

УДК 621.9-05

*Антоновский П. А., Деткович Ю. В.*

*Научные руководители: к. т. н., доцент Григорьев В. Ф.,  
ст. преподаватель Дакало Ю. А.*

## **ПРОВЕРКА ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МОБИЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ СВЯЗИ**

Для обеспечения рационального технического обслуживания и последующего ремонта была поставлена задача сравнения возможностей мобильных устройств и приложений для проведения периодических шумовых испытаний технологического оборудования в цеховых условиях.

В условиях производства, как правило, шумы различной интенсивности и спектра образуются вследствие работы различного технологического оборудования. Повышенный шум при работе может свидетельствовать о чрезмерном износе основных узлов и механизмов. Поэтому необходимо своевременно производить оценку шумовых характеристик станков.

В качестве стандартных шумовых характеристик станков по ГОСТ 33972.5-2016 установлены следующие:

- октавные и скорректированные уровни звуковой мощности;
- октавные уровни звукового давления и уровни звука на рабочем месте оператора.

Помимо этих характеристик, могут устанавливаться дополнительные, например, уровень звука в наиболее шумной точке на расстоянии 1 м от поверхности станка, или октавные уровни звукового давления и уровни звука в контрольных точках, располагаемых в местах наиболее частого присутствия персонала [1].

При измерении шумовых характеристик обычно ограничиваются использованием скорректированной частотной характеристики А шумомера, моделирующей особенности восприятия шума человеческим ухом. В качестве аппаратуры для измерения уровней звука и октавных уровней звукового давления используют шумомеры 2-го класса в соответствии с ГОСТ 17187-81.

Использование специализированных приборов для стандартизованного контроля уровня шума требует определенных финансовых затрат. Для контроля и сравнительного анализа шумовых характеристик станков на рабочих местах предлагается использовать мобильные устройства связи (смартфоны). Современные мобильные устройства связи имеют полноценный шумоизмерительный тракт, а также вычислительные возможности для экспресс-определения стандартных шумовых характеристик станков. Проанализировав характеристики приложений и сравнив их возможности, для дальнейшего рассмотрения были выбраны следующие: Spectroid, SPL-анализатор и Spectrum Analyzer.

Приложение Spectroid - это анализатор аудиоспектра в реальном времени с разумным разрешением по всему частотному спектру. Spectroid работает с любыми звуковыми колебаниями, включая человеческий голос, выполняя над ними быстрое преобразование Фурье и разбивая их на частотные составляющие. Когда микрофон преобразует звук в напряжение, звуковая карта работает как очень быстрый цифровой вольтметр, измеряющий напряжение от 11025 до 44100 раз в секунду. В результате выборки удается получить ряд чисел. Они воссоздаются в виде синусоиды в рабочем окне программы. Помимо этого, любой звук может быть показан в виде комбинации синусоидальных волн различных частот. Математически это разделение на

составляющие частоты называется преобразованием Фурье. Лучший из всех возможных алгоритмов называется быстрым преобразованием Фурье. Таким образом, окно программы «Spectroid» показывает спектральный состав звука. Преобразование Фурье показывает спектр аудиосигнала в линейном масштабе, что может быть полезно при исследовании гармоник.

Анализатор октавных частотных интервалов способен показывать спектры на 1/12, 1/6, 1/3 и полнооктавном разрешении. Горизонтальная ось представляет частоту, а вертикальная – амплитуду соответствующей частоты, измеряемую в децибелах.

Spectroid использует dbfs сигнал - опорный сигнал (мощность, напряжение) соответствующий полной шкале аналого-цифрового преобразователя, где 0 дБ – максимальная мощность, которую может измерить микрофон. Значения в децибелах отрицательны, потому что за отсчётный уровень (соответствующий 0 дБ) взят уровень максимальной мощности данного устройства. Поскольку для нормального аудиоцентра максимальная мощность – это пиковая мощность, на которой акустическая система может работать без повреждений, то все остальные уровни будут ниже отсчётного.

