

УДК 664.03-752

Мониторинг шумовой характеристики хлеборезательной машины в условиях эксплуатации

Канд. техн. наук **А.К. Пильненко**, pilnenko_a@mail.ru,
д-р техн. наук **И.Н. Заплетников**, oblagn@kaf.donnuet.dn.ua

Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского
83055, Украина, Донецк, пр-т Театральный, 28

Исследовательская работа направлена на изучение процесса возникновения в технологическом оборудовании вибрационных и акустических явлений, оказывающих негативное влияние на производственный персонал. Для разработки мер по их устранению или снижению неблагоприятного воздействия на человека были применены экспериментальные методы исследования шумовых характеристик оборудования. С целью получения сопоставимых результатов экспериментальных значений шумовой характеристики была выбрана методика определения и аппаратура, соответствующая международным стандартам ИСО «Акустика» с учетом акустических свойств окружающего пространства. Анализ основных конструкций машин для нарезания хлебобулочных изделий позволил установить вид хлеборезательных машин с высокой конкурентоспособностью.

Среди механического оборудования предприятий питания наибольшее распространение получили хлеборезки фирмы SINMAG, шумовые характеристики которых в условиях эксплуатации ранее не были изучены. Данные, полученные экспериментальным путем, позволили установить превышение предельно допустимых значений уровня звуковой мощности по шкале А на 3 дБА, на высоких частотах превышение на 2...6 дБ. Анализ влияния отдельных элементов конструкции машины на шумовую характеристику показал негативное влияние. Существенно оказывают влияние листы облицовки машины на средних частотах от 8 до 12 дБ и высоких частотах от 12 до 18 дБ, по характеристике А на 8 дБА. Виброизоляция конструкции машины позволила снизить вибрацию от источника на пути распространения, а также уровень звуковой мощности по шкале А на 9,4 дБА, в октавных полосах частот – на средних на 2...14 дБ, высоких на 16...20 дБ. Процесс резания хлебобулочных изделий на машине незначительно влияет на уровень звуковой мощности и не превышает предельно допустимые значения шумовой характеристики.

Результаты данного исследования необходимы при разработке методики расчета шумовой характеристики машин для нарезания хлебобулочных изделий и могут быть учтены на стадии проектирования, а не после создания оборудования.

Ключевые слова: хлеборезка; шумовая характеристика; резание пищевого продукта; ножевой блок; экспериментальные измерения.

DOI: 10.17586/2310-1164-2016-9-1-45-54

Monitoring noise characteristics of bread slicers under operating conditions

Ph.D. **Anton K. Pilnenko**, pilnenko_a@mail.ru,
D.Sc. **Igor N. Zapletnikov**, oblagn@kaf.donnuet.dn.ua,

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky,
83055, Ukraine, Donetsk, Theatre str., 28

The article deals with the vibration process and acoustic phenomena in the technological equipment having negative effect on the manufacturing staff. To develop measures to eliminate or decrease its adverse effects experimental methods of the equipment noise characteristics analysis were used. The method and equipment chosen met the ISO Acoustics international standards and took into account the acoustic properties of the surrounding space. The main parts of machines for bread slicing being analyzed, their competitive type was identified. The most widely used bread slicers the noise characteristics of which were not studied are made by Sinmag company. Experimental studies showed that the maximum permissible sound pressure level values were exceeded by 3 dBA according to A scale, at high frequencies it being exceeded by 2...6 dB. Analysis of the influence of certain elements in the design on the machine noise performance showed negative effect.

Of great effect is machine shell plating: by 8–12 dB at medium frequencies, and by 12–18 dB at high frequencies, by 8 dBA according to A scale. Vibration isolation of the machine allowed reducing vibration and sound power level by 9.4 dBA according to A scale, in the octave band frequencies: by 2...14 dB for medium frequencies, by 16...20 dB – for high ones. Bread slicing process has no marked effect on noise level and don't exceed the maximum permissible sound pressure level values. The research results are of great use for the development of calculating methods for the noise characteristics of bread slicers at the design stage.

Keywords: bread slicer; noise characteristics; food product cutting; blade unit; experimental measurements.

Введение

Повышение технического уровня и конкурентоспособности технологического оборудования связано с необходимостью не только установления основных эксплуатационных характеристик, но и выявлением взаимосвязи этих характеристик с технологическими, конструктивными, динамическими и виброакустическими параметрами машины [1, 2]. Сертификация оборудования включает обязательную проверку соответствия виброакустических характеристик (ВАХ) оборудования с допустимыми нормами, действующими в странах СНГ. Широкое внедрение в промышленность новых интенсивных технологий, мощного и высокоскоростного машинного оборудования, применение разнообразных бытовых приборов привело к интенсификации шумового воздействия на человека на производстве, отдыхе и в быту [3, 4]. Поэтому снижение уровня шума и вибрации, излучаемого машинами, является актуальной технической проблемой машиностроения [4, 5].

Предмет исследования

На предприятиях питания значительное место в технологическом процессе механической обработки пищевых продуктов занимает измельчение продуктов способом резания. Одной из распространенных и трудоемких технологических операций является нарезание хлебобулочных изделий. Для выполнения этой операции используются хлеборезательные машины (ХМ) различных типов: MXP-200M, AXM-300T, Rotomat-Planet 2000, LOZAMET, GKN-81, BERKEL, NATON, RAPID, SINMAG SL302 и др. [6, 7]. Они различаются конструктивно. По типу рабочего органа машины бывают с ножами дисковыми, серповидными, ленточными, рамного типа.

