

УДК: 614.512.06

OECD: 02.11.JY

## Виброакустические свойства пищевого оборудования

Заплетников И.Н.<sup>1</sup>, Пильненко А.К.<sup>2</sup>, Гордиенко А.В.<sup>3</sup>, Ерёменко Д.О.<sup>4</sup><sup>1</sup> Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Оборудование пищевых производств»<sup>2,3</sup> К.т.н., доцент кафедры «Оборудование пищевых производств»<sup>1,2,3</sup> Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, г. Донецк, Украина<sup>4</sup> К.т.н., доцент кафедры «Пищевые технологии и оборудование», Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, РФ

### Аннотация

Рассмотрены свойства технологических машин. Особое внимание обращено на виброакустические свойства, обеспечивающих безопасность персонала и санитарно-гигиенические условия его работы, степень конкурентоспособности. Проведено сравнение этих свойств по шумовым характеристикам (ШХ) машин пищевых производств. Измерение ШХ машин пищевого оборудования проводилось техническим методом в соответствии с ГОСТ Р ИСО 3743-1-2013 шумомером RFT 00023 и «Ассистент». Характер излучения шума - постоянный при работе без нагрузки и под нагрузкой. Машины устанавливались в соответствии с руководством по эксплуатации завода-изготовителя. Пищевое сырье или пищевой продукт обрабатывались в соответствии с техническими условиями. Установлено превышение этих характеристик при работе с продуктом над ШХ при работе без продукта. Проведен анализ источников шума и динамических нагрузок в пищевом оборудовании для улучшения ШХ при конструировании соответствующих машин. Предельно-допустимые значения ШХ соответствуют работе этих машин только без продукта. Необходимо нормировать ШХ машин пищевых производств по максимальным значениям при работе с продуктом.

Шумовые характеристики пищевого оборудования определялись техническим методом шумомерами первого класса. Машины устанавливались в соответствии с руководством по эксплуатации.

**Ключевые слова:** виброакустика, свойство, машина, стандарт, шум.

### *Vibroacoustic properties of food equipment*

Zapletnikov I.N.<sup>1</sup>, Pilnenko A.K.<sup>2</sup>, Gordienko A.V.<sup>3</sup>, Eremenko D.O.<sup>4</sup><sup>1</sup> DSc, professor, head of the department of Equipment of Food Production<sup>2,3</sup> PhD, assistant professor of the department of Equipment of Food Production<sup>1,2,3</sup> Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Donetsk, Ukraine<sup>4</sup> PhD, assistant professor of the department of Food Technologies and Equipment, Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

### Abstract

Properties of technological machines. Special attention is paid to vibroacoustic properties. Comparison is given properties on the noise characteristics of food production machines. excess noise characteristics (NC) when working with the product. Measuring Noise Characteristics food equipment machines were carried out by a technical method in accordance with GOST 3743-1-2013 sound level meter RFT 00023 and "Assistant". The nature of the noise emission - constant during operation without load and under load. Cars were installed according to the manufacturer's manual. Food raw material or food product has been processed in in accordance with technical conditions. It is necessary to normalize noise characteristics

*of food production machines by maximum values when working with the product. Noise characteristics of food processing equipment measured technical method. Analysis of noise sources and dynamic loads in food processing equipment for improvement SH when designing machines.*

**Keywords:** *acoustic pollution, guidelines, sound insulation, noise mapping.*

## Введение

Технологические машины должны обладать рядом свойств, позволяющих их эксплуатировать и получать продукцию в зависимости от ее назначения. Прежде всего - это технологические свойства. Они характеризуются следующими показателями: производительностью, видом выпускаемой продукции в допустимом диапазоне, её качеством, свойствами исходного сырья и конечного продукта, массой (металлоёмкостью), расходом электроэнергии, установленной мощностью электродвигателей, габаритами, точностью выполнения технологических операций, универсальностью, надёжностью, дизайнерскими свойствами, ремонтпригодностью, экономичностью, безопасностью, высоким техническим уровнем, патентопригодностью и конкурентной привлекательностью. Эти показатели определяются или назначаются в процессе составления и согласования технического задания и (или) технического предложения на машину. Все показатели должны полностью или частично учитывать действующие стандарты и нормы. Для оборудования пищевых производств: обязательно санитарно-гигиенические нормы. Показатели безопасности должны выполняться в полном объёме при проектировании машин, их эксплуатации и ремонте.

