

УДК: 641.514.8.06-533.4

OECD: 02.11.JY

Шумовые и вибрационные параметры блендера MACAP P100 C13 при обработке жидких пищевых продуктов

Заплетников И.Н.¹, Гордиенко А.В.², Еременко Д. О.³, Захаров А. Ю.⁴

¹ Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Оборудование пищевых производств»

² К.т.н., доцент кафедры «Оборудование пищевых производств»

³ К.т.н., доцент кафедры «Пищевые технологии и оборудование», Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, РФ

⁴ Магистрант кафедры «Оборудование пищевых производств»

^{1,2,4} Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, г. Донецк, Украина

Аннотация

Значимой операцией на пищевых предприятиях является процесс смешивания и измельчения различных ингредиентов, который выполняется с помощью высокопроизводительных устройств – блендеров. Изъяном в эксплуатации данного оборудования является высокий уровень шума, превосходящий допустимые санитарные нормы. Целью работы является установление шумовых характеристик (ШХ) блендера при различных режимах работы, а также установление воздействия технологических и кинематических условий на её ШХ. Установление ШХ велось в реверберационной камере размером 100 м³ шумомером «Ассистент» НТМ-Защита (РФ) согласно ГОСТ 51400-99 (ИСО 3743-1(2)-94). В качестве экспериментального образца применялась машина P100 C13 Масар итальянского изготовления фирмы «Масар». Машина исследовалась на рабочем и холостом ходу. Установлены значения виброакустических характеристик (ВАХ) блендера P100 C13 Масар итальянского производства в условиях эксплуатации, при работе на холостом ходу отмечается превышение предельно-допустимых шумовых характеристик (ПДШХ) практически на всех частотах. Предложены рекомендации по улучшению звуковых параметров машины.

Ключевые слова: блендер, шумовые и вибрационные характеристики, скорость работы, осциллограмма, плотность продукта.

Noise and vibration parameters of the MACAP P100 C13 blender when processing liquid food

Zapletnikov I.N.¹, Gordienko A.V.², Eremenko D.O.³, Zaharov A.U.⁴

¹ DSc, professor, head of the department of Equipment of Food Production

² PhD, assistant professor of the department of Equipment of Food Production

³ PhD, assistant professor of the department of Food Technologies and Equipment, Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

⁴ Master of the department of Equipment of Food Production

^{1,2,4} Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Donetsk, Ukraine

Abstract

E-mail: oblagn@kaf.donnuet.education (Заплетников И.Н.), gordienko_aleksa@mail.ru (Гордиенко А.В.), eremenko.dmitry@mail.ru (Еременко Д. О.), schewtzov.ant@yandex.ru (Захаров А. Ю.)

A significant operation in food enterprises is the process of mixing and grinding various ingredients, which is performed using high-performance devices - blenders. A flaw in the operation of this equipment is a high noise level that exceeds the permissible sanitary standards. The aim of the work is to establish the noise characteristics (NH) of a blender under various operating modes, as well as to establish the impact of technological and kinematic conditions on its NH. The determination of NH was carried out in a reverberation chamber with a size of 100 m³ using an NTM-Protection (RF) sound level meter "Assistant" in accordance with GOST 51400-99 (ISO 3743-1(2)-94). As an experimental sample, a P100 C13 Macap machine made in Italy by Macap was used. The car was examined at work and idle. The values of vibroacoustic characteristics (VAC) of the Italian-made R100 C13 Macap blender under operating conditions have been established; when idling, the maximum permissible noise characteristics (MPNC) are exceeded at almost all frequencies. Suggested recommendations for improving the sound parameters of the machine.

Keywords: *blender, noise and vibration characteristics, operating speed, waveform, product density.*

Введение

В пищевых производствах широко используется оборудование для перемешивания и взбивания пищевых продуктов. Используются взбивальные, перемешивающие машины, машины для дробления твердых пищевых продуктов [1-3]. 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 этой работы является изучение виброакустических характеристик блендера при работе без нагрузки и при обработке пищевого сырья и продуктов.

Среди бесчисленных конструкций тестомесильных и взбивальных машин, изготовления иностранных компаний, преимущественное распространение в странах ближнего зарубежья получил высокопрофессиональный блендер P100 C13 Масар, изготавливаемый массово компанией Масар (Италия), и применяемый для получения коктейлей, приготовления разнообразных пюре и соусов и т.д.