К достоинствам дисковых ХМ следует отнести простую геометрическую форму рабочего органа, возможность очистки и заточки ножа непосредственно на ХМ, простоту регулировки толщины нарезки.

Недостатками ХМ данного типа являются: сложность конструкции и изготовления; большая масса, обусловленная планетарным движением ножа, наличием противовеса и необходимостью его балансировки с ножом; большее, чем у ХМ с серповидными ножами, количество отходов в виде некондиционных ломтей (клиновидных, с оторванной корочкой) и крошки из-за плохой фиксации изделия и переменного значения коэффициента скольжения K_{β} в зоне резания, высокой скорости скольжения и большой толщины ножа; высокий расход высококачественной стали на изготовление рабочего органа, который после определенного числа переточек изменяет геометрическую форму и подлежит замене [7, 8].

К достоинствам ХМ с серповидным рабочим органом следует отнести: простую конструкцию привода машины; тонкие, легкие ножи; возможность стабилизации значения K_{β} по длине лезвия; более низкие значения, чем у дисковых хлеборезных машин, коэффициента динамичности, что обеспечивает более комфортные условия для работы оператора [9, 10].

Однако, рядом с несомненными достоинствами, данные ХМ имеют следующие недостатки: относительно низкий K_{β} , что обусловлен конструкцией рабочего органа; сложность очистки и заточки ножа непосредственно на хлеборезательной машине; необходимость балансирования ножей

при высоких частотах вращения и антиадгезионного покрытия или тщательного полирования их боковых поверхностей [9, 10].

На предприятиях питания в настоящее время получили распространение ХМ рамного типа со следующими достоинствами: буханка разрезается на необходимое количество кусочков одновременно и выводится в виде цельного изделия, которое удобно для дальнейшего использования, в особенности в цехах по выпуску упакованного хлеба [6–8].

В сравнении с хлеборезными машинами, имеющими дисковые и серповидные ножи, данные хлеборезки обладают следующими недостатками: сложность заточки и очистки ножей; необходимость замены ножевых рам при изменении толщины кусочков; появление отходов при нарезании из-за сжатия ломтиков в межножевом пространстве, в результате чего происходит интенсивное налипание хлеба на поверхности ножей; сильные вибрации корпуса из-за возвратно-поступательного движения ножей; необходимость постоянного контроля натяжения ножей в ножевой раме [8, 9].

На предприятиях питания широко используется современная хлеборезательная машина SINMAG SL302 рамного типа (рисунок 1), в которой ножи закреплены в специальных рамах, а продукт одновременно разрезается на количество кусочков, соответствующее количеству ножей в раме, которая делает возвратно-поступательное движение. ХМ SINMAG рамного типа имеет существенный недостаток – высокий уровень шума.

Исследования, проведенные ранее, установили виброакустические характеристики механического оборудования предприятий питания [12, 13], однако шумовые характеристики (ШХ) хлеборезательной машины SINMAG SL302 не исследовалась.

С целью улучшения технического уровня и соблюдения санитарно-гигиенических условий хлеборезательной машины SINMAG SL302, были проведены экспериментальные исследования ее шумовых характеристик в условиях эксплуатации, а также разработаны предложения по совершенствованию конструкции.

Машина SL302 фирмы SINMAG (Тайвань) (рисунок 1) оснащена двумя ножевыми блоками *I* с прямолинейными ножами, имеющими криволинейные участки кривизной вовнутрь [6–8]. Лезвия совершают возвратно-поступательное движение. Перекрытие ножей обеспечивает резание хлебобулочных изделий по всей толщине. Машина обеспечивает нарезание свежего хлеба без деформации (поверхность среза ровная) и отходов. На данной модели кроме ломтиков можно получать нарезку в форме брусочков (при двухразовом пропускании) и кубиков (при трехразовом пропускании). Машина позволяет нарезать батон хлеба на 28 ломтиков толщиной 12 мм. Кроме того, к ней прилагаются сменные рамы ножевого блока для нарезки толщиной 6, 7, 8 и 9 мм.

Максимально допустимая длина нарезаемого батона хлеба – 345 мм.

Ножи установлены в двух специальных рамках, которые подвешиваются шарнирно в верхней части каркаса и делают возвратно-поступательное движение. Снизу рамки закреплены шарнирно на коромысле, соединенном с кривошипно-шатунным механизмом. Кривошип приводится в действие от электродвигателя с помощью клиноременной передачи.

Принцип действия: хлеб помещается на приемный лоток *2* между направляющими и под действием силы тяжести поступает к режущим ножам *I*, затягивается клином движущихся ножей и разрезается ими (рисунок 1).

Методика эксперимента

Определение ШХ машины проводилось в лаборатории шума и вибрации кафедры оборудования пищевых производств ДонНУЭТ.

Измерение уровней звукового давления источников шума производилось аттестованным анализатором шума и вибрации «Ассистент» по пяти точкам измерительной поверхности. Анализатор шума и вибрации «Ассистент» удовлетворяет требованиям ГОСТ 17187-81 «Шумомеры». Шумомер

«Ассистент» имеет первый класс точности по ГОСТ Р 53188.1-2008 (МЭК 61672). Класс точности 1 в соответствии с ГОСТ 17187-81, МЭК 60651, МЭК 60804 и МЭК 61672-1. Для регистрации параметров на персональном компьютере использовалось программное обеспечение Assistant Tools (DataCenter, Мониторинг 3.1) [11, 12].

