

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.9.06: 628.517

**Б.Ч. МЕСХИ, И.С. ВИНОГРАДОВ**

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРОВ ШУМА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ КРУГЛОПИЛЬНЫХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ**

*Повышенный шум является одним из наиболее неблагоприятных, опасных и вредных производственных факторов и для круглопильных станков является наиболее характерным по степени воздействия на операторов. Приведены результаты экспериментальных исследований шума при работе вышеуказанных станков с циркулярными пилами различных конструкций.*

**Ключевые слова:** спектры шума, круглопильные станки, циркулярные пилы.

**Введение.** Для современных высокопроизводительных деревообрабатывающих станков большую актуальность приобретают экологические проблемы и, в частности, повышенное шумообразование. Эта проблема наиболее актуальна для круглопильных станков при работе циркулярных пил большого диаметра. Этот инструмент является маложёстким, имеет большое число зубьев и при высоких частотах вращений создаёт в высокочастотной части спектра уровни шума, намного превышающие санитарные нормы.

**Постановка задачи.** Цель проведённых исследований – выявление особенностей процесса шумообразования круглопильных станков с циркулярными пилами серийными и с «акустическими разрывами» различной формы.

**Методы исследований.** Экспериментальные исследования проводились на раскройном станке ЦПА-2 с циркулярными пилами диаметром 360 мм и числом зубьев  $z = 48, 60$  и  $120$ . В дальнейшем фреза с  $z = 48$  обозначена как «фреза 1», с  $z = 60$  – как «фреза 2», с  $z = 120$  – как «фреза 3». Измерение октавных уровней шума у таких фрез позволяет выявить закономерности шумообразования в зависимости от соответствующих частот возбуждения колебаний.

При измерениях использовали прибор ВШВ-003-М2 и конденсаторный микрофон, который устанавливали на рабочем месте оператора. В процессе измерений фиксировали октавные уровни звукового давления (децибелы) в нормируемом диапазоне частот.

**Результаты экспериментов и их обсуждение.** Результаты замеров шума приведены на рис.1-4. Спектр шума холостого режима станка имеет чётко выраженный среднечастотный характер. В интервале частот 31,5 – 1000 Гц интенсивность звукового излучения по октавам распределяется достаточно равномерно. Разница уровней шума по среднегеометрическим частотам полос не превышает 4 дБ. На более высоких частотах наблюдается спад интенсивности звукового излучения 6-8 дБ на октаву. Уровни шума ниже предельно допустимых во всём нормируемом диапазоне частот. Следует отметить, что в пятой октаве со среднегеометрической частотой 500 Гц разница составляет всего 2 дБ, что сравнимо с точностью измерительной аппаратуры.

При обработке резанием характер спектров шума существенно изменяется в высокочастотной части спектра. Спектр шума станка на холостом ходу имеет типичный для металлорежущего оборудования вид (см.рис.1).

