

УДК 641.514.8.06-533.4

**И. Н. Заплетников**, д-р техн. наук, проф., **А. В. Гордиенко**, к-т техн. наук, доц.,**А. Ю. Захаров**, магистрант

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, ДНР

Тел./Факс: +38 (062) 3045046; E-mail: [oborud@kaf.donnuet.education](mailto:oborud@kaf.donnuet.education)

## ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛЕНДЕРА МАСАР P100 C13 ПРИ ОБРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

*В статье приведены данные по экспериментальным исследованиям шумовых характеристик блендера P100 C13 Масар итальянского производства в условиях эксплуатации. В качестве обрабатываемого продукта использовались крупа ячменная, перловая, гречневая, гороховая, кофе в зернах традиционный, арахис бланшированный и фасоль. Определение ШХ проводилось в реверберационной камере объемом 100 м<sup>3</sup> шумомером «Ассистент» НТМ-Защита (РФ) по ГОСТ 51400-99 (ИСО 3743-1(2)-94). Получены опытные данные. Даны рекомендации по улучшению акустических параметров машины.*

**Ключевые слова:** шумовые характеристики, блендер, твердые пищевые продукты.

**I. N. Zapletnikov, A. V. Gordienko, A. U. Zaharov**

## NOISE CHARACTERISTICS OF THE MASAR R100 C13 BLENDER FOR PROCESSING SOLID FOOD PRODUCTS

*The article presents data on experimental studies of the noise characteristics of the P100 C13 Masap blender made in Italy under operating conditions. Pearl barley, buckwheat, pea groats, traditional coffee beans, blanched peanuts and beans were used as the processed product. Determination of SH was carried out in a reverberation chamber with a volume of 100 m<sup>3</sup> using the sound level meter "Assistant" NTM-Protection (RF) according to GOST 51400-99 (ISO 3743-1(2)-94). Experimental data have been obtained. Recommendations for improving the acoustic parameters of the machine are given.*

**Keywords:** noise performance, blender, solid foods.

### 1. Введение

В пищевых производствах широко используется оборудование для перемешивания и взбивания пищевых продуктов. Используются взбивальные, перемешивающие машины, машины для дробления твердых пищевых продуктов [1]. Наиболее универсальными являются блендеры французского, итальянского и российского производства.

В пищевой промышленности, в том числе общественном питании, они используются для обработки сырья и пищевых продуктов, следующих консистенций: твердых, пластичных и жидких. Блендеры применяют при производстве традиционных хлебобулочных изделий, а также новых хлебобулочных изделий, энергетических батончиков, кормов для сельскохозяйственных животных, новых сортов макарон, пищевых добавок и т.д.

Работа блендера сопровождается излучением шума, который вредно воздействует на работников предприятия. Также шум и вибрация возникает в результате износа основных узлов блендера.

Целью данной работы является исследование виброакустических характеристик блендера при работе на холостом ходу и при обработке твердых пищевых продуктов.

Среди многочисленных конструкций взбивальных и тестомесильных машин производства зарубежных фирм наибольшее распространение в странах СНГ получил профессиональный блендер P100 C13 Масар, выпускаемый серийно фирмой Масар (Италия), и используемый для взбивания коктейлей, приготовления всевозможных пю-

© Заплетников И. Н., Гордиенко А. В., Захаров А. Ю.; 2022

ре, в том числе супов-пюре и соусов, колки льда, взбивания кремов и яичного белка, перемешивание жидкого и полужидкого теста.

Данное оборудование устанавливается в кафе, барах, ресторанах, пиццериях и других местах.

## 2. Основное содержание и результаты работы

Блендер Масар Р100 С13 имеет две скорости работы - 10000 и 15000 об/мин, они позволяют за короткое время приготовить коктейль или фреш. Мощности оборудования - 0.4 кВт хватает для быстрого измельчения твердых фруктов даже при максимальной загрузке чаши (объем чаши - 1,7 л). Данных характеристик достаточно для измельчения мягких и твердых продуктов, в том числе и льда.

Измерения ВАХ машины проводилось в соответствии с ГОСТ 51400-99 (ИСО 3743-1(2)-94) «Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технические методы в реверберационных полях» [2-4]. Использовалась аттестованная реверберационная камера кафедры оборудования пищевых производств ДонНУЭТ объемом в 100 м<sup>3</sup>, где на технологическом столе размещался исследуемый профессиональный блендер Р100 Масар 1 (1) (рис. 1).

