

УДК 613.644:674

**Б. Р. Ладик**, старший преподаватель (БГТУ);  
**И. Т. Ермак**, кандидат биологических наук, доцент (БГТУ)

### **О НЕКОТОРЫХ ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕССЫ ШУМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

Для снижения шума деревообрабатывающего оборудования используются различные методы. Одним из эффективных методов снижения шума, создаваемого станком СР4-20М, явилась замена ножевого вала с прямыми ножами на ножевой вал с винтовыми ножами. Такая конструкция ножевого вала приводит при работе оборудования к значительному уменьшению уровня звука и уровней звукового давления на среднегеометрических частотах октавных полос. Наибольшее снижение шума наблюдается на высокочастотных составляющих спектра, что позволяет существенно улучшить условия труда на рабочих местах.

Various methods are used to reduce the noise of woodworking equipment. One effective way of reducing the noise generated by the machine СР4-20М, was the replacement of the cutter shaft with a straight blade on blade shaft with spiral blades. This blade design greatly reduces the sound level and sound pressure levels at the mean frequency octave bands. The greatest noise reduction is observed at high frequency spectral components that can significantly improve the working conditions in the workplace.

**Введение.** Шум является одним из наиболее распространенных факторов условий труда на производстве. Под влиянием интенсивного шума нарушаются функции не только слухового анализатора, но и центральной нервной, сердечно-сосудистой и других систем человека. Работа в условиях интенсивного шума приводит к снижению производительности труда, росту брака и увеличению вероятности получения производственных травм.

Для снижения производственного шума используются различные методы: устранение причин или ослабление шума в источнике его возникновения, снижение шума на пути его распространения, поглощение прямого или отраженного шума, применение индивидуальных средств защиты работающих.

Ряд научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций в настоящее время проводят работу по созданию системы ограничения параметров шума в выпускаемых промышленностью станков и машин. Задача заключается в том, чтобы обеспечить на рабочем месте санитарные нормы и не допускать выпуска машин и станков, в которых не исчерпаны реальные возможности уменьшения шума.

Однако до сих пор не удалось снизить уровень шума деревообрабатывающего оборудования до допустимых пределов. Это, в первую очередь, связано с тем, что непрерывное совершенствование технико-экономических показателей машин и оборудования приводит к увеличению их рабочих скоростей при одновременном уменьшении металлоемкости, усложнении кинематики и возрастании динамических нагрузок. В результате повышается шумовая и

вибрационная активность оборудования и усложняется борьба с шумом и вибрацией. Поэтому накопление сведений по уровням шума, генерируемого различными видами оборудования разных изготовителей при различных режимах работ, является важной задачей.

**Основная часть.** Несмотря на то, что в ряде исследований [1, 2, 3, 4] имеются противоречивые данные, можно сделать некоторые выводы, касающиеся основных причин шумообразования деревообрабатывающих станков и путей уменьшения этого шума.

Шум, создаваемый деревообрабатывающим оборудованием, может быть механического и аэродинамического характера. Механический шум вызывают инерционные возмущающие силы, возникающие в механизме подачи, резания, соударения деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров, трение деталей механизмов, ударные процессы при резании древесины, колебания конструктивных элементов и др.

Основной вклад в процессы шумообразования круглопильных станков дает процесс взаимодействия пилы с распиливаемым материалом. Спектр шума имеет ярко выраженный высококачественный характер, основные составляющие спектра расположены в диапазоне частот 1000–8000 Гц. В результате завихрений и пульсаций воздуха в области зубчатого венца пилы возникает аэродинамический шум, вибрации пильного диска – механический шум, колебания древесины в пропиле – шум резания. Интенсивность шума зависит от числа оборотов, размера и толщины пильного диска, числа зубьев пилы, скорости резания и подачи, конструкции пилы, вида обрабатываемого материала.

ла, точности балансировки, жесткости конструкции станка.

Шум, возникающий при работе четырехсторонних строгальных, рейсмусовых, фуговальных, фрезерных и других станков с вращающимися цилиндрическими головками, имеет в основном аэродинамический характер. Он обусловлен возникновением вихрей, срывающихся с режущих кромок ножей, и уплотнением воздуха при прохождении ножей мимо накладок рабочих столов, а также вследствие завихрения и перепадов давления воздуха в пазах для крепления ножей и других неровностях ножевых головок.

Во время рабочего хода появляется дополнительный шум, обусловленный динамическими усилиями при контакте режущего инструмента с обрабатываемым материалом в процессе резания.

При вращении ножевых головок с прямыми ножами, расположенными параллельно образующей цилиндра, резание носит ударный характер.