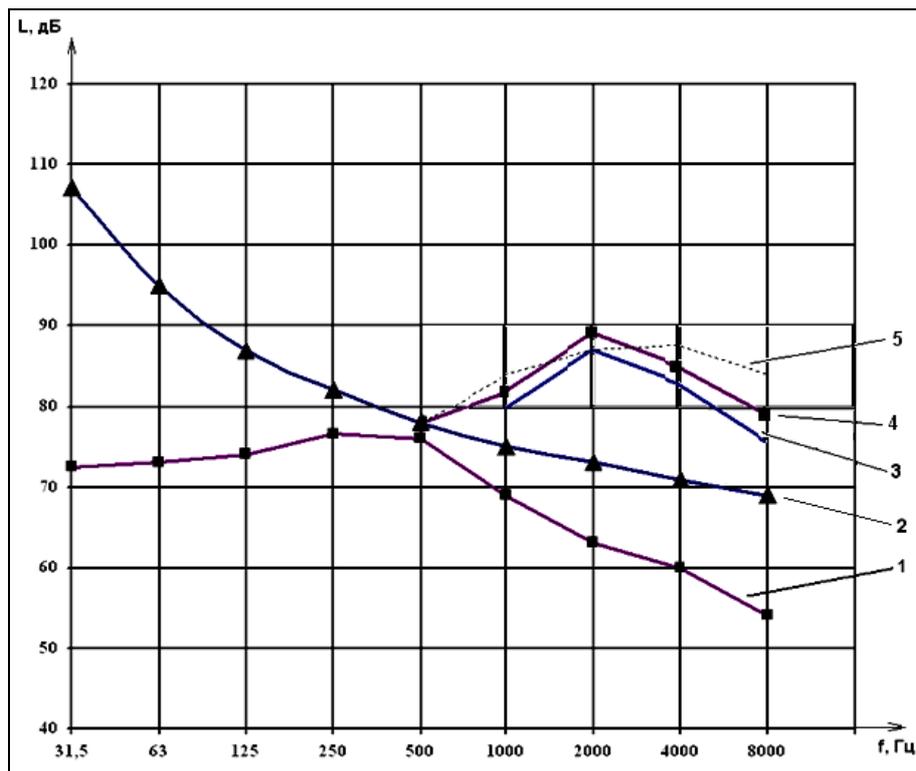


Рис. 1. Спектры шума станка при работе серийных циркулярных пил:  
 1 – на холостом ходу; 2 – предельно допустимые уровни шума;  
 3, 4, 5 – соответственно для фрез 1, 2 и 3

Спектр шума имеет чётко выраженный высокочастотный характер. Уровни шума превышают норматив в области частот 1000-8000 Гц на 9-16 дБ. У фрез 1 и 2 максимальная интенсивность звукового излучения приходится на седьмую октаву со среднегеометрической частотой 2000 Гц. Действительно, частоты возбуждения у этих фрез составляют 1400 и 1750 Гц и попадают в одну и ту же октаву. У фрезы 3 частота возбуждения составляет 3500 Гц, и максимум интенсивности приходится на восьмую октаву со среднегеометрической частотой 4000 Гц. У этой фрезы в области частот 2000-3000 Гц интенсивность излучения звука распределена достаточно равномерно.

В следующей серии экспериментов измерялись уровни шума при работе фрез с дугowymi прорезями (см.рис.2), круговыми отверстиями (см.рис.3) и отверстиями с демпфирующими элементами из полиуретана (см.рис.3, кривая 5). Испытания проводили при неизменных режимах резания на фрезе 2 и 3 (как наиболее шумоактивных).

Полученные в работе [1] теоретические зависимости позволяют рассчитать ожидаемое снижение шума от влияния следующих факторов: уменьшения виброскорости, уменьшения площади звукоизлучающей поверхности, и от демпфирующих элементов, увеличивающих эффективный коэффициент потерь колебательной энергии. Причём эффект в снижении шума может быть рассчитан как от всех вместе взятых факторов, так и от каждого в отдельности. Установить поэлементный вклад вышеперечисленных факторов экспериментально не представляется возможным. Поэтому ниже приводятся результаты сравнения теоретических и экспериментальных уровней шума.

На рис.2 приведены уровни шума фрезы 3 с прорезями.