Виброакустические свойства машин характеризуют безопасность их применения на производстве, а также обеспечивают выполнение санитарно-гигиенических и экологических требований в сфере производства.

Виброакустические свойства машин включают излучаемый уровень шума и общую или локальную вибрацию. Уровень шума характеризуется уровнем звуковой мощности по характеристике А (ШХ), для импульсных шумов - по характеристике С в дБ. Вибрация машин характеризуется величиной виброускорения (ВХ) в мм/с<sup>2</sup> или дБ [1-3].

В санитарных нормах по вибрации машин ранее использовалась характеристика - виброскорость в мм/с. В последних санитарных нормах этой характеристики нет. А ведь как свойство самой машины, а не только вредность для оператора, эту характеристику стоило бы остановить. Она определяет техническое совершенство самой машины, которая устанавливается на фундамент или на виброизоляторах, а уровень вибрации существенно влияет на сохранность здания и сооружения.

Для повышения технического уровня технологических машин их виброакустические свойства для машин пищевых производств не только должны соответствовать межгосударственным стандартам и современным санитарным нормам, но и методам их определения. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации ставит задачу провести сопоставление однотипного оборудования по ШХ и ВХ, выпускаемого различными заводами-изготовителями, повысить конкурентоспособность отечественной продукции на мировом рынке и обеспечить улучшение санитарно-гигиенических условий труда. На государственном уровне по ГОСТ 30691-2001 (ИСО 471-96) введено заявление ШХ и ВХ на стадии проектирования машин.

## 1. Оценка шумовых характеристик и режимов работы оборудования пищевых производств

Целью работы является оценка влияния режима работы технологической машины на её виброакустические свойства.

Проведенные многолетние экспериментальные исследования единичных экземпляров технологического пищевого оборудования [1] в лаборатории виброакустики кафедры оборудования ДонНУЭТ показали, что ШХ оборудования при работе под нагрузкой (с продуктом) превышает эти характеристики без нагрузки (холостой ход). Величина превышения у разных типов машин различна и представлена на рисунке 1 и 2.

Измерение ШХ оборудования проводилось техническим методом в соответствии с ГОСТ Р ИСО 3743-1-2013. Использовались шумомеры RFT 00023 и «Ассистент». Характер излучения шума - постоянный при работе машины без нагрузки и под нагрузкой. Машины устанавливались в соответствии с руководством по эксплуатации завода-изготовителя. Обработывалось пищевое сырьё или пищевой продукт в соответствии техническими условиями на него. Характеристика неопределённости не превышала 1,5 дБА.

