

Черепанов Сергей Александрович

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА ШУМА ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ**

В статье рассматриваются методика и результаты экспериментального исследования характера спектра шума при высокоскоростном фрезеровании древесины на современных деревообрабатывающих станках с ЧПУ. По результатам исследования автором сделан вывод о том, что спектр шума при высокоскоростном фрезеровании древесины приобретает выраженный тональный характер с повышением твердости обрабатываемой древесины, частоты вращения шпинделя и снижением числа зубьев фрезы.

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2015/10/40.html](http://www.gramota.net/materials/1/2015/10/40.html)

**Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.**

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2015. № 10 (100). С. 148-151. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2015/10/](http://www.gramota.net/materials/1/2015/10/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

УДК 613.644

**Технические науки**

*В статье рассматриваются методика и результаты экспериментального исследования характера спектра шума при высокоскоростном фрезеровании древесины на современных деревообрабатывающих станках с ЧПУ. По результатам исследования автором сделан вывод о том, что спектр шума при высокоскоростном фрезеровании древесины приобретает выраженный тональный характер с повышением твердости обрабатываемой древесины, частоты вращения шпинделя и снижением числа зубьев фрезы.*

*Ключевые слова и фразы:* фрезерование древесины; дереворежущая фреза; спектр шума; третьоктавная полоса частот; тональный характер шума; частота вращения шпинделя.

**Черепанов Сергей Александрович**

г. Северодвинск

serg-edu@yandex.ru

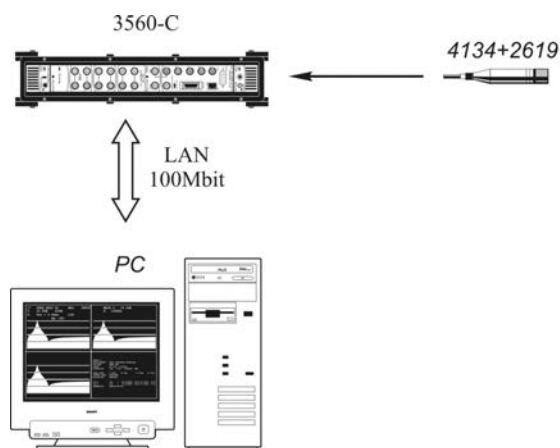
### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА ШУМА ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ<sup>®</sup>

Одним из основных вредных производственных факторов при работе на деревообрабатывающих станках является шум. Процесс фрезерования древесины сопровождается высоким уровнем шума, как правило, превосходящим санитарные нормы [2]. Главными причинами высокой шумности дереворежущих фрезерных станков являются высокие частоты вращения шпинделя, конструктивные особенности инструмента, неудовлетворительная балансировка шпиндельных узлов и инструмента [3].

Количественной оценкой шумовых характеристик процесса фрезерования являются уровни звукового давления в октавных полосах частот, величина которых регламентируется ГОСТ 12.1.003 [1]. Однако, помимо этого параметра, большое значение имеет характер спектра шума. По характеру спектра шум подразделяется на широкополосный и тональный. Широкополосный шум характеризуется непрерывным спектром шириной более одной октавы, а тональный – наличием выраженных дискретных тонов. В соответствии с ГОСТ 12.1.003, при тональном характере спектра шума допускаемые уровни звукового давления должны быть приняты на 5 дБ меньше, по сравнению с широкополосным. Таким образом, установление характера спектра шума является необходимым условием при оценке шумовых характеристик процесса фрезерования древесины. Необходимо также отметить, что шумовые характеристики современных деревообрабатывающих станков с ЧПУ с высокоскоростными шпинделями к настоящему времени весьма слабо изучены. В связи с этим, при исследовании акустических характеристик высокоскоростного фрезерования древесины, помимо анализа уровня шума, представляет интерес провести также экспериментальное исследование характера спектра шума.

В качестве экспериментальной установки для исследований выбран деревообрабатывающий центр с ЧПУ *BIESSE ROVER 20* со следующими характеристиками: мощность главного привода – 6,6 кВт, частота вращения шпинделя – 1000...24000 об./мин. Для оценки влияния числа зубьев инструмента на акустические характеристики процесса фрезерования были изготовлены экспериментальные фрезы, имеющие следующие параметры: число зубьев – 2 и 6; диаметр – 30 мм; передний угол – 30°; задний угол – 10°. Измерительный тракт построен с использованием аппаратуры фирмы «Брюль и Кьер» и включал в себя измерительный микрофон мод. 4134 с предусилителем мод. 2619, анализатор мод. 3560-С и ПЭВМ (Рис. 1).