Исследования ВАХ проводились на экспериментальном стенде, который состоит из: комплекта измерительного К505 (2), преобразователя мощности П.030 (3), аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) (4), точного импульсного шумомера 00 023 «Robotron» (5), шумомера ВШВ-003 М2 (6), анализатора шума и вибрации «АССИ-СТЕНТ» (9), ПК (8) и блендера (7), установленного на технологическом столе.



Рисунок 1. Экспериментальный стенд.

Измерительное расстояние 1 м. Расхождение внешнего шума и источника звука являлось более 10 дБ в октавных полосах частот и по уровню звука.

Измерялись:

1) эквивалентные уровни звукового давления в октавных полосах частот и по характеристике  $A$ ;  $L_p$ ;

2) виброускорение  $a$  на опорах крепления машины;

3) потребляемая мощность машины  $N$ .

В соответствии со стандартом уровни звукового давления пересчитаны в уровни звуковой мощности, которые сравнивались с предельно допустимыми шумовыми характеристиками (ПДШХ) для производственных помещений РФ: залов кафе, рестора-

нов, столовых и непосредственно прилегающих территорий [5]. Расчет ПДШХ для профессионального блендера P100 Масар производился в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 30530-97 «Методы расчета предельно допустимых шумовых характеристик стационарных машин» при работе с продуктом. Сравнение ШХ с рассчитанными ПДШХ позволит установить направление совершенствования конструкции машины для повышения ее технического уровня.

Все измеряемые параметры записывались в режиме реального времени в программе для ведения архива измерений на персональном компьютере (ПК). Посредством аналогово-цифрового преобразователя исследуемые параметры ( $L_p$ , дБА;  $a$ ;  $m/c^2$ ;  $N$ , Вт) отображались с помощью программы АСР NEW2 в виде осциллограммы на ПК (рис. 2).

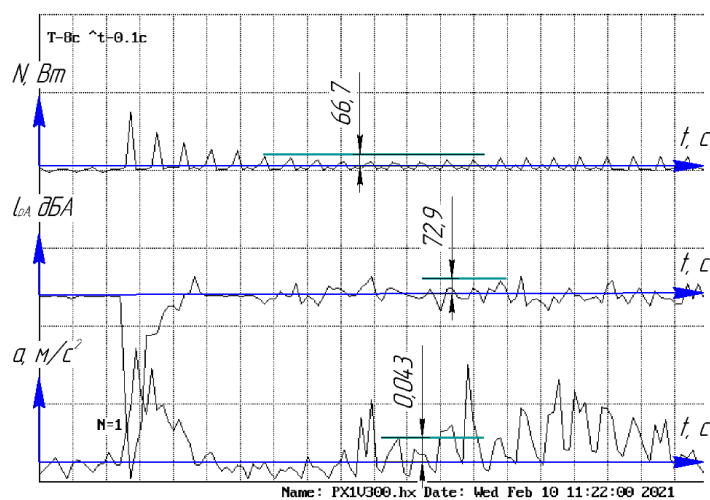


Рисунок 2. Осциллограмма записи акустических и технологических параметров работы блендера

Блендер P100 C13 Масар исследовался в режимах работы без нагрузки и при обработке твердых пищевых продуктов различной плотности, различного объема и частоте вращения рабочего органа: крупа ячменная перловая "Донель"; крупа гречневая ядрица "Крупинка"; крупа гороховая "Крупинка"; белая фасоль; арахис бланшированный; кофе традиционный в зернах "Жокей".

В результате проведения экспериментов на ПК были записаны осциллограммы в реальном масштабе времени: потребляемая мощность  $N$ , Вт, УЗД -  $L_p$ , дБА и виброускорение на корпусе машины  $a_k$ ,  $m/c^2$ . Расходуемая мощность определялась образцовым ваттметром (К 505). Отметка времени составила 0,1 с. Тарировка осциллограмм по УЗД и виброускорения проводилась по прибору «Ассистент». Статистическая обработка результатов измерения проводилась в соответствии с ГОСТ 27408-87 с расчетом величины неопределенности измерения до 1,5 дБ (дБА).

Анализ результатов экспериментальных исследований показал следующее (табл. 1): машина излучает постоянный уровень шума, как без нагрузки, так и под нагрузкой.