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

1. Методические предпосылки

Блендер имеет две скорости работы - 10030 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 выполнялись в соответствии с ГОСТ Р 51400-99 (ИСО 3743-1-94, ИСО 3743-2-94) «Шум машин. Определение уровней звуковой

мощности источников шума по звуковому давлению. Технические методы для малых переносных источников шума в реверберационных полях в помещениях с жесткими стенами и в специальных реверберационных камерах» [4,5]. Применялась аттестованная реверберационная камера кафедры оборудования пищевых производств ДонНУЭТ размером в 100 м³, где на технологическом столе располагался изучаемый блендер (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 «АССИСТЕНТ» (9), ПК (8) и блендера (7), установленного на технологическом столе.



Рис. 1. Экспериментальный стенд

Измерительное расстояние 1 м. Расхождение внешнего шума и источника звука представляло больше десяти 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 , L_{pA} ;
- 2) виброускорение a на опорах крепления машины;
- 3) затрачиваемая мощность машины N .

Согласно с ГОСТ уровни звукового давления были пересчитаны в уровни звуковой мощности (УЗМ), которые сравнивались с предельно допустимыми шумовыми характеристиками для производственных помещений РФ, залов кафе, ресторанов, столовых и непосредственно примыкающих территорий [6-8]. Расчет ПДШХ для блендера производился согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 30530-97 «Методы расчета предельно допустимых шумовых характеристик стационарных машин» при работе под нагрузкой. Сопоставление ШХ с рассчитанными ПДШХ позволяет установить направления улучшения конструкции машины для повышения её технического уровня. Рассчитанные ПДШХ соответствуют типовым условиям эксплуатации залов кафе.

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_{pA} , дБА;

a , м/с^2 ; N , Вт) отображались с помощью программы АСР NEW2 в виде осциллограммы на ПК (рис. 2).

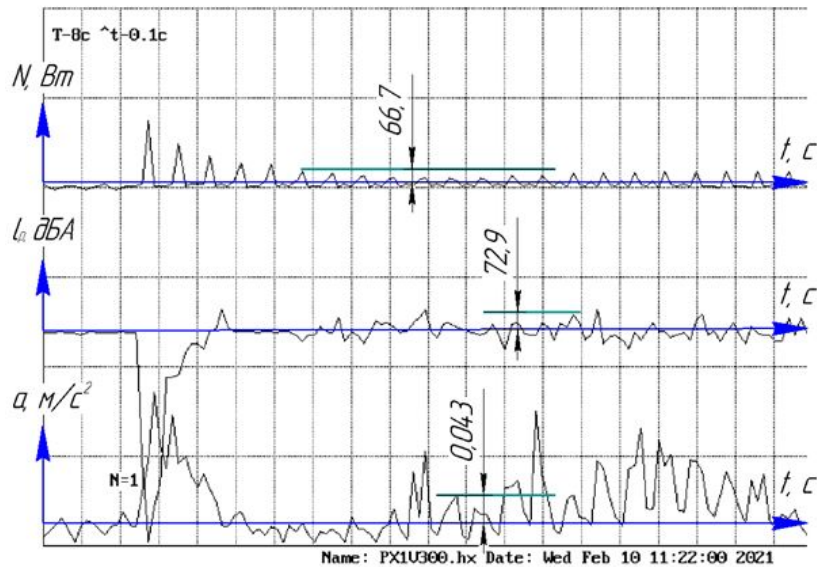


Рис. 2. Осциллограмма записи акустических и технологических параметров работы блендера Масар Р100 С13 (на примере модельной жидкости)

Блендер исследовался на холостом ходу и при обработке жидких пищевых продуктов различной плотности, различного объема и частоте вращения рабочего органа: модельная жидкость с плотностью 1000 кг/м^3 , имитирующая молочный коктейль (сливки); яйца куриные; масло подсолнечное рафинированное «Златожар»; майонез салатный «Норма»; томатный морс.

2. Результаты экспериментальных исследований

В итоге выполнения опытов на ПК записаны осциллограммы в реальном масштабе времени затрачиваемая мощность N , Вт, уровень звука А (УЗА) - L_{pA} , дБА и виброускорение на корпусе блендера a_k , м/с^2 . Потребляемая мощность регистрировалась образцовым ваттметром (К 505). Период измерений составлял 0,1 с. Тарировка осциллограмм по уровню звукового давления (УЗД) и виброускорению велась по прибору «Ассистент». Статистическая переработка итогов измерения УЗА выполнялась согласно с ГОСТ 27408-87 «Шум. Методы статистической обработки результатов определения и контроля уровня шума, излучаемого машинами», а УЗД согласно с ГОСТ 30691-2001 (ИСО 4871-96) «Шум машин. Заявление и контроль значений шумовых характеристик».