Микрофон устанавливался на штативе в одном уровне по высоте с заготовкой на расстоянии 1 м от зоны резания (Рис. 2). Сигнал с микрофона поступал на анализатор и затем записывался в память ПЭВМ с помощью ПО *Pulse LabShop*.



**Рис. 1.** Схема измерительного тракта

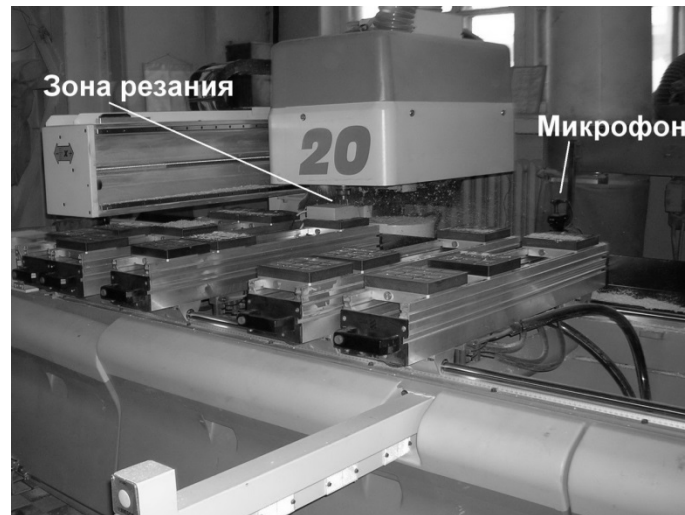


Рис. 2. Экспериментальная установка

В качестве входных параметров эксперимента выбраны следующие: число зубьев фрезы –  $Z$ , подача на зуб –  $S$ , глубина резания –  $t$ , направление подачи заготовки относительно волокон –  $\varphi$  ( $\varphi=0$  при подаче вдоль и  $\varphi=90$  при подаче поперек волокон), частота вращения шпинделя –  $n$ . Обрабатываемые породы древесины – сосна и дуб. Согласно ГОСТ 12.1.003, тональный характер шума устанавливается путем измерения в третьоктавных полосах частот по превышению уровня звукового давления в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ. Поэтому, в качестве выходной величины в эксперименте измерялись третьоктавные уровни звукового давления в диапазоне частот 20...3150 Гц. Затем, для каждого опыта в спектре определялась полоса частот, имеющая наибольшее превышение уровня звукового давления над соседними полосами и рассчитывалась величина превышения. Результаты эксперимента приведены в Таблицах 1 и 2. Поскольку исследование проводилось в действующем цехе, для оценки уровня и характера фонового шума, создаваемого другим оборудованием, предварительно проводился замер фонового шума в цехе. Спектр фонового шума представлен на Рис. 3.

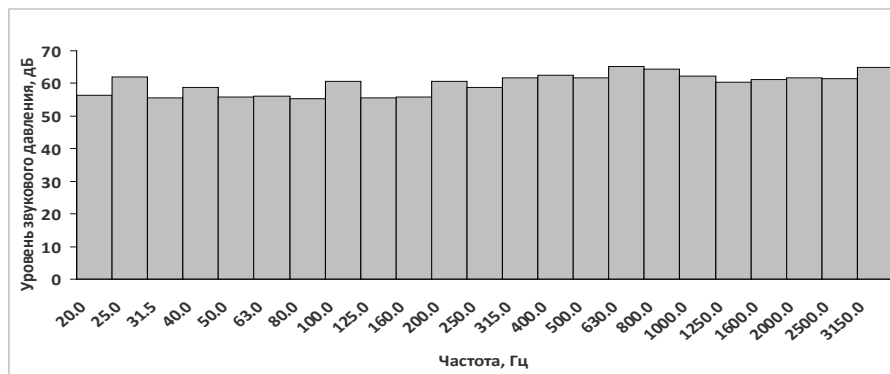


Рис. 3. Спектр фонового шума в цехе

Анализ результатов опытов показал следующее. Превышение уровня звукового давления более чем на 10 дБ в одной полосе частот над другими, т.е. тональный характер шума имеет место в 68,75% от общего количества опытов. При этом наблюдается взаимосвязь тонального характера шума с обрабатываемой породой древесины, числом зубьев фрезы и частотой вращения шпинделя. При фрезеровании сосны тональный характер спектра шума был отмечен в 56,25% опытов, при фрезеровании дуба – в 81,25%; при фрезеровании с частотой вращения шпинделя 5000 об./мин – в 56,25%, при фрезеровании с частотой вращения шпинделя 15000 об./мин – в 81,25%; при фрезеровании двузубой фрезой – в 87,5%, при фрезеровании шестизубой фрезой – в 50% опытов.