В результате исследований установлено, что на корректируемый уровень звуковой мощности, а также в октавных полосах частот наибольшее влияние оказывает частота вращения рабочего органа, объём заполнения стакана и физико-механические свойства продукта.

Таблица 1  
Характеристики Масар Р100 на холостом ходу

Скорость	Средняя мощность N, Вт	Robotron		Октавная частота, Гц								Виброускорение a, м/с <sup>2</sup>
		L <sub>pAmax</sub> , дБ	L <sub>pAmin</sub> , дБ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
167 с <sup>-1</sup>	66,66	76,91	72,91	36,91	53,91	66,91	56,91	61,91	70,91	69,91	60,91	0,043
250 с <sup>-1</sup>	120	80,91	73,41	36,11	46,11	80,41	66,21	66,71	73,41	74,11	66,01	0,033

Установлено, что возрастание УЗМ связано с обработкой продукта с более высокой плотностью, а также с увеличением частоты вращения рабочего органа. Это явление сказывается, прежде всего, на низких частотах. Ухудшаются ШХ машины при увеличении объема продукта.

Излучаемый машиной уровень звуковой мощности при работе без нагрузки составляет 74 дБА, при нагружении – 79,5 дБА. Превышение ПДШХ наблюдается по характеристике А только в рабочем режиме на 2,5 дБА.

Анализ ШХ машины в октавных полосах частот показал, что превышение ПДШХ наблюдается на холостом ходу на частотах 250 Гц - на 2 дБ, 2000 Гц - на 3,4 дБ, 4000 Гц - на 6 дБ (рис. 3).

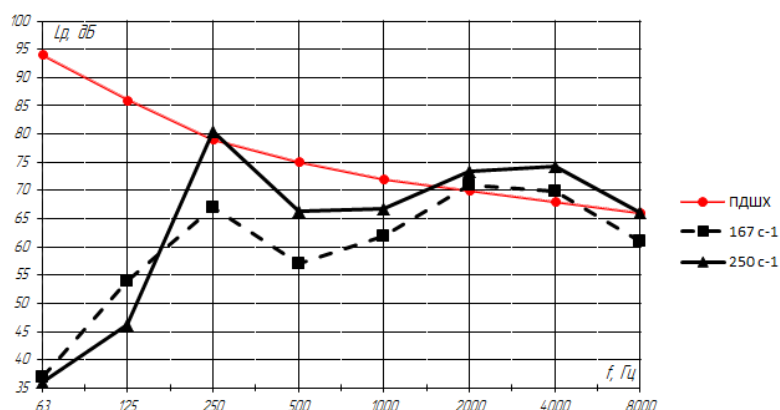


Рисунок 3. Уровни звуковой мощности блендера Масар Р100 С13 без нагрузки.

Превышение ПДШХ наблюдается при обработке следующих продуктов (рис. 4):

- крупы ячменной перловой на скорости работы 250 с<sup>-1</sup>, при массе 0,4 кг на частоте 4000 Гц - на 5 дБ, и частоте 8000 Гц - на 1 дБ. А на скорости работы 167 с<sup>-1</sup>, при массе 0,1кг, 0,2кг и 0,4 кг на частоте 4000 Гц - на 3,2 и 4,6 дБ, и частоте 8000 Гц - на 4 и 3 дБ соответственно;
- крупы гречневой: на частоте 2000 Гц, скорости работы 250 с<sup>-1</sup>, массе 0,1 и 0,4 кг на 1,7 дБ соответственно; на частоте 4000 Гц, скорости работы 250 с<sup>-1</sup>, массе 0,1кг, 0,2кг, 0,3кг и 0,4кг на 3,7, 1, 3,2, и 3,7 дБ соответственно, а скорости 167 с<sup>-1</sup> и массе 0,4кг на 3,2 дБ; на частоте 8000 Гц, скорости работы 167 с<sup>-1</sup>, массе 0,4кг на 2,1 дБ;
- крупы гороховой: на частоте 2000 Гц, скорости работы 167 с<sup>-1</sup>, массе 0,6кг на 1,7 дБ; на частоте 4000 Гц, скорости работы 250 с<sup>-1</sup>, массе 0,4 и 0,6кг на 2,4 и 2 дБ соответственно, а скорости 167 с<sup>-1</sup> и массе 0,4 и 0,6кг на 5 и 5,3 дБ соответственно; на частоте 8000 Гц, скорости работы 167 с<sup>-1</sup>, массе 0,4 и 0,6кг на 5,2 и 5,6 дБ соответственно;