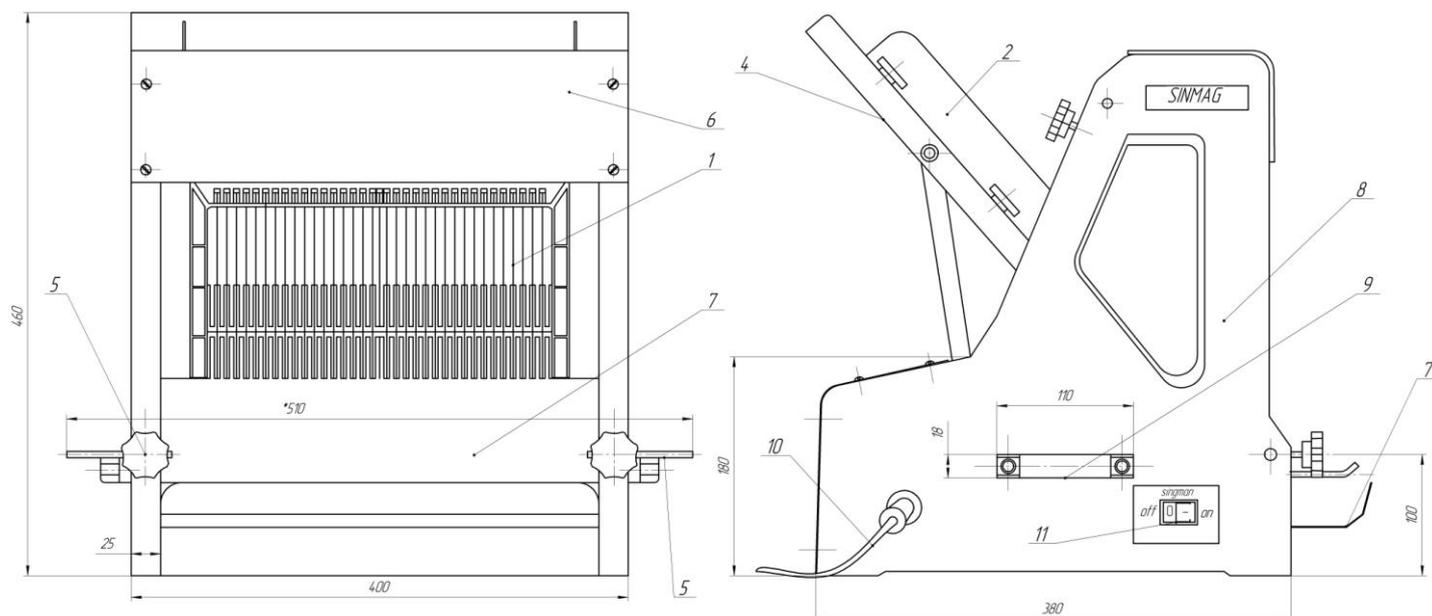


Рисунок 1 – Машина для нарезания хлеба SINMAG SL302

Расхождение между внешним шумом и шумом источника звука составило более 10 дБ (дБА) как в октавных полосах частот, так и по скорректированному по А уровню звука. Микрофон устанавливался на измерительном расстоянии 1 м. Измерения проводились в соответствии со стандартом ИСО «Акустика» 3743-1-94; 3743-2-94. Принципиальная схема экспериментального стенда представлена на рисунке 2.

Измеренные значения уровней звукового давления в октавных полосах частот по уровню звука пересчитаны на уровни звуковой мощности. Результаты определения уровня звуковой мощности в октавных полосах частот скорректированы по шкале А работы хлеборезательной машины SINMAG, а также ее элементов в сравнении с предельно допустимыми значениями уровней шумовой характеристики (ПДШХ) представлены в таблице 1 [14, 15].

Таблица 1 – Уровни звуковой мощности машины SINMAG SL302 при работе без нагрузки

Измерения	УЗМ по А L_A , дБА	Уровни звуковой мощности L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ШХ машины SINMAG	89,3	83,9	88,3	87,4	82,6	81,5	81,6	81,9	81,6
Предельно допустимая шумовая характеристика	86,3	102,3	94,3	88,3	84,3	81,3	79,3	77,3	75,3
Превышение ШХ машины SINMAG ПДШХ	+3	–	–	–	–	+0,2	+2,3	+4,6	+6,3
ШХ машины SINMAG без облицовки	81,1	83,4	89,8	87,4	74,3	70,1	65	65,7	56,6
ШХ электродвигателя машины SINMAG	69,7	64,3	73,2	57,8	57,7	66,1	60,4	59,8	60,1