Таким образом, спектр шума при высокоскоростном фрезеровании древесины приобретает выраженный тональный характер с повышением твердости обрабатываемой древесины, частоты вращения шпинделя и снижением числа зубьев фрезы.

Доминирующая полоса частот в спектре шума зависит от частоты вращения шпинделя и числа зубьев фрезы. При фрезеровании с частотой вращения шпинделя 5000 об./мин двух- и шестизубыми фрезами доминирующая частота в большинстве случаев соответствует частоте врезания зубьев (см. Рис. 4). При фрезеровании с частотой вращения 15000 об./мин двузубой фрезой имеют место две доминирующие полосы частот – первая на частоте вращения шпинделя, а вторая на частоте врезания зубьев (см. Рис. 5).

Табл. 1.

## Результаты опытов по фрезерованию сосны

№ п/п	Z	Ф, град.	S, мм/зуб.	n, об./мин	t, мм	Наибольшее превышение уровня звукового давления над соседними полосами частот, дБ	Среднегеометрическая частота доминирующей полосы частот	
1	2	0	0,06	5000	6	11,5	160	
2	6				2	5,66	315	
3	2				2	6,3	315	
4	6	90	6		5,17	500		
5	2		2		4,94	160		
6	6		6		13,55	500		
7	2	0	0,18	5000	6	13,24	160	
8	6				2	5,84	500	
9	2				2	10,14	500	
10	6	90	0,06		15000	6	11,83	250
11	2					6	18,48	500
12	6					2	4,21	1600
13	2	0	0,18	15000		6	17,76	500
14	6					2	10,22	250
15	2					2	15,39	250
16	6	90	0,18		15000	6	8,56	250

Табл. 2.

## Результаты опытов по фрезерованию дуба

№ п/п	Z	Ф, град.	S, мм/зуб.	n, об./мин	t, мм	Наибольшее превышение уровня звукового давления над соседними полосами частот, дБ	Среднегеометрическая частота доминирующей полосы частот	
1	2	0	0,06	5000	6	12,23	160	
2	6				2	3,06	500	
3	2				2	13,27	160	
4	6	90	0,18		5000	6	8,22	500
5	2					2	12,35	160
6	6					6	10,88	500
7	2	0	0,06	15000		6	14,26	160
8	6					2	11,26	500
9	2					2	13,08	250
10	6	90	0,18		15000	6	12,83	250
11	2					6	20,05	500
12	6					2	12,91	250
13	2	0	0,18	15000		6	17,91	500
14	6					2	9,9	250
15	2					2	16,69	500
16	6	90	0,18		15000	6	10,06	250

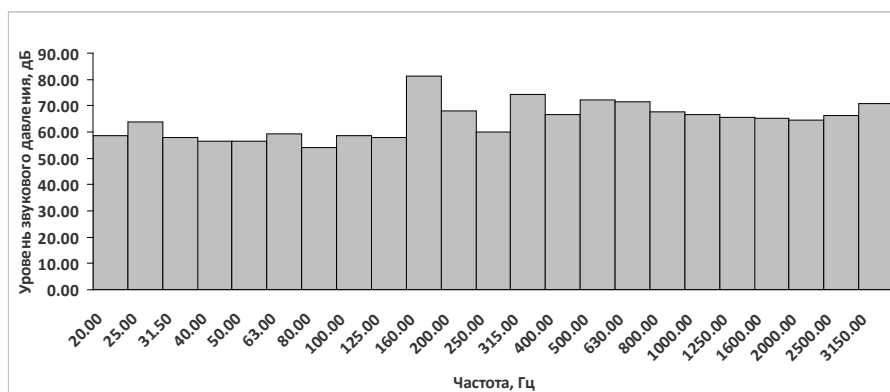


Рис. 4. Спектр шума при фрезеровании сосны ( $z=2$ ,  $S=0,18$  мм/зуб.,  $t=6$  мм,  $n=5000$  об./мин, подача поперек волокон)