Недостатком программы является различная импульсная характеристика и незначительные отклонения частоты. Преимущество состоит в эффективном генерировании спектра, который лучше соответствует частотному разрешению восприятия звука человеком.

Приложение Spectrum Analyzer даёт данные спектра в реальном времени от микрофона устройства. Существует ряд недостатков бесплатной версии продукта: цвет графика не может быть изменен; нет никаких вариантов усреднения, таких как (1/3, 1/6 и т.д.); отсутствует сглаживание октав; на некоторых устройствах изначально невозможно запустить программу.

Анализатор спектра звука (SPL-анализатор) измеряет и анализирует уровень звукового давления (амплитуда в децибелах) и звуковой спектр частот в реальном времени (RTA) с использованием БПФ (быстрое преобразование Фурье).

Шумомер ОКТАВА-110 А – это портативный недорогой интегрирующий шумомер 1-го класса точности по ГОСТ 17187-2010 (МЭК 61672). Особенности устройства являются сменные микрофоны, возможность подключения к компьютеру, графическое представление временной истории акустических событий, воспроизведение и повторное измерение записанных акустических сигналов, встроенный канал телеметрии для удаленных пользователей.

В таблице 1 приведены результаты сравнительного анализа характеристик шумомера Октава 110-А 1-го класса точности [2] и мобильных приложений.

Анализ характеристик бесплатных версий мобильных приложений, имеющих в свободном доступе, показал, что выбранные приложения не уступают по возможностям шумомерам 1-го класса точности и могут использоваться для анализа и мониторинга шумовых характеристик эксплуатируемого оборудования. Для проведения испытаний было принято приложение SPL Анализатор спектра звука.

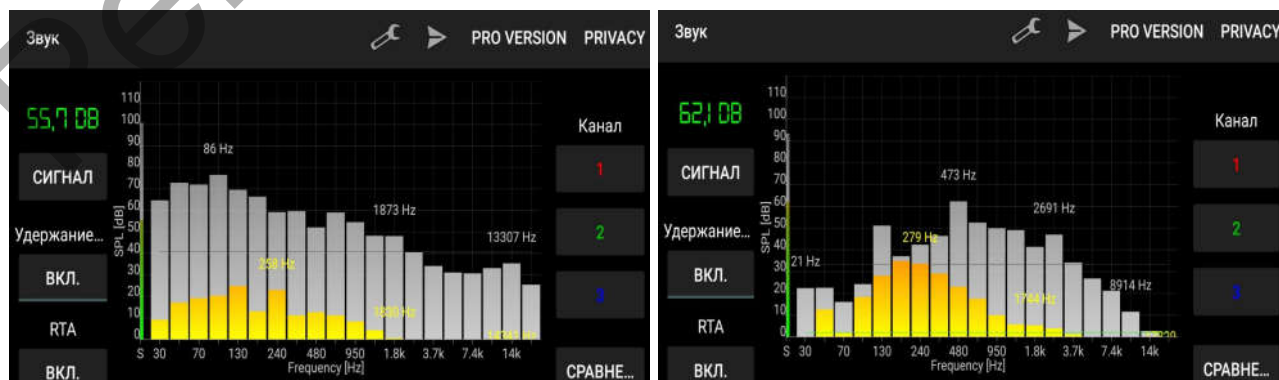
С целью подтверждения возможности применения мобильных приложений для анализа шума станков в условиях производства были произведены цеховые замеры уровня шума на холостом ходу токарно-винторезных станков КУСОН-3 (номинальная мощность электродвигателя  $P=7,5$  кВт) и D460 (номинальная мощность электродвигателя  $P=5,5$  кВт). Измерение уровня шума станка КУСОН-3 проводилось при частоте вращения шпинделя  $n=1000$  мин<sup>-1</sup>, станка D460 – при  $n=2000$  мин<sup>-1</sup>.