Обзор итогов опытов (рис. 2) дает понять, что блендер излучает непостоянный шума, как без нагрузки, так и под нагрузкой.

В итоге изучения отмечено, что на скорректированный уровень звуковой мощности, а еще в октавных полосах частот, самое большое воздействие оказывает скорость вращения ножевого рабочего органа. Однако, степень заполнения стакана и физико-механические свойства, обрабатываемого пищевого продукта, также оказывают влияние на УЗМ блендера.

Отмечено, что увеличение УЗМ сопряжено с обработыванием пищевого продукта с более высокой плотностью, а еще с увеличением частоты вращения ножевого рабочего органа. Что в свою очередь говорит о том, что работа электродвигателя является основным источником повышенного шума в данной машине. Эта закономерность

проявляется, в первую очередь, на низких частотах. Становятся хуже ШХ машины при повышении объема пищевого продукта.

Корректированный уровень звуковой мощности, излучаемый машиной при работе на холостом ходу составляет 74 дБА, в рабочем режиме – 79,5 дБА. Превышение ПДШХ отмечается по характеристике А только при нагружении - на 2,5 дБА.

Таблица 1

Характеристики на холостом ходу

Скорость, рад/с	Средняя скорость	Robotron		Уровень звуковой мощности L_w , дБ, в октавной полосе частот со среднегеометрической частотой, Гц								Виброускорение a , м/с ²
		L_{pMax} , дБА	L_{pMin} , дБА	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1050	66,66	76,91	72,91	36,91	53,91	66,91	56,91	61,91	70,91	69,91	60,91	0,043
1570	120	80,91	73,41	36,11	46,11	80,41	66,21	66,71	73,41	74,11	66,01	0,033

Исследования ШХ машины в октавных полосах частот (табл. 1) показывает, что превышение ПДШХ отслеживается при работе без нагрузки в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 250 Гц - на 2 дБ, 2000 Гц - на 3,4 дБ, 4000 Гц - на 6 дБ (рис. 3).

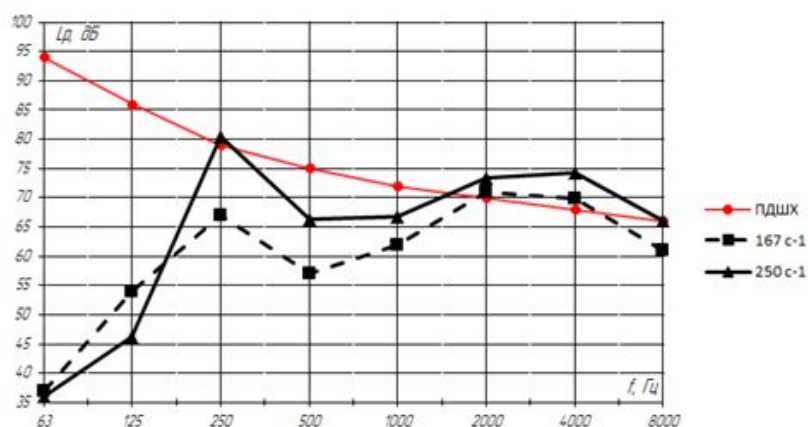


Рис. 3. Уровни звуковой мощности блендера без нагрузки

Превышение ПДШХ наблюдается также при обработке (рис. 4):

- модельной жидкости в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2000 Гц - на 3 дБ и 4000 Гц - на 1,2 дБ, для объема $V=100$ мл и скорости работы 1570 рад/с.

- яиц куриных в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 4000 Гц - на 1 дБ, для объема $V=400$ мл и скорости работы 1570 рад/с.

- майонеза в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2000 Гц - на 1 дБ, для объема $V=200$ мл и скорости работы 1570 рад/с.

- томатного морса на скорости работы 1570 рад/с, при объемах $V=100$ и $V=200$ мл в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2000 Гц - на 4,3 и 3,6 дБ, и 4000 Гц - на 2 и 1,6 дБ соответственно.

При обработке подсолнечного масла превышение ПДШХ не обнаружено.