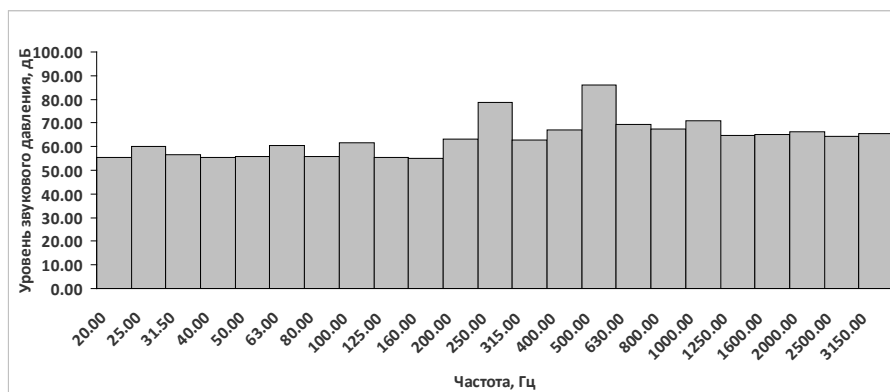


Рис. 5. Спектр шума при фрезеровании дуба ( $z=2$ ,  $S=0,18$  мм/зуб.,  $t=2$  мм,  $n=15000$  об./мин, подача поперек волокон)

При фрезеровании с частотой вращения 15000 об./мин шестизубой фрезой доминирующая полоса частот соответствует частоте вращения шпинделя (Рис. 6). Наличие подъема уровня звукового давления в полосах частот 20...25 Гц на Рис. 6 обусловлено работой цеховой системы вентиляции.

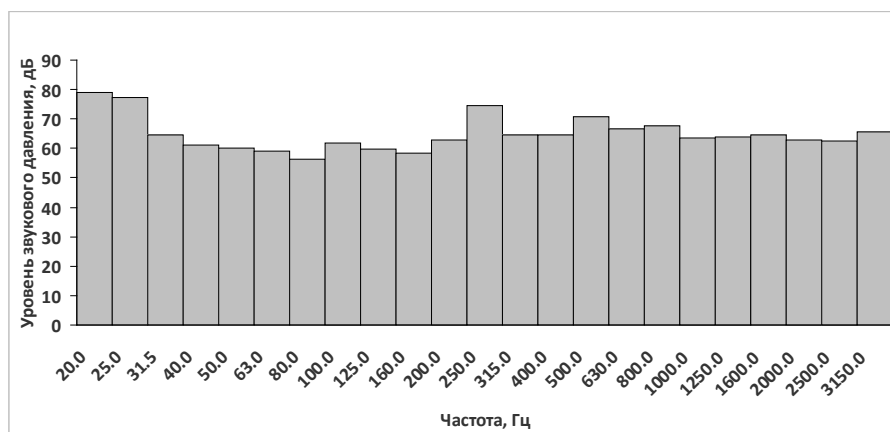


Рис. 6. Спектр шума при фрезеровании дуба ( $z=6$ ,  $S=0,18$  мм/зуб.,  $t=2$  мм,  $n=15000$  об./мин, подача вдоль волокон)

В настоящее время для фрезерования древесины на современных станках с ЧПУ наиболее часто используются двузубые фрезы при частоте вращения шпинделя более 10000 об./мин. Как следует из результатов проведенного исследования, при таких условиях обработки шум будет иметь выраженный тональный характер, особенно при фрезеровании древесины твердых пород. Вместе с тем, исследование показало перспективность использования шестизубых фрез для снижения шума при высокоскоростном фрезеровании древесины.

#### Список литературы

1. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Общие требования безопасности. Шум / взамен ГОСТ 12.1.003-76; введ. 01.07.84. М.: Изд-во стандартов, 1984. 10 с.
2. Цветков В. М. Обеспечение безопасных условий эксплуатации и экологичности деревообрабатывающих станков фрезерной группы: дисс. ... к.т.н. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2005. 125 с.
3. Чижевский М. П., Черемных Н. Н. Снижение шума при обработке древесины. М.: Лесная промышленность, 1975. 152 с.

#### EXPERIMENTAL STUDY OF NOISE SPECTRUM AT HIGH-SPEED TIMBER MILLING

Cherepanov Sergei Aleksandrovich

Severodvinsk

serg-edu@yandex.ru

The article examines the methods and results of the experimental study of noise spectrum nature at high-speed timber milling at modern NC-controlled woodworking machines. Relying on the findings the author concludes that noise spectrum at high-speed timber milling acquires evident tonal nature with hardening the processed timber, raising the spindle rotational speed and reducing the number of the teeth of the mill.

*Key words and phrases:* timber milling; wood-milling cutter; noise spectrum; one-third-octave band; tonal nature of noise; spindle rotational speed.