В результате больших динамических усилий возникают разного рода колебания, вибрации инструмента, обрабатываемой заготовки и отдельных узлов станка. Уровень и спектр шума фрезерно-строгальных станков зависит от числа оборотов, формы и размера ножевых головок, числа ножей и способов их крепления, качества подготовки и точности установки режущего инструмента, свойств обрабатываемого материала, точности изготовления и сборки отдельных узлов и механизмов станка, своевременности проведения плановых предупредительных ремонтов и других факторов.

Уровни шума, создаваемые некоторыми видами деревообрабатывающего оборудования, приведены в табл. 1.

Исследования показывают, что увеличение числа оборотов ножевого вала с 3000 об/мин до 6000 об/мин повышает уровень шума при холостом ходе станка на 12 дБ со сдвигом шума в сторону высокочастотных составляющих спектра. Установка на вал четырех ножей вместо двух увеличивает уровень шума примерно на 5 дБ. Увеличение выставки ножей от 1,5 до 5 мм повышает уровень шума при холостом вращении ножевого вала на 8–10 дБ.

Снижение шума, создаваемого ножевыми головками, может быть достигнуто заменой головок с прямыми ножами головками с винтовыми ножами. Такие ножевые головки создают меньшую вибрацию во время рабочего хода вследствие уменьшения ударного действия ножей при их вхождении в древесину, а также уменьшают аэродинамический шум в результате уменьшения завихрения и перепада давления воздуха во время вращения ножевой головки.

Пониженным шумообразованием обладает ступенчатый вал для плоского фрезерования. Он снабжен комплексом узких цилиндрических фрез, повернутых относительно друг друга на некоторый угол смещения. В результате режущие кромки фрез размещаются по условной винтовой линии и, перекрывая друг друга, обеспечивают обработку плоских поверхностей.

Уровень шума такого вала при холостом режиме работы станка уменьшается примерно на 15 дБ по сравнению с традиционным ножевым валом.

На уровень шума оказывает влияние и способ крепления ножей. Заполнение пазов ножевого вала монтажной пеной снижает уровень шума при холостом и рабочем ходе на 12–13 дБ при частоте вращения вала 3000 об/мин.

Одним из эффективных мероприятий по снижению интенсивности шума, создаваемого рейсмусовыми станками при обработке широких щитков, является замена горизонтального цилиндрического ножевого вала блоком вертикальных торцовых фрез. Обработка плит на обычных рейсмусовых станках путем цилиндрического фрезерования сопровождается исключительно интенсивным шумом и быстрым затуплением ножей. Замена процесса цилиндрического фрезерования процессом торцового фрезерования резко уменьшает уровень генерируемого шума.

Для уменьшения механического шума, передаваемого в результате вибрации ножевых валов корпусу станка, рекомендуется под наружные кольца подшипников качения ножевых валов поставить втулки из текстолита или древесного пластика. Такие втулки снижают уровень шума на 7–9 дБ.

Таблица 1

Уровни шума на рабочих местах некоторых видов оборудования

Станки	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рейсмусовые	91	98	100	98	84	94	94	89	97
Фрезерные	82	87	87	89	94	93	91	85	96
Круглопильные	82	81	87	90	92	95	97	96	101
Ленточнопильные	80	84	87	86	90	90	90	92	93

Таблица 2

## Уровни звукового давления при работе станка с экспериментальным ножевым валом

Показатели	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<i>Холостой ход станка</i>								
Ножевой вал с прямыми ножами	88	91	95	94	90	81	77	76
Ножевой вал с винтовыми ножами	84	87	91	86	82	75	72	69
<i>Рабочий ход станка</i>								
Ножевой вал с прямыми ножами	82	87	101	102	93	100	95	83
Ножевой вал с винтовыми ножами	80	84	94	94	87	92	86	78
Допустимые уровни по СанПиН 2.2.4/2.1.8-32-2002	95	87	82	78	75	73	71	69

К общим мероприятиям по уменьшению шума деревообрабатывающих станков можно отнести тщательную балансировку ножевых валов, ножевых головок, покрытие наружных поверхностей кожухов и ограждений вибропоглощающими мастиками и облицовку поверхностей звукопоглощающими материалами.

Нами была проведена экспериментальная проверка некоторых рекомендаций по снижению шума строгальных станков.

