

УДК 67.05

UDC 67.05

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ШУМОВ И ВИБРАЦИИ НА
ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКАХ**

**EXPERIMENTAL RESEARCHES OF NOISE
AND VIBRATION IN BAND-SAW MACHINE
TOOLS**

Литвинов Артем Евгеньевич
ст. преподаватель
*Кубанский Государственный Технологический
Университет, Краснодар, Россия*

Litvinov Artem Evgenevich
senior lecturer
*Kuban State Technological University, Krasnodar,
Russia*

Чукарин Александр Николаевич
д.т.н, профессор
*Донской Государственный Технический
Университет, Ростов-на-Дону, Россия*

Chukarin Alexander Nikolaevich
Dr.Sci.Tech., professor
*Don State Technical University
Rostov-am-Don, Russia*

Корниенко Владимир Гаврилович
к.т.н., профессор
*Кубанский Государственный Технологический
Университет, Краснодар, Россия*

Kornienko Vladimir Gavrilovich
Cand.Tech.Sci., professor
*Kuban State Technological University, Krasnodar,
Russia*

В статье описан процесс шумообразования на ленточнопильном станке, а так же предложен способ гашения шумов и вибрации, результативность которого подтверждена проведенными экспериментами

In the article, the process of noise formation in a band-saw machine tool is described and the way of clearing of noise and vibration which productivity is confirmed with the experiments is offered

Ключевые слова: ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫЙ СТАНОК, ВИБРОГАСИТЕЛЬ, УРОВЕНЬ ШУМА, ЗВУКОВОЕ ДАВЛЕНИЕ

Keywords: BAND-SAW MACHINE TOOL, VIBRATION CLEARER, NOISE LEVEL, SOUND PRESSURE

На сегодняшний день основной тенденцией в станкостроении является переход к заготовительным операциям повышенной точности с целью увеличения коэффициента использования материала и улучшения последующей механической обработки. Повышение производительности обработки достигается использованием ленточнопильных станков для порезки заготовок различного сечения, станки данного типа особенно эффективны в заготовительном производстве.

В Краснодарском крае и по России в целом станки такого типа используются на многих машиностроительных предприятиях, вытесняя устаревшее оборудование. Наряду с высокой эффективностью ленточнопильных станков зачастую наблюдается превышение нормативных показателей шума и вибрации, что негативно сказывается как на условиях труда оператора, так и на долговечности оборудования и

стойкости режущего инструмента. В связи с этим решение проблемы снижения шумов и вибрации при работе станка является актуальным и своевременным[1,2].

Конструктивные особенности ленточнопильных станков заключаются в отсутствии высокоскоростных зубчатых передач в приводах, наличие длинной и маложесткой ленточной пилы, а также широкого класса конфигураций и размеров отрезаемых заготовок. Эти особенности позволяют предположить, что в формировании звукового поля станка в целом доминируют звуковое излучение самой пилы, в первую очередь, и в ряде случаев отрезаемой заготовки. Исследования по выявлению источников шумов и вибрации проводили на ленточнопильном станке модели 8Б545 в производственных условиях завода ОАО “Нефтемаш” при помощи шумомера анализатора спектра Октава -101 АМ, а так же анализатора шума и вибрации SVAN-912 М. Были произведены замеры на холостом ходу станка, при порезке заготовки (Труба диаметром 168, стенка 25, материал сталь 45) В целях снижения шумов и вибрации аналогичные замеры были произведены после установки на станок разработанного и запатентованного авторами виброгасителя с гасящим элементом из капролона, доступного, экологически чистого, долговечного материала, поглощающего ударные нагрузки и имеющего низкий коэффициент трения. [3] Устройство состоит из кронштейна для крепления и ролика, плотно прилегающего к пиле и вращающегося на оси, закрепленной на кронштейне, за счет движения пилы.