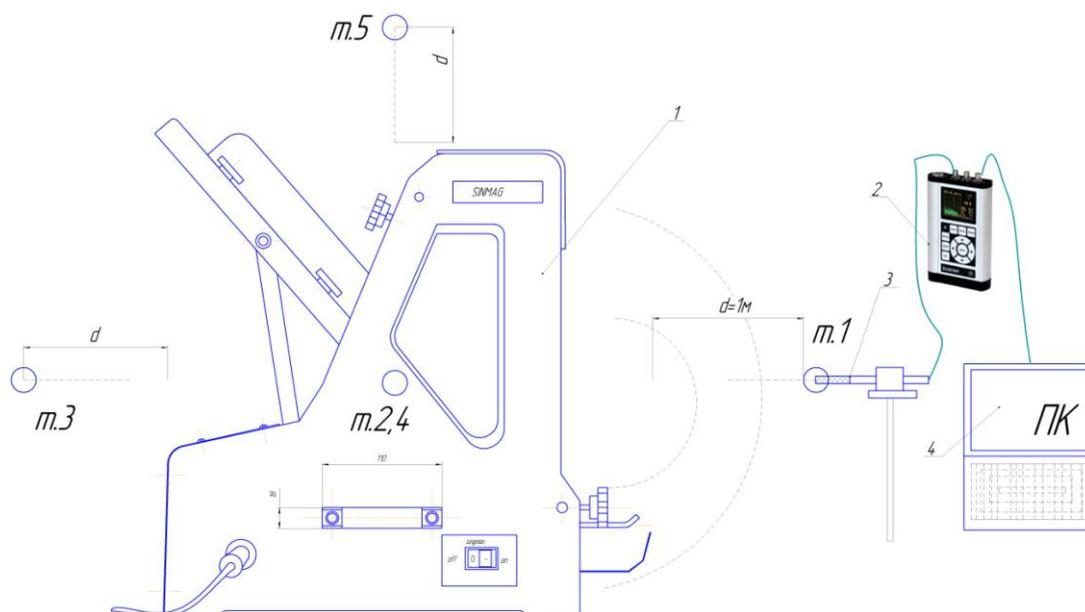


Рисунок 2 – Принципиальная схема экспериментальной установки для исследования шумовых характеристик машины SINMAG:

1 – машина хлебозеротельная SINMAG SL302; 2 – анализатор шума и вибрации «Ассистент»; 3 – микрофон МК265; 4 – регистрирующая аппаратура ПК с программным обеспечением

Проведенные исследования показали, что ШХ машины SINMAG на высоких частотах не удовлетворяет требованиям ПДШХ на предприятиях. Основными источниками ШХ в машине SINMAG являются электродвигатель, привод и облицовка машины. Установлено, что скорректированный по шкале А уровень звуковой мощности (УЗМ) машины превышает ПДШХ на +3 дБА, а на высоких частотах 2000, 4000 и 8000 Гц значения УЗМ превышает ПДШХ на +2...+6 дБ (рисунок 3).

Анализ влияния отдельных элементов машины на ШХ машины в целом показал, что ШХ электродвигателя в октавных полосах частот и по шкале А не оказывает влияния на ШХ машины, т.к. отличается более чем на 10 дБА от ШХ машины. А вот облицовка машины на средних и высоких частотах приводит к ухудшению ШХ машины: на средних частотах от 8 до 12 дБ, а на высоких – от 14 до 18 дБ, на 8 дБА по характеристике А.

Для улучшения ШХ машины была произведена виброизоляция мест передачи вибрации от источника на пути распространения. Была выполнена виброизоляция листом резины толщиной 4 мм в местах крепления электродвигателя 1, ножевого блока к приводному валу 2, опорах направляющих ножевого блока 3 и под облицовку корпуса машины 4 (рисунок 4). В результате модернизации конструкции машины была снижена шумовая характеристика [14, 15]. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Уровни звуковой мощности машины SINMAG SL302 на холостом ходу после модернизации

Измерения	УЗМ по А L_A , дБА	Уровни звуковой мощности L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ШХ машины SINMAG	89,3	83,9	88,3	87,4	82,6	81,5	81,6	81,9	81,6
ШХ машины SINMAG после модернизации	79,9	83,7	89,3	85,5	75,5	71,7	67,3	65,9	61,1
Улучшение ШХ, дБ	-9,4	-0,2	-	-1,9	-7,1	-9,8	-14,3	-16	-20,5

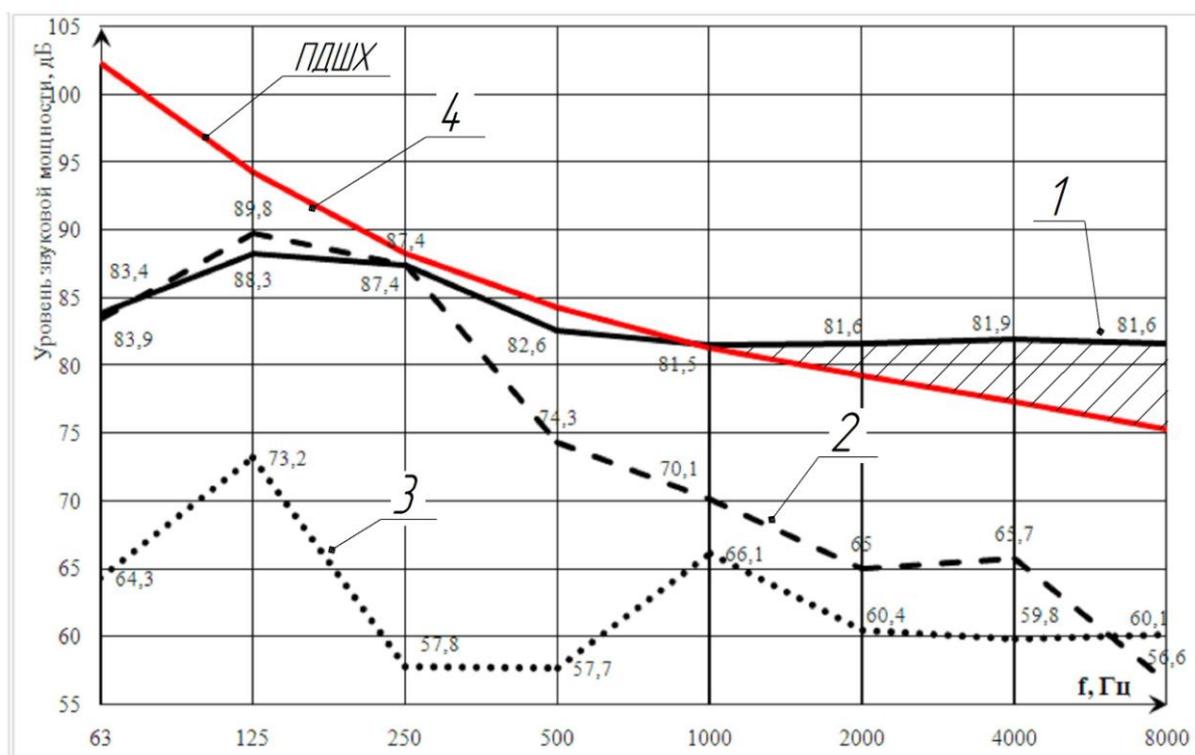


Рисунок 3 – Уровни звуковой мощности машины SINMAG в октавных полосах частот:

1 – ШХ машины SINMAG; 2 – ШХ машины SINMAG без облицовки; 3 – ШХ электродвигателя машины SINMAG; 4 – Предельно допустимая шумовая характеристика (ПДШХ)

Значение уровня звуковой мощности машины SINMAG после модернизации приближено к допустимым значениям и составляет 79,9 дБА. После виброизоляции машины значение УЗМ по А снижено на 9,4 дБА. В октавных полосах частот также снижается уровень звуковой мощности: на низких частотах на 1 дБ, средних – на 2...14 дБ, и существенно на высоких – на 16...20 дБ (рисунок 5).

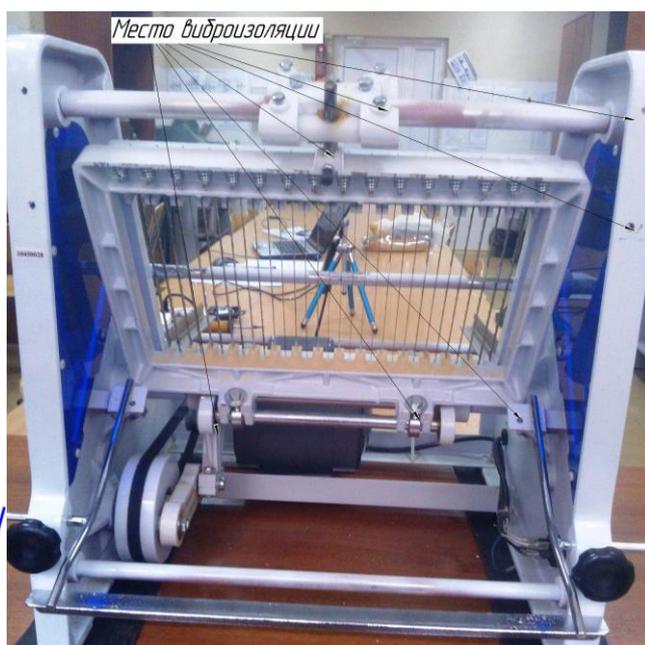
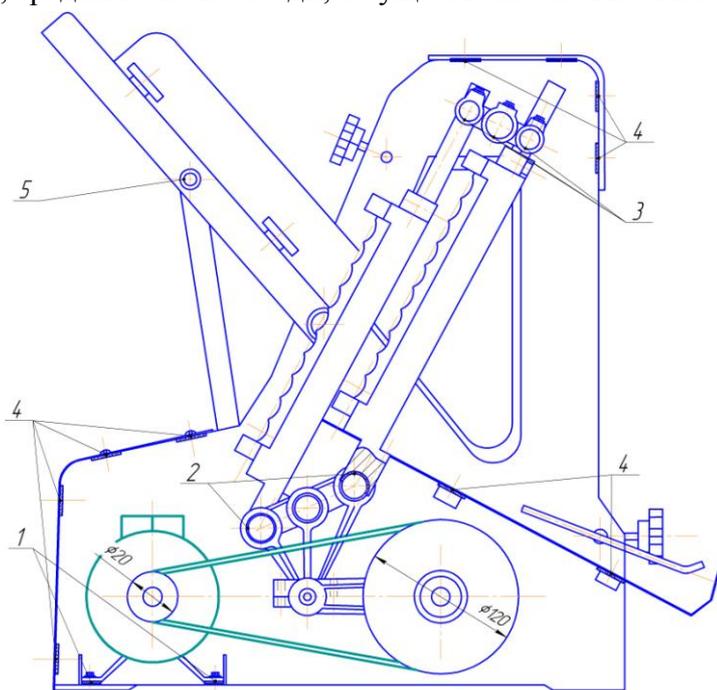


Рисунок 4 – Усовершенствование конструкции машины SINMAG SL 302:

1 – крепление электродвигателя; 2 – крепление ножевого блока; 3 – опора ножевого блока; 4 – крепление облицовки машины