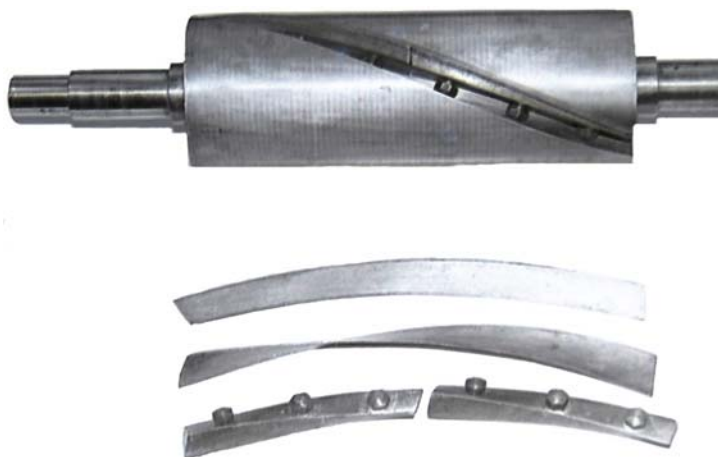
Проведенными исследованиями было подтверждено, что шум строгальных станков имеет преимущественно аэродинамический характер. Максимальная звуковая энергия приходится на наиболее неблагоприятную для организма человека средне- и высокочастотную области спектра.

С целью проверки возможности снижения шума, создаваемого фуговально-рейсмусовым станком СР4-20М, была произведена замена ножевого вала с прямыми ножами на ножевой вал с винтовыми ножами. Экспериментальный вал с винтовыми ножами приведен на рисунке. Размеры ножевых валов и число их оборотов были одинаковыми. Диаметр окружности резания 120 мм, частота вращения ножевого вала 6000 об/мин.

Исследования проводились как при холостом вращении ножевых валов, так и во время рабочего хода станка при строгании сухих еловых досок шириной 180 мм, толщина снимаемого слоя 2 мм, скорость подачи 8 м/мин.

В табл. 2 приведены результаты экспериментальных исследований и допустимые уровни шума [5].

Из приведенных данных видно, что замена ножевого вала с прямыми ножами на ножевой вал с винтовыми ножами ведет к значительному уменьшению звука на 5 дБА для холостого хода и на 7 дБА для рабочего хода станка, а также к снижению уровней звукового давления на всех среднегеометрических частотах октавных полос. При холостом ходе станка наибольшая звуковая энергия для ножевого вала с прямыми ножами приходится на частоту 500 Гц (94 дБ), что превышает допустимый уровень для этой частоты на 16 дБ; для ножевого вала с винтовыми ножами наибольшая звуковая энергия (91 дБ) приходится на частоту 250 Гц, что превышает допустимый уровень звукового давления для этой частоты на 9 дБ. Снижение уровней звукового давления на наиболее вредных для человека высокочастотных составляющих спектра (2000–8000 Гц) составило от 6 до 7 дБ.



Экспериментальный вал с винтовыми ножами

При рабочем ходе станка с прямыми ножами вала наибольшее превышение допустимых уровней (на 27 дБ) имеет место на частоте 2000 Гц, что соответствует превышению субъективной громкости в 6–7 раз. После замены ножевого вала превышение предельно допустимого уровня звукового давления при рабочем ходе на частоте 2000 Гц составило 19 дБ, что соответствует превышению субъективной громкости в 3–4 раза.

**Заключение.** Таким образом, замена ножевого вала с прямыми ножами на ножевой вал с винтовыми ножами позволяет существенно улучшить условия труда на рабочих местах. Однако в серийно выпускаемом оборудовании такая конструкция не нашла реального применения из-за увеличения трудоемкости операций по подготовке и замене ножевого инструмента.

За последние годы для борьбы с шумом на производстве найден ряд технических решений.

Созданы новые конструкции машин и внедрены малозумные технологические процессы.

На наш взгляд, применение в конструкции деревообрабатывающих станков валов с винтовыми ножами является целесообразным, так как дает большой социальный эффект.

Внедрение в народное хозяйство технических решений по ограничению шума деревооб-

рабатывающих станков на стадии разработки и проектирования, а также модернизация имеющегося оборудования дает основу для обеспечения безопасных условий труда на производстве.

### Литература

1. Чижевский, М. П. Снижение шума при механической обработке древесины / М. П. Чижевский, Н. Н. Черемных. – М.: Лесная пром-сть, 1975. – 151 с.

2. Юдин, Е. Я. Борьба с шумом на производстве: справочник / Е. Я. Юдин, Л. А. Борисов, И. В. Горенштейн. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.

3. Соколов, Г. А. Борьба с шумом в деревообрабатывающей промышленности / Г. А. Соколов. – М.: Лесная пром-сть, 1974. – 143 с.

4. Лизоркин, А. А. Справочник по охране труда в деревообрабатывающей промышленности / А. А. Лизоркин, О. Н. Русак. – М.: Лесная пром-сть, 1985. – 416 с.

5. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: СанПиН №2.2.4/2.1. 32 8.10. – 2002. – Введ. 01.01.03. – Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2003. – 20 с.

*Поступила 14.03.2011*