Схема установки виброгасителя показана на рисунке 1. Результаты замеров приведены на рисунке 2 и в таблице 1

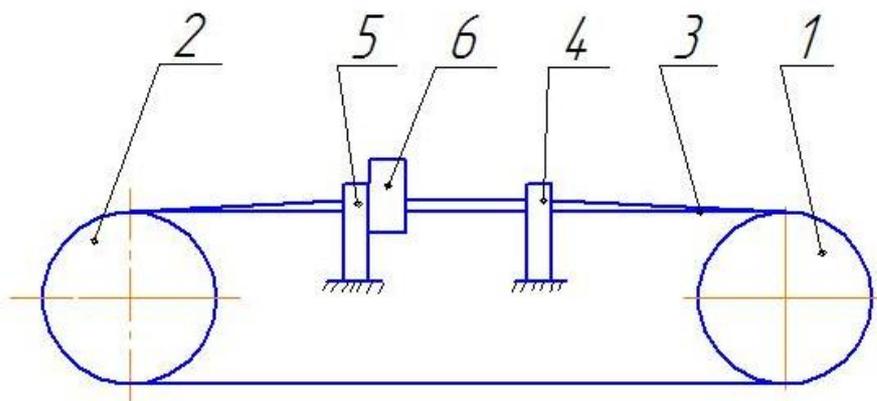


Рисунок 1 – Схема установки виброгасителя

- 1 – ведущий шкив
- 2 – ведомый шкив
- 3- ленточная пила
- 4,5 - направляющие пины
- 6- виброгаситель

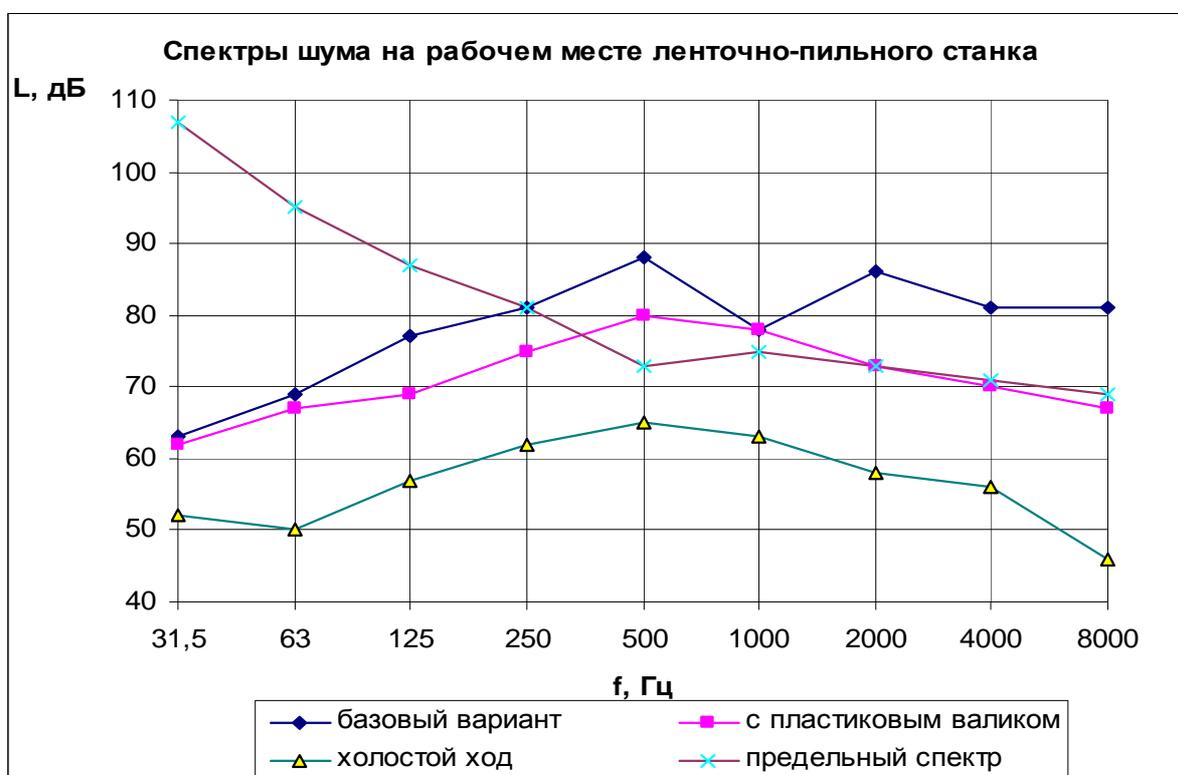


Рисунок 2 – Спектры шума на рабочем месте ленточнопильного станка

Таблица 1 – Результаты замеров шумов до и после установки виброгасителя.