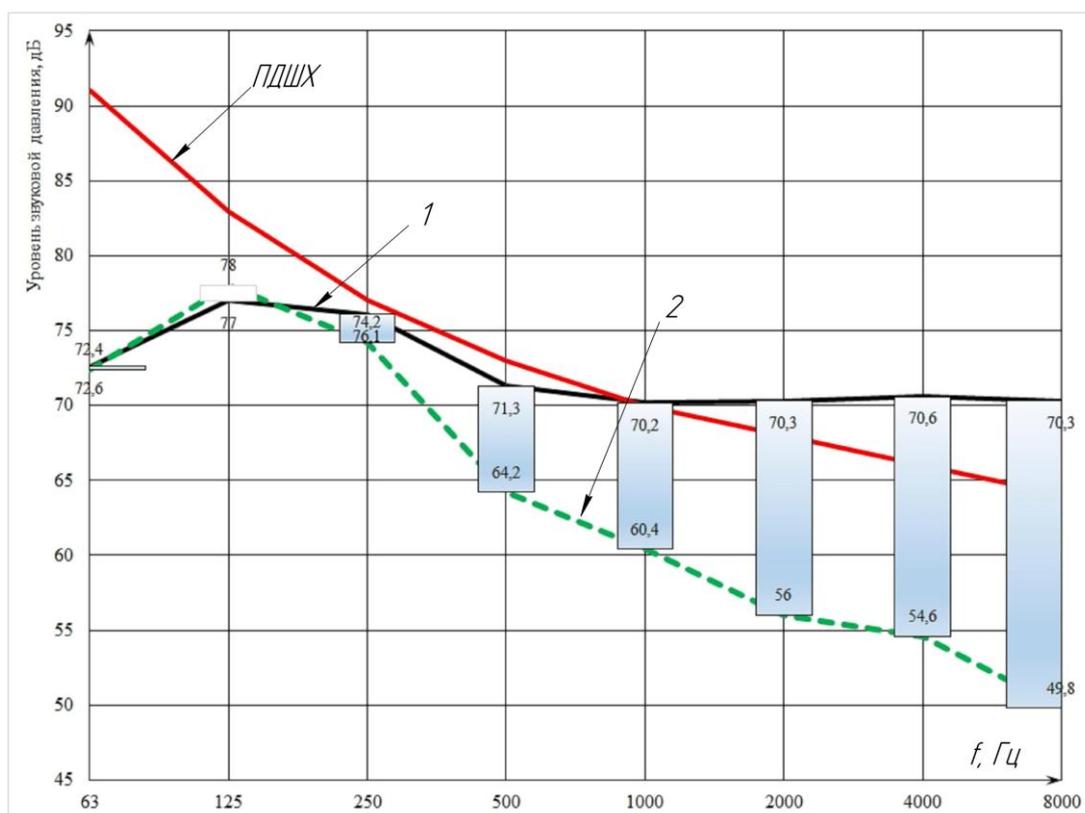


Рисунок 5 – Уровни звуковой мощности машины SINMAG в октавных полосах частот:
1 – ШХ машины SINMAG; 2 – ШХ машины после модернизации

На рисунке 6 представлена наглядная диаграмма ШХ ХМ и ее элементов в сравнении с ПДШХ.

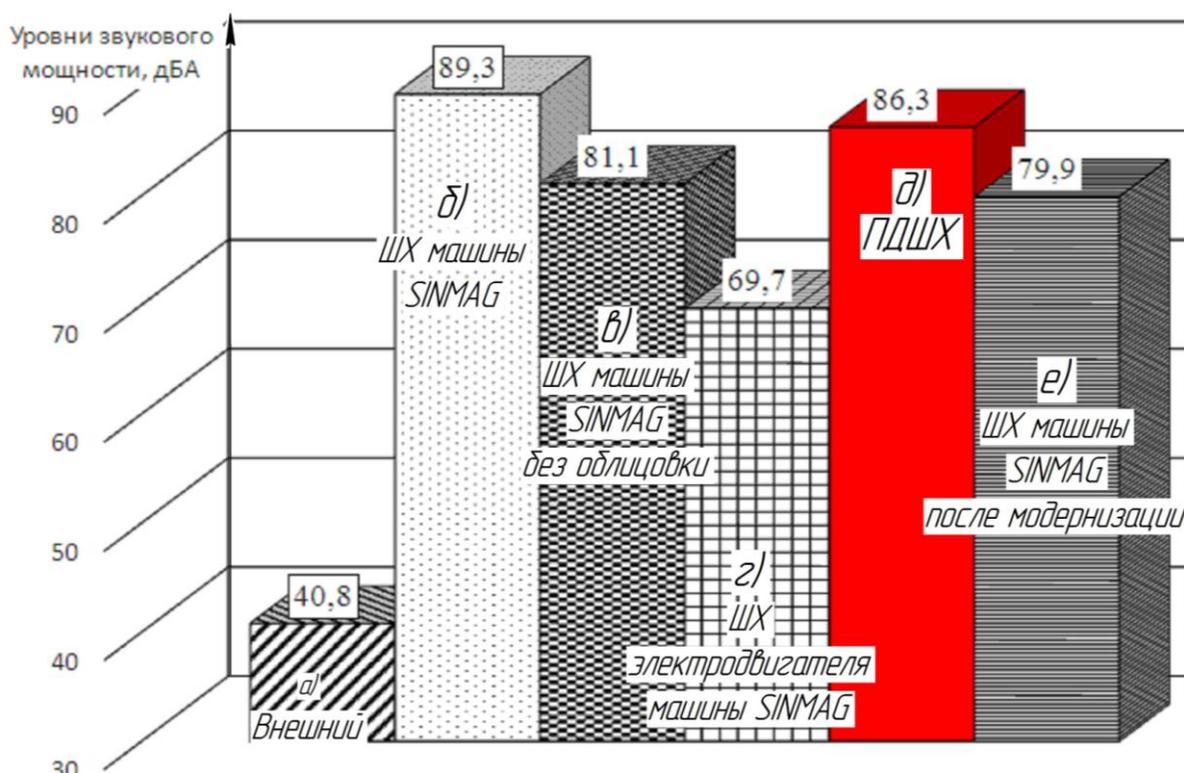


Рисунок 6 – Уровни звуковой мощности:
а – ШХ внешняя; б – ШХ машины SINMAG; в – ШХ машины без облицовки; г – ШХ работы электродвигателя; д – ПДШХ; е – ШХ машины после модернизации

Проведены измерения шумовой характеристики при нарезании хлеба: «Батон белый», «Бородинский» и «Отрубной» (рисунок 7). Результаты экспериментальных измерений представлены в таблице 3.