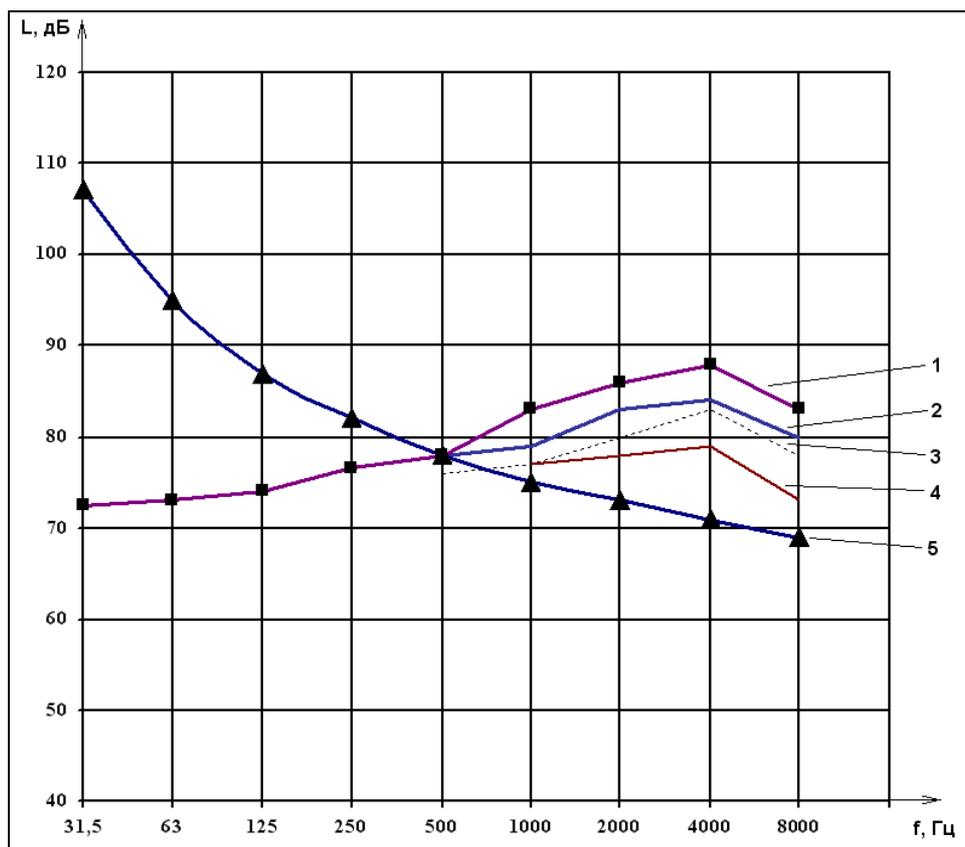


Рис. 2. Спектры шума цельной фрезы и фрезы с прорезьями: 1 – цельная фреза; 2 – теоретический спектр шума при снижении виброскорости (для пилы с дугowymi прорезьями); 3 – теоретический спектр при учёте снижения виброскорости и площади звукоизлучающей поверхности (для пилы с дугowymi прорезьями); 4 – экспериментальный спектр пилы с дугowymi прорезьями; 5 – предельно допустимые уровни шума

Результаты расчётов свидетельствуют о том, что снижение уровней шума за счёт уменьшения виброактивности фрезы составляет 4-5 дБ, а за счёт уменьшения площади звукоизлучающей поверхности – 2 дБ. Таким образом, теоретический расчёт показал, что фреза такой конструкции создаёт шум на 6-7 дБ ниже, чем цельная фреза. Экспериментальные исследования позволили сделать вывод, что фактическое снижение шума намного больше и составляет 10-12 дБ. Следовательно, разница между теоретическим расчётом и опытными данными составляет 4 дБ, что можно считать приемлемым для инженерных задач. При пересчёте уровней шума в амплитуды звукового давления (Па) соответствие расчётных и экспериментальных величин составляет 30-35%. Авторы считают необходимым отметить, что вышеуказанный вариант фрезы не обеспечивает выполнения санитарных норм шума (см.рис.2), так как превышение над предельно допустимыми значениями сохраняется в высокочастотной части спектра 1000-8000 Гц и составляет 2-9 дБ.

У фрезы с кругowymi отверстиями (см.рис.3) эффект в снижении добавляется ещё возможностью увеличения диссипации колебательной энергии за счёт заливки в отверстия демпфирующего материала (в данном случае резины 8470, имеющей коэффициент потерь колебательной энергии  $\eta = 0.46$ ).