№ п/п	Рабочее место, Обслуживаемое оборудование	Характеристика шума	Уровни звукового давления L, дБ в октавных полосах со среднестатистическими частотами, Гц									Уровень звука, дБ	Превышение ПДУ, дБА
			31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Без установки виброгасителя													
1	Станок под нагрузкой	Постоянный широкополосный	63	69	77	81	88	78	86	81	81	90	9
	Станок на холостом ходу	Постоянный широкополосный	67	68	77	76	78	73	77	75	71	80	-
После установки виброгасителя													
2	Станок под нагрузкой	Постоянный широкополосный	62	67	69	75	80	78	73	70	67	80	-
	Станок на холостом ходу	Постоянный широкополосный	52	50	57	62	65	63	58	56	46	67	-

Уровень звука базового станка составляет 89 дБа, что на 9 дБа превышает предельно допустимое значение. Октавные уровни звукового давления превышают санитарные нормы в 5,6,7,8 и 9 октавах со среднегеометрическими частотами 500,1000,2000,4000,8000 Гц (соответственно) причем в 5,7,8 и 9 октавах превышение составляет 10,12,10 и 12 дБ (соответственно) в шестой октаве превышение составляет 3 дБ. Следует отметить, что в четвертой октаве со среднегеометрической частотой 250 Гц уровень звукового давления находится на предельно-допустимом значении. Только в 1,2 и 3 октавах уровни звукового давления ниже предельно-допустимых значений.

Можно предположить, что повышенные уровни звукового давления создаются узлом резания и, в первую очередь, ленточной пилой[4,5].

Действительно, уровни звукового давления холостого хода станка на 10-20 дБ ниже предельно-допустимых значений. Кроме этого начиная с пятой октавы уровни звукового давления, уменьшаются по мере возрастания частоты. Уменьшение уровней звукового давления составляет 2-5 дБ для 6,7 и 8 октав и 10 дБ в 9 октаве.

Разница уровней звукового давления при резании в сравнении с холостым ходом составляет 23 дБ в 5 октаве, 15 дБ в 6 октаве, 27 дБ в седьмой и восьмой октавах и 37 дБ в девятой октаве.

Спектр шума при установке виброгасителя по характеру идентичен в низко- и среднечастотной области до пятой октавы со среднегеометрической частотой 500 Гц.

В первой и второй октавах уровни звукового давления практически не изменились. В третьей, четвертой и пятой октавах уровни звукового давления уменьшились на 7-8 дБ.

В пятой октаве уровень звукового давления понижен на 10 дБ и доведен до предельно-допустимого значения. В шестой октаве уровень звукового давления фактически не изменился. Превышение над

нормативом составляет 2 дБ, что в принципе сравнимо с точностью измерительной аппаратуры.

В области частот выше 1000 Гц спектр шума при установке виброгасителя претерпевает существенные изменения. В частности, наблюдается тенденция уменьшения уровней звукового давления до предельно-допустимых значений. Снижение уровней шума составляет 12-14 дБ.

Установленные закономерности шумообразования подтверждается измерениями вибрации.

Результаты замеров вибрации приведены в таблице 2

Таблица 2 – Результаты замеров вибрации до и после установки виброгасителя

Номер замера	Место замера	Под нагрузкой		Холостой ход			Под нагрузкой					
		1 рез	2 рез	Без гасителя	Гасящий элемент (резина)	Гасящий элемент (капролон)	Без гасителя	Гасящий элемент (резина)		Гасящий элемент (капролон)		
								1 рез	2 рез	1 рез	2 рез	
		Материал сталь 45 Труба диаметром 168 стенка 25										
Виброускорение м/с ²												
1	Кронштейн правой направляющей	4.47	4.57	2.1	1.85	1	4.2	2.02	2.4	0.3	0.32	
2	Головка правой направляющей	6.3	6.9	2.6	1.7	1.3	4.9	2.5	2.8	0.5	0.6	
3	Кронштейн левой направляющей	4.52	4.76	2.5	2.3	0.9	3.5	3.2	3.3	0.29	0.3	
4	Головка левой направляющей	6.45	7.4	3	2.9	1.1	5.2	3.7	3.9	0.52	0.59	
5	Верхняя направляющая	1.48	2.45	1.2	1.05	0.8	2.3	0.9	1	0.2	0.22	
6	Заготовка	отрезаемая часть слева	0.902	1.05				0.91	0.62	0.69	0.25	0.28
7		Отрезаемая часть справа	0.733	0.88				0.7	0.5	0.6	0.23	0.25
8		Отрезаемая часть сверху	1.35	1.433				1.3	1.0	1.1	0.22	0.24
9		Основная часть сверху	0.716	0.933				0.5	0.33	0.4	0.19	0.23
10	Стык двигатель-редуктор	4.1	4.37	1.5	1.3	0.9	4.2	3.7	3.8	2.2	2.3	

Замеры вибрации проводились по 10 точкам. Исходя из предположения, что превышение звукового давления создается узлом резания, точки замеров выбирались максимально близко к зоне резания.