Влияние процесса нарезания продукта на ШХ машины SINMAG оказывает увеличение ШХ на 5 дБА, в т.ч. на низких частотах – на 3,5–4 дБ, средних – на 3 дБ и 9–10 дБ на высоких. После модернизации конструкции машины уровень звуковой мощности процесса нарезания продукта не превышает ПДШХ.

Таблица 3 – Уровни звуковой мощности модернизированной машины SINMAG при нарезании продукта

Измерения	УЗМ по А L_A , дБА	Уровни звуковой мощности L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ШХ при нарезании «Батон белый»	81,2	86,5	89,9	86,6	74,3	72,9	71,2	69,3	62,4
ШХ при нарезании «Бородинский»	80,9	86,5	90,3	85,7	75,0	72,5	70,6	68,6	62,1
ШХ при нарезании «Отрубной»	85,0	87,5	92,8	89,5	76,3	74,7	76,6	76,4	70,2
Влияние процесса резания продукта на ШХ машины	+5,1	+3,8	+3,5	+4,0	+0,8	+3,0	+9,3	+10,5	+9,1
ШХ машины после модернизации на холостом ходу	79,9	83,7	89,3	85,5	75,5	71,7	67,3	65,9	61,1

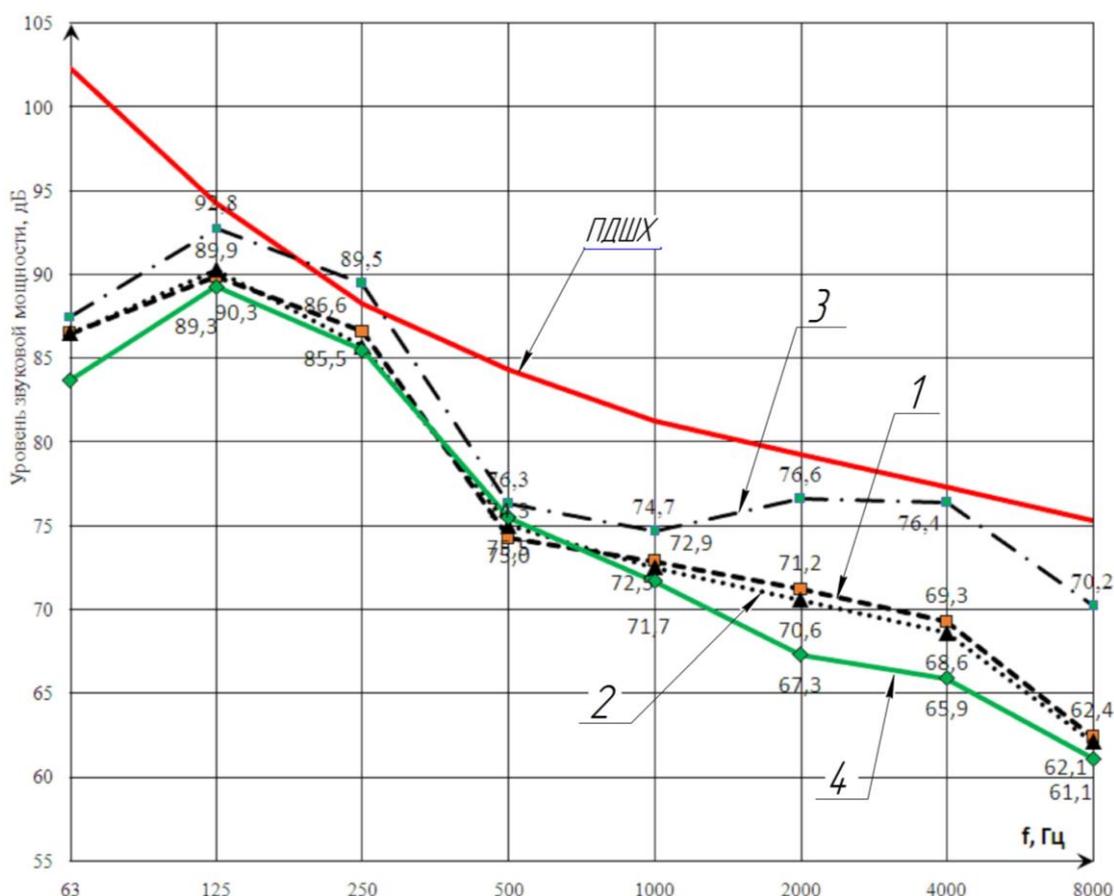


Рисунок 7 – Уровни звуковой мощности модернизированной машины SINMAG при нарезании продукта: 1 – ШХ при нарезании «Батона»; 2 – ШХ при нарезании «Бородинского»; 3 – ШХ при нарезании «Отрубного»; 4 – ШХ машины после модернизации на холостом ходу

Заключение

Проведенные исследования шумовой характеристики машины позволяют установить направление совершенствования конструкции для повышения ее технического уровня в условиях эксплуатации и улучшить ее ШХ в октавных полосах частот и характеристике А.

Перспектива дальнейших исследований – разработка методики расчета виброакустических характеристик машин для нарезания хлебобулочных изделий.