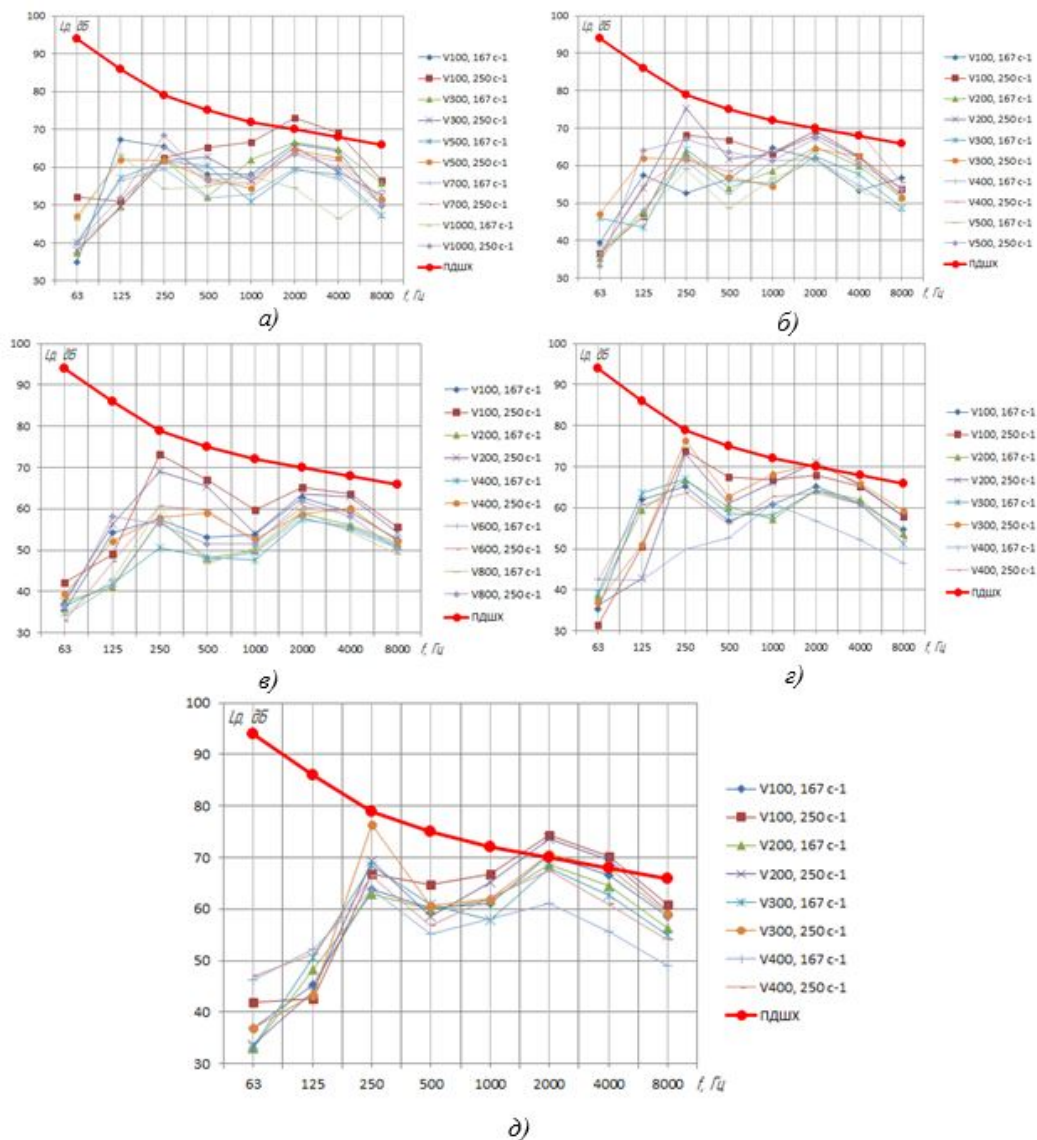


Рис. 4. Уровни звуковой мощности блендера при обработке:
 а) модельной жидкости, плотностью $998,2 \text{ кг/м}^3$; б) яиц куриных, плотностью 1050 кг/м^3 ; в) масла подсолнечного, плотностью 926 кг/м^3 ; г) майонеза, плотностью 910 кг/м^3 ; д) томатного морса, плотностью 1060 кг/м^3

При обработке подсолнечного масла превышение ПДШХ не обнаружено.

