40; Д) более 40.

Рекомендуемые звукоизоляционные покрытия изученных станков относятся к группе корпусов, которые не имеют особых акустических требований.

Наибольшего внимания требует шум, распространяющийся из кожуха по пути 2 через окна для подачи заготовок и выхода готовых изделий.

Для снижения шума на этом пути необходимо установка каналов глушителей с гибкими поперечными шторками-перегородками на входе и выходе из канала.

Практическое решение проблемы подавления возбуждения низких резонансных моделей воздушного объема кожуха существенно затруднено в связи с невозможностью изменения геометрии свободного пространства кожуха и мест расположения источников шума в нем.

Для снижения излучения шума стенками кожуха на собственных частотах (путь 3) поверхность стенок необходимо покрыть вибропоглощающим материалом «Вибропласт М2» толщиной 2,1 мм.

Уровни шума побочных источников (путь 4), как показали исследования, не превышает нормативных значений и при проектировании кожуха могут не учитываться.

Во следствии деятельность определены численные закономерности изменения производительности кожухов с ключевых полезных характеристик то, что даст возможность формировать интегрированные кожухи со высокими звуковыми чертами.

Заключение

Предлагаемые фирмами-изготовителями станков встроенные звукоизолирующие кожухи, как дополнительная опция к продольно-фрезерному станку, не могут обеспечивать снижение шума до допустимых уровней на рабочих местах станочников.

При установке станка в цехе требуются дополнительные мероприятия либо по обеспечению работающих средствами индивидуальной защиты от шума, либо по ограничению времени пребывания людей в зоне повышенного шума, либо по облицовке ограждающих конструкций цеха звукоизолирующими материалами.

Список использованной литературы

1 ГОСТ 31326-2006 (ИСО 15667:2010) Шум. Руководство по снижению шума кожухами и кабинами. Введ. 01.04.07. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2007 48 с.

2 Комаров Г.А. Четырехсторонние продольно-фрезерные станки для обработки древесины. -М.: Лесн. пром., 2013. -80 с.

3 Крисанов В.Ф., Рыбин Б.М., Санаев ВТ. Оборудование для отделки изделий из древесины. М.: Лесн. пром., 2014. -144 с.