Литература

1. *Заплетников И.Н.* Виброакустические характеристики оборудования предприятий питания и методы их улучшения. Донецк: ДонНУЭТ, 2005. 265 с.
2. *Заплетников И.Н.* Виброакустика оборудования пищевых производств: монография. Харьков: НТМТ, 2015. 542 с.
3. *Иванов И.Н.* Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. М.: Логос, 2013. 432 с.
4. *Иванов Н. И., Никифоров А.С.* Основы виброакустики. СПб.: Политехник, 2000. 428 с.
5. *Юдина Е.Я.* Борьба с шумом на производстве: справочник. М.: Машиностроение, 1985. 393 с.
6. *Заплетников И.Н., Пильненко А.К.* Машины для нарезания пищевых продуктов: монография. Германия, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 320 с.
7. *Елхина В.Д., Ботов М.И.* Оборудование предприятий общественного питания. Ч. 1. Механическое оборудование. М.: Академия, 2010. 416 с.
8. *Корнюшко Л. М.* Механическое оборудование предприятий общественного питания. СПб.: ГИОРД, 2006. 288 с.
9. *Мачихин С.А., Акоюн В.Б., Антипов С.Т. и др.* Машины и оборудование пищевой и перерабатывающей промышленности. Том IV-17. М.: Машиностроение, 2003. 736 с.
10. *Даурский А.Н.* Резание пищевых материалов. М.: Пищевая промышленность, 1980. 240 с.
11. *Остриков А.Н.* Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. СПб.: ГИОРД, 2003. 352 с.
12. *Заплетников И.Н., Пильненко А.К., Гордиенко А.В.* Исследование шумовых характеристик универсальной кухонной машины // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. № 2. С. 35–43.
13. *Заплетников И.Н., Пильненко А.К., Севаторова И.С.* Снижение шума и вибрации овощерезательных машин // Сборник V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита от шума и вибрации» (Санкт-Петербург, 18–20 марта 2015 г.). СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ», 2015. С. 193–201.
14. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. Введ. 31.10.1996.
15. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. Введ. 06.06.83. М.: Изд-во стандартов, 2002.

References

1. *Zapletnikov I.N.* *Vibroakusticheskie kharakteristiki oborudovaniya predpriyatii pitaniya i metody ikh uluchsheniya.* [Vibroacoustic characteristics of the equipment food enterprise and methods of their improvement]. Donetsk, DonNUJeT Publ., 2005, 265 p.
2. *Zapletnikov I.N.* *Vibroakustika oborudovaniya pishchevykh proizvodstv* [Vibroacoustics equipment for food production: a monograph]. Kharkiv, NTMT Publ., 2015, 542 p.
3. *Ivanov I.N.* *Inzhenernaya akustika. Teoriya i praktika bor'by s shumom* [Engineering acoustics. Theory and practice of noise control: the textbook]. Moscow, Logos Publ., 2013, 432 p.
4. *Ivanov N. I. Nikiforov A.S.* *Osnovy vibroakustiki* [Bases of vibroacoustics]. St. Petersburg, Politehnik Publ., 2000, 428 p.
5. *Yudin E.Ya.* *Bor'ba s shumom na proizvodstve: spravochnik* [Control of noise in manufacturing: reference book]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985, 393 p.
6. *Zapletnikov I.N., Pil'nenko A.K.* *Mashiny dlya narezaniya pishchevykh produktov* [Machines for cutting food products: a monograph]. Germany, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014, 320 p.

7. Elkhina V.D. Botov M.I. *Oborudovanie predpriyatii obshchestvennogo pitaniya. Ch. 1. Mekhanicheskoe oborudovanie* [Equipment catering. Part 1. Mechanical equipment]. Moscow, Academia Publ., 2010, 416 p.
8. Kornjushko L. M. *Mekhanicheskoe oborudovanie predpriyatij obshchestvennogo pitaniya* [Mechanical equipment catering enterprises]. St. Petersburg, GIORP Publ., 2006, 288 p.
9. Machikhin S.A., Akopyan V.B., Antipov S.T. i dr. *Mashiny i oborudovanie pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti. Tom IV-17* [Machinery and equipment food and processing industries. Volume IV-17.]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2003, 736 p.
10. Daurskii A.N. *Rezanie pishchevykh materialov* [The cutting food materials]. Moscow, Pishhevaya promyshlennost' Publ., 1980, 240 p.
11. Ostrikov A.N. *Raschet i konstruirovaniye mashin i apparatov pishchevykh proizvodstv* [Calculation and design of machines and equipment for food production]. St. Petersburg, GIORP Publ., 2003. 352 p.
12. Zapletnikov I.N., Pil'nenko A.K., Gordienko A.V. Issledovanie shumovykh kharakteristik universal'noi kukhonnoi mashiny [Study the noise characteristics of universal kitchen machine]. *Scientific journal NRU ITMO. Series: Processes and equipment for food production*. 2015, no. 2, pp. 35–43.
13. Zapletnikov I.N., Pil'nenko A.K., Sevatorova I.S. Snizhenie shuma i vibratsii ovoshcherezatel'nykh mashin [Decrease in noise and vibration vegetable cutting machines]. *Proceedings V All-Russian scientific-practical conference with international participation "Protection against noise and vibration"* (St. Petersburg, 18–20 March 2015). St. Petersburg, BGTU «VOENMEH» Publ., 2015, pp. 193–201.
14. SN 2.2.4/2.1.8.562-96. *Shum na rabochih mestah, v pomeshheniyah zhilyh, obshchestvennykh zdaniy i na territorii zhiloy zastrojki* [Noise in the workplace, in residential and public buildings and in residential areas. Sanitary norms]. Vved. 31.10.1996.
15. GOST 12.1.003-83 SSBT. *Shum. Obshhie trebovaniya bezopasnoti* [Occupational Safety Standards System. Noise. General safety requirements]. Vved. 06.06.83. Moscow, Standartinform Publ., 2002.

Статья поступила в редакцию 12.01.2016