В связи с невозможностью установки датчиков анализатора шума и вибрации SVAN-912 М на ленточное полотно, которое находится в постоянном движении, замеры проводились на кронштейнах и головках направляющих станка, а так же на заготовке по четырем точкам.

В первую очередь были произведены замеры во время порезки детали без установки виброгасителя с целью анализа влияния режимов обработки на изменение вибрации. Было произведено два реза, с увеличением подачи на 20% на втором резе, было отмечено увеличение вибрации, что отражено в таблице 2. Необходимо так же отметить, что численные значения замеров соответствующие левой направляющей (кронштейн и головка) а так же отрезаемой части заготовки слева несколько выше, чем аналогичные, но справа стороны. Это может быть вызвано тем, что левая направляющая находится ближе к натяжному диску пилы, соответственно напряжения на направляющей вызванные изгибом пилы будут больше.

Далее для оценки влияния виброгасителя на изменение вибрации были произведены замеры на холостом ходу станка до и после установки виброгасителя с гасящим элементом из резины и из капролона. В ходе эксперимента было отмечено более чем двукратное снижение вибрации по всем шести точкам проведения замера при использовании гасящего элемента из капролона. При установке элемента из резины эффект был не таким значительным. В дальнейшем был достигнут еще более значительный эффект при проведении замеров под нагрузкой.

При использовании гасящего элемента из резины было отмечено снижение вибрации в среднем на $0.3-0.8 \text{ м/с}^2$. После установки гасящего элемента из капролона вибрация снизилась в несколько раз. Для оценки

достоверности результата было произведено два реза с каждым гасящим элементом, с увеличением подачи на 15-20% на втором резе. Увеличение вибрации с увеличением подачи отражено в таблице.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтверждают теоретические выводы в том, что основным источником шума является ленточное полотно. При установке виброгасителя эффект в снижении шума достигается за счет увеличения коэффициента потерь колебательной энергии и того, что ролики играют роль дополнительной опоры.[4,5] В этом случае пила представляет собой систему нескольких излучателей, размеры которых существенно меньше. Поэтому снижается интенсивность звукового излучения. В ходе эксперимента было доказано значительное снижение шумов на 10 дБ и вибрации в 10 раз и повышение стойкости режущего инструмента в 1.5 раза при установке разработанного виброгасителя. Следовательно, данное устройство представляет собой технологически целесообразный и экономически эффективный способ увеличения стойкости режущего инструмента и снижения шума и вибрации.

Внедрение ленточноотрезных станков в заготовительном производстве на данный момент наиболее перспективный и рациональный способ порезки металла. Снижение шумов и вибраций позволяет не только улучшать условия труда оператора, но и повышать стойкость режущего инструмента и производительность работы станка в целом. Оснащение ленточно-отрезных станков устройствами гашения шумов и вибрации способствует более точной обработке. Высокая производительность станков и стойкость режущего инструмента обеспечивается необходимой жесткостью пильной рамы станка, что возможно предусмотреть только на этапе проектирования и производства новых станков. В случаях, когда жесткость пильной рамы станка недостаточна, оснащение его устройством

гашения вибраций - эффективный, экономически выгодный и простой способ повышения производительности резания и точности обработки.

Список литературы:

1. Бармин Б.П. Вибрации и режимы резания. М.: Машиностроение, 1972. 71 с.
2. Подураев В.Н. Обработка резанием с вибрациями. М.: Машиностроение 1970. 351 с.
3. Рыжков Д.Н. Вибрации при резании металлов и методы их устранения. М; Л.: Машгиз, 1961. 201 с.
4. О расчете уровней шума в рабочей зоне операторов металло — и деревообрабатывающего оборудования / Б. Ч. Месхи [и др.] // Вестник Дон. гос. техн. ун — та. — 2004. — Т.4, № 1 (19). — С.92 –98.
5. Месхи Б. Ч. Улучшение условий труда операторов металлорежущих и деревообрабатывающих станков за счет снижения шума в рабочей зоне (теория и практика): [моногр.] / Б. Ч. Месхи ; ДГТУ. — Ростов н/Д, 2003. — 131 с.