Таким образом, установлены значения ВАХ блендера итальянского изготовления в условиях эксплуатации: при работе на холостом ходу отмечается превышение ПДШХ на низких частотах 250 Гц - на 2 дБ, высоких 2000 Гц - на 3,4 дБ, 4000 Гц - на 6 дБ.

Вдобавок превышение ПДШХ отмечается при обработке жидких пищевых продуктов в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2000 Гц – на 4,5 дБ и 4000 Гц – на 2 дБ.

В остальных полосах частот и режимах работы превышение ПДШХ не найдено.

Заключение

Для снижения ШХ машины нужно повысить жёсткость конструкции агрегата либо покрыть внутреннюю поверхность корпуса вибропоглощающими материалами, возможными для контакта с пищевыми продуктами.

Последующие изучения предполагают нахождение многофакторных моделей в натуральных переменных и испытания способов совершенствования ШХ профессионального блендера P100 C13 Масар.

Список литературы

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.: / редкол. А.Н. Остриков [тезисы докл.] – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГУИТ», 2016. – 624 с. – С. 585-589.
4. ГОСТ Р 51400-99 (ИСО 3743-1-94, ИСО 3743-2-94). Шум машин. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технические методы для малых переносных источников шума в реверберационных полях в помещениях с жесткими стенами и в специальных реверберационных камерах. – М.: Госстандарт России, 2000. – 19 с.
5. ГОСТ Р ИСО 3743-1-2013 Шум машин. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технические методы для малых переносных источников шума в реверберационных полях в помещениях с жесткими стенами и в специальных реверберационных камерах. – М.: Стандартинформ, 2014. – 30 с.
6. Иванов Н.И., Шашурин А.Е., Защита от шума и вибрации, Учебное пособие / Н.И. Иванов, А.Е. Шашурин; издание второе, дополненное и переработанное – Печатный цех. 2019. – 284 с.
7. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учеб-ник / Н.И. Иванов. - 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Логос, 2013. – 432 с.
8. Акустика: Учебник для вузов / Ш.Я. Вахитов, Ю.А.Ковалгин, А.А. Фадеев, Ю.П. Щевьев / Под ред. Профессора Ю.А. Ковалгина. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 660 с.: ил.

References

1. Vibroacoustic properties of whipping and mixing food equipment. [monograph] / IN Zapletnikov, AV Gordienko. - Barnaul: Publisher: IE Kolmogorov I.A., 2020. – 250 p.
2. Zapletnikov, IN Vibroacoustics of food production equipment: monograph / I. N. Zapletnikov; - Kharkiv: NTMT, 2015. – 542 p.
3. Zapletnikov I. N. Noise characteristics of a whipping machine for operation at catering establishments / I. N. Zapletnikov, A. V. Gordienko, A. K. Pilnenko // "Phenomena of transfer in the processes and apparatus of chemical and food industries": International scientific and technical Conf., November 16-17, 2016: / editorial board. A.N. Ostrikov [abstracts] - Voronezh: FSBEI HE "VSUET", 2016. – 624 p. – P. 585-589.

4. GOST R 51400-99 (ISO 3743-1-94, ISO 3743-2-94). Noise of cars. Determination of sound power levels of noise sources by sound pressure. Technical methods for small portable noise sources in reverberation fields in rooms with rigid walls and in special reverberation chambers. – М.: Gosstandart of Russia, 2000 – 19 p.

5. GOST R ISO 3743-1-2013. Noise of cars. Determination of sound power levels of noise sources by sound pressure. Technical methods for the transfer of small noise sources in reverberation fields in cabinets with hard walls and in special reverberation chambers. – М.: Standartinform, 2014. – 30 p.

6. Ivanov N.I., Shashurin A.E., Protection against noise and vibration, Textbook / N.I. Ivanov, A.E. Shashurin; second edition, supplemented and revised – Printing shop. 2019. – 284 p.

7. Engineering acoustics. Theory and practice of noise control: textbook / N.I. Ivanov. - 3rd ed. revised and additional – М.: Logos, 2013. – 432 p.

8. Acoustics: Textbook for universities / Sh.Ya. Vakhitov, Yu.A. Kovalgin, A.A. Fadeev, Yu.P. Shchevov / Ed. Professor Yu.A. Kovalgin. – М.: Hotline-Telecom, 2009. – 660 p.