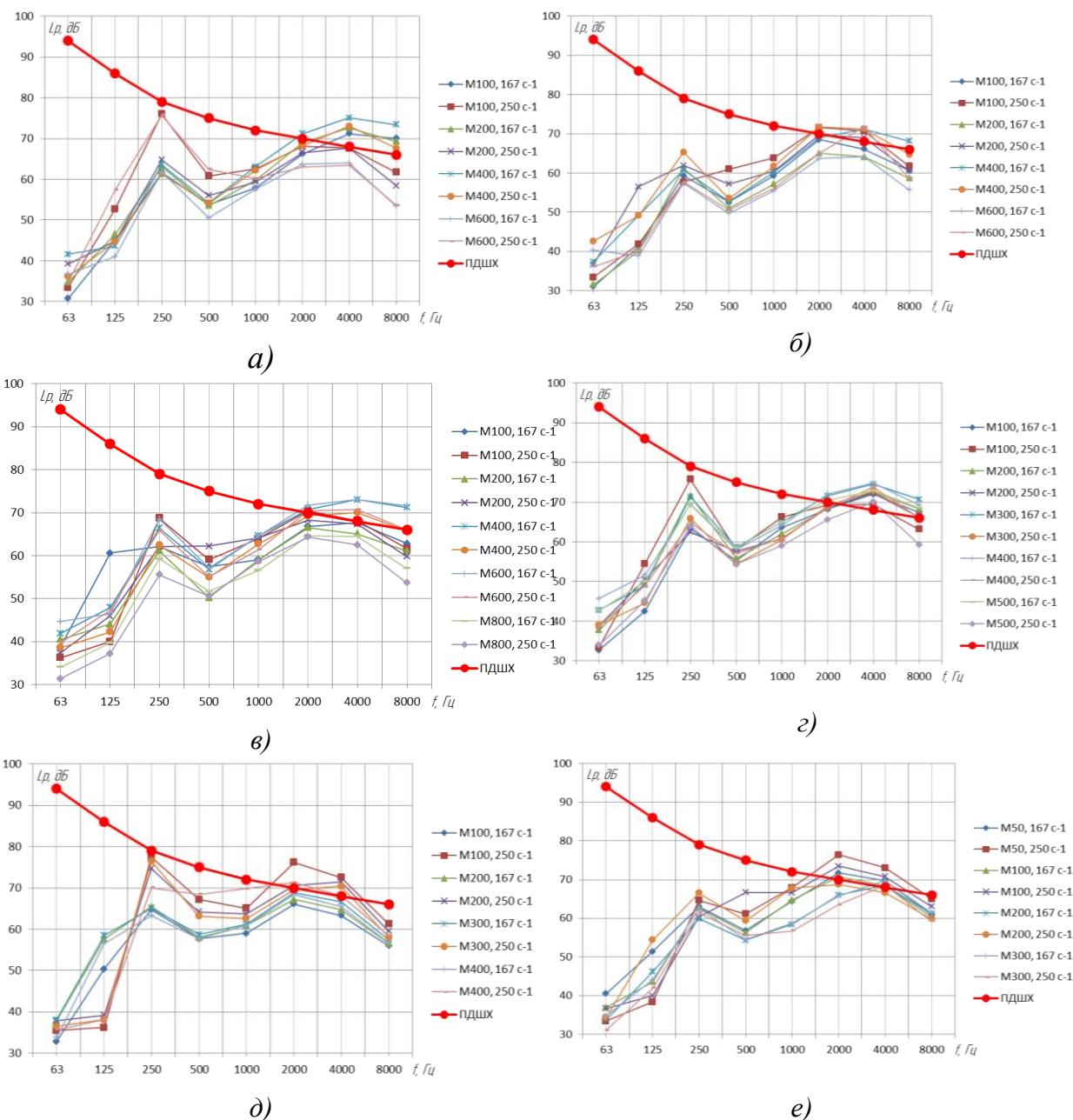


Рисунок 4. Уровни звуковой мощности блендера Масар Р100 С13 при обработке:  
 а) крупы ячменной перловой, плотностью  $910 \text{ кг/м}^3$ ; б) крупы гречневой, плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$ ; в) крупы гороховой, плотностью  $910 \text{ кг/м}^3$ ; г) фасоли, плотностью  $880 \text{ кг/м}^3$ ; д) арахиса бланшированного, плотностью  $650 \text{ кг/м}^3$ ; е) кофе в зернах, плотностью  $430 \text{ кг/м}^3$