**Таблица 1 – Характеристики шумомера и мобильных приложений**

Технические характеристики		Шумомер Октава-110А	Spectroid	Spectrum Analyzer	SPL Анализатор спектра звука
Диапазон измерения, дБ	А, дБА	22-139	30-140	22-139	22-139
	С, дБС	22-139	22-143	-	22-140
	Z, дБZ	22-142	-	-	-
Уровень собственных шумов при калибровочной поправке 0 дБ	А, дБА	10	18	24	12
	С, дБС	11	22	-	14
	Z, дБZ	14	-	-	-
Частотные фильтры		Октавный фильтр 31,5-16000 Гц	Октавный фильтр 31,5-16000 Гц	Октавный фильтр 31,5-12000 Гц	Октавный фильтр 30-14000 Гц
Динамический диапазон		≥100дБ	≥100дБ	≥100дБ	≥100дБ
Частотная коррекция		А,С,Z	А,С	А	А,С
Количество каналов измерения		1	1	1	3
Класс точности		1	2	2	2
Интерфейсы		Телеметрия; USB передача данных	Телеметрия, фотография экрана	Фотография экрана, передача данных по Bluetooth	Телеметрия, передача данных AUX, Bluetooth; фотография экрана

Другое оборудование, кроме проверяемого, в момент проведения измерений не работало. Измерения производились мобильным устройством с операционной системой Android на расстоянии 1 м от поверхности станка.

Спектрограммы уровней звуковой мощности испытываемых станков для указанных условий представлены на рисунке.



а)

б)

**Рисунок – Спектрограммы уровней звуковой мощности станков КУСОН-3 (а) и D460 (б)**

Полученные в результате измерений значения сравнивались с допустимыми уровнями звуковой мощности  $L_p$  (таблица 2).

**Таблица 2 – Результаты измерений и допустимые значения шумовых характеристик станков**

Модель станка	Уровни звуковой мощности $L_p$ , дБА, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
КУСОН-3	73	79	60	63	65	60	64	71
D460	24	51	45	63	51	45	35	25
Допустимые значения по ГОСТ 12.2.107-85	95	95	95	95	92	90	88	86

Как видно из таблицы 2, уровень звуковой мощности не превышает допустимых значений. Следует отметить, что испытания станка КУСОН-3 проводились не на максимальной частоте  $n=1600 \text{ мин}^{-1}$  ввиду его изношенности.

Таким образом, результаты проведённых испытаний шумовых характеристик показывают возможность оценки технического состояния оборудования мобильными устройствами связи.

#### **Список цитированных источников**

1. Определение эквивалентных уровней звуковой мощности металлорежущих станков в процессе их эксплуатации. Методические рекомендации / М. П. Козочкин, В. Д. Кузнецов. – М.: ЭНИМС. 1983. – 27 с.
2. Приборостроительное объединение Октава-ЭлектронДизайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.octava.info/octava-110A> – Дата доступа: 07.04.2019.

УДК 637.523.31

**Блаженец П. Г.**

**Научный руководитель: ст. преподаватель Ляшук Н. У.**

### **РАЗРАБОТКА ВАКУУМНОЙ ВИБРОФАРШЕМЕШАЛКИ**

В зависимости от конструкции фаршемешалки бывают открытого типа и вакуумные. В последнее время получают применение вакуумные виброфаршемешалки, описанные в работе [1].

Подробное описание конструкций фаршемешалок изложено в работах [1] и [2]. Основным параметром фаршемешалок является ёмкость дежи. Ёмкость дежи является основным критерием определения производительности фаршемешалок.

**Классификация фаршемешалок по ёмкости дежи.** В настоящее время отсутствует классификация фаршемешалок по ёмкости дежи. Каждый изготовитель выпускает фаршемешалки различной ёмкости.

Для классификации фаршемешалок по ёмкости дежи за основу расчета принимается ёмкость тележки-чана, с помощью которого производится межоперационное транспортирование мясного сырья на мясокомбинатах. Ёмкость тележки-чана составляет 200 литров, коэффициент её загрузки составляет 0,8. Поэтому приготовленный в фаршемешалке фарш загружается в тележку-чан в количестве 160 литров. Дежа фаршемешалки заполняется мясным сырьем с коэффициентом 0,65-0,7. Таким образом, для изготовления фарша объемом 160 литров применяется фаршемешалка объемом дежи 250 литров.