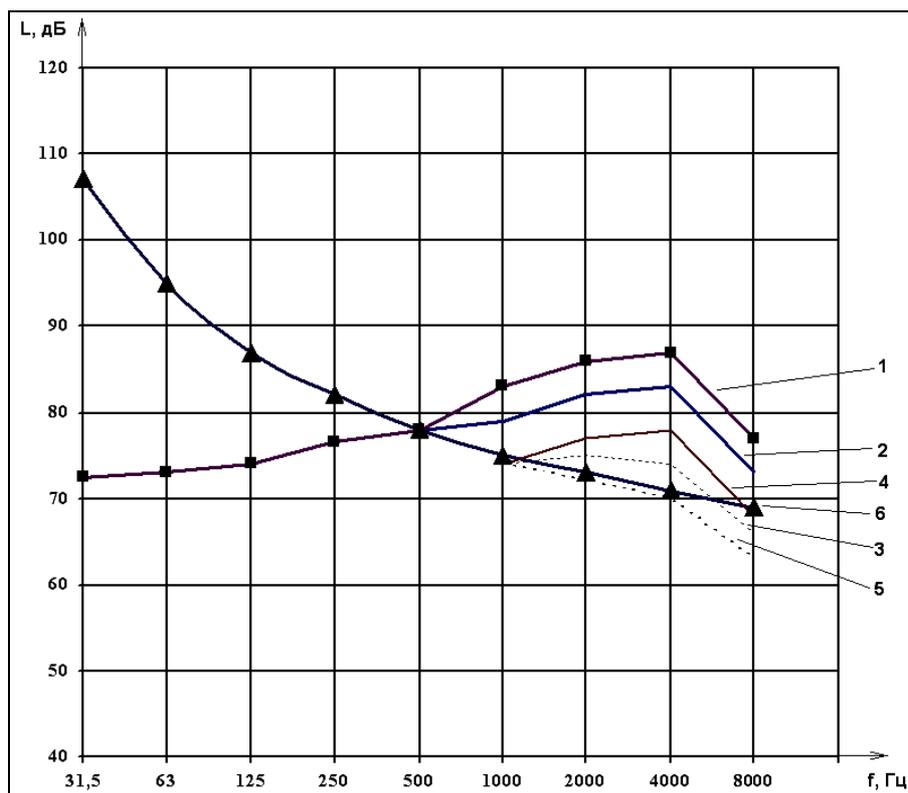


Рис.3. Спектры шума циркулярной пилы: 1 – цельная фреза; 2 – теоретический спектр с учётом снижения виброактивности пилы (для пилы с дугowymi прорезьями); 3 – теоретический спектр с учётом уменьшения площади излучающей звук поверхности (для пилы с круговыми отверстиями); 4 – теоретический спектр с учётом увеличения коэффициента потерь колебательной энергии (для пилы с повышенным демпфированием); 5 – экспериментальный спектр пилы с повышенным демпфированием; кривая 6 – предельно допустимые уровни шума

У пилы предлагаемой конструкции снижение шума достигает 4 дБ за счёт уменьшения вибрации, 5 дБ – за счёт уменьшения площади звукоизлучающей поверхности и 2-3 дБ – за счёт увеличения эффективного коэффициента потерь колебательной энергии. Таким образом, ожидаемый эффект в снижении шума, определённый теоретически, составляет 12 дБ. Фактическое снижение шума – на 4 дБ больше и составляет 16 дБ.

**Выводы.** Экспериментальные исследования показали, что для пилы 2 соблюдаются санитарные нормы шума, причём выполнение предельных спектров достигается активными методами: за счёт изменения конструкции самой циркулярной пилы. Авторы считают необходимым отметить, что полученные количественные показатели в снижении шума справедливы для конкретного типа циркулярных пил, диаметр которых  $\leq 360$  мм.

### Библиографический список

1. Мехи Б.Ч. Улучшение условий труда операторов металлорежущих и деревообрабатывающих станков за счёт снижения шума в рабочей зоне (теория и практика) / Б.Ч. Мехи. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2003. – 131 с.

Материал поступил в редакцию 12.11.09.

**B.CH. MESKHI, I.S. VINOGRADOV**

**EXPERIMENTAL STUDIES OF THE NOISE SPECTRA IN THE WORKING AREA  
OF CIRCULAR WOODWORKING MACHINES**

Increased noise is one of the worst, dangerous and harmful production factors. As for circular machines it is mostly characterized by the degree of impact on the operators. Experimental studies of noise during operation of woodworking machines with circular saw blades of various designs have been carried out.

**МЕСХИ Бесарион Чохоевич** (р. 1959), доктор технических наук (2005), профессор (2007), ректор Донского государственного технического университета (2007). Окончил РИСХМ (1981).

Научные интересы: теория и методы обеспечения технологической и производственной безопасности.

Автор более 60 научных публикаций.

**ВИНОГРАДОВ Иван Сергеевич** (1983), аспирант кафедры «Инструментальное производство» ДГТУ. Окончил механико-математический факультет РГУ (2005).

Область научных интересов: математическое моделирование, вычислительная алгебра, методы оптимизации применительно к техническим задачам.

Автор 14 научных публикаций.

viva-ivan@yandex.ru