- фасоли: на частоте 2000 Гц, скорости работы  $167 \text{ с}^{-1}$ , массе 0,3 и 0,4кг на 1,6 и 2,1 дБ соответственно; на частоте 4000 Гц во всем диапазоне измерений от 1,4 до 6,8 дБ; на частоте 8000 Гц, скорости работы  $167 \text{ с}^{-1}$ , массе 0,1кг, 0,2кг, 0,3кг, 0,4кг и 0,5кг на 1,4, 2,3, 4,7, 3,2 и 2,5 дБ соответственно;
- арахиса: на частоте 2000 Гц, скорости работы  $250 \text{ с}^{-1}$ , массе 0,1 и 0,4кг на 6,2 и 1,3 дБ соответственно; на частоте 4000 Гц, скорости работы  $250 \text{ с}^{-1}$ , массе 0,1кг, 0,2кг и 0,3кг на 4,5, 3,4 и 2,4 дБ соответственно;

• кофе в зернах: на частоте 2000 Гц, скорости работы  $167 \text{ с}^{-1}$ , массе 0,05кг на 1,7 дБ; скорости работы  $250 \text{ с}^{-1}$ , массе 0,05кг и 0,1кг на 6,4 и 3,5 дБ соответственно; на частоте 4000 Гц, скорости работы  $167 \text{ с}^{-1}$ , массе 0,05 и 0,3кг на 1,7 и 1,8 дБ соответственно; скорости работы  $250 \text{ с}^{-1}$ , массе 0,05 и 0,1кг на 5 и 2,8 дБ соответственно.

Таким образом, определены значения ВАХ блендера P100 C13 Масар итальянского производства в условиях эксплуатации, при работе на холостом ходу наблюдается превышение ПДШХ на низких частотах 250 Гц - на 2 дБ, высоких 2000 Гц - на 3,4 дБ, 4000 Гц - на 6 дБ. Также превышение ПДШХ наблюдается при обработке твёрдых пищевых продуктов. Наибольшее превышение ПДШХ имеет место при измельчении кофе в зернах на высоких частотах 2000 и 4000 Гц в пределах 3-6 дБ при максимальной скорости вращения и минимальной массе продукта.

На остальных частотах и режимах работы превышение ПДШХ не обнаружено.

### 3. Заключение

Проведенные исследования показали, что основным источником шума в машине P100 C13 Масар является электродвигатель. Для уменьшения ШХ машины необходимо увеличить жёсткость конструкции или покрыть внутреннюю поверхность корпуса вибропоглощающими материалами, допустимыми для контакта с пищевыми продуктами.

Дальнейшие исследования предусматривают получение многофакторных моделей и апробация методов улучшения ШХ блендера P100 C13 Масар.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Виброакустические свойства взбивально-тестомесильного пищевого оборудования. [монография] / И. Н. Заплетников, А. В. Гордиенко. – Барнаул: Издатель «ИП Колмогоров И.А.», 2020. – 250 с.

2. Заплетников, И. Н. Виброакустика оборудования пищевых производств: монография / И. Н. Заплетников. – Харьков: НТМТ, 2015. – 542 с.

3. Заплетников, И. Н. Шумовые характеристики взбивальной машины для эксплуатации на предприятиях общественного питания / И. Н. Заплетников, А. В. Гордиенко, А. К. Пильненко // «Явления переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств»: Междун. научно-технич. конф., 16-17 ноября 2016 г. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГУИТ», 2016. – С. 585-589.

4. Шумовые и вибрационные параметры блендера МАСАР P100 C13 при обработке жидких пищевых продуктов / И. Н. Заплетников, А. В. Гордиенко, Д. О. Еременко, А. Ю. Захаров // Шум. Теория и практика: Научный журнал Балт. гос. техн. ун-т "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова – СПб: БГТУ "ВОЕНМЕХ", 2022. – Т. 8. – №1. – С. 45-52.

5. Иванов, Н. И. Защита от шума и вибрации. Учебное пособие / Н. И. Иванов, А.Е. Шашурин. – 2-е изд. доп. и перераб. – Печатный цех, 2019. – 284 с.

Поступила в редколлегию 31.01.2022 г.