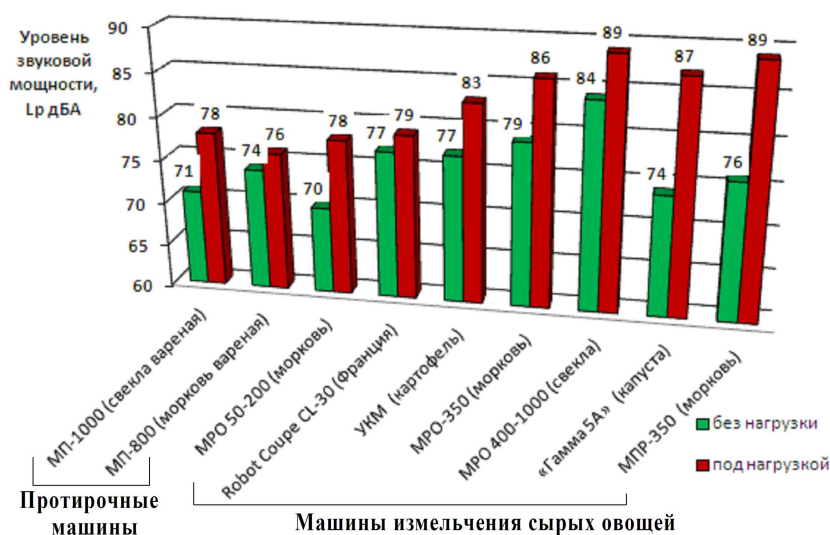


Рис. 1. Шумовые характеристики пищевого технологического оборудования

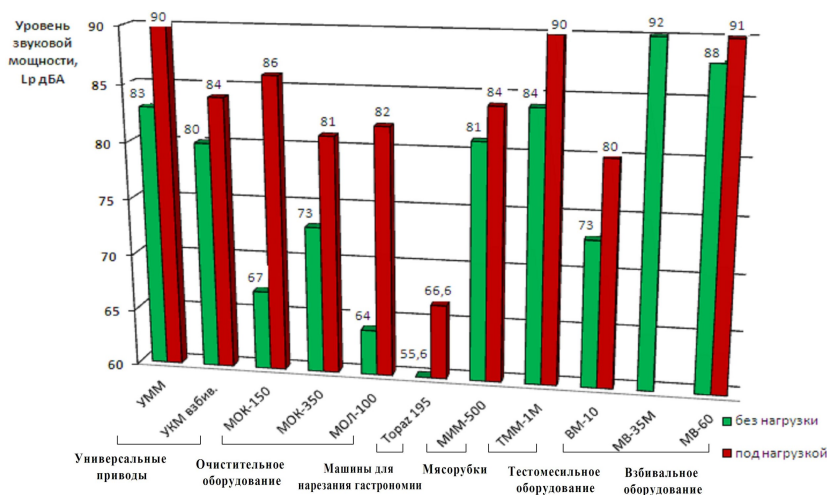


Рис. 2. Шумовые характеристики пищевого технологического оборудования

У очистительного оборудования: машин очистки картофеля превышение над холостым ходом составляет 8 - 9 дБА, очистки лука - 16 дБА, овощерезательных машин 2 - 13 дБА, протирочных машин 2 - 7 дБА, нарезки гастрономических продуктов 10 дБА, мясорубок 3 дБА, тестомесильных машин 6 дБА, взбивальных 3 - 7 дБА, универсальных кухонных машин со сменными механизмами 4 - 7 дБА.

Такая тенденция по ШХ наблюдается не только у оборудования производства Белоруссии, России, но и у зарубежных фирм, хотя и в меньшей степени. По-видимому, это связано с более качественным его изготовлением.

Увеличение ШХ при работе машин пищевых производств с продуктом возникают динамические нагрузки от взаимодействия с ним рабочего органа и стенками рабочей камеры или загрузочного устройства. У очистительного оборудования на ШХ влияет форма и крупность загружаемого сырья, его количество в рабочей камере. В овощерезательном оборудовании существенную роль играет толщина и степень затупления режущего инструмента, модуль упругости и удельного сопротивления резанию продукта, наличие «мёртвых зон», усилие подачи продукта в машину, заполняемость рабочей камеры, размеры и скорость движения рабочего органа. «Мёртвыми зонами» считается пространство на рабочем органе между корпусом его и режущим инструментом, в который попадает продукт, не режется, а набивается в это пространство и уплотняется. Возникший уплотнённый объём продукта трётся о корпус рабочей камеры и вызывает дополнительный шум и вибрацию, перекашивает диск крепления режущих ножей. Кроме перечисленных факторов в овощерезательном оборудовании ШХ под нагрузкой возрастают также от увеличения шума электродвигателя, передач и подшипников. Последние аргументы имеют место и в других типах машин.

В протирочных машинах с неподвижным ситом и вращающимся лопастным ротором возрастание ШХ возникает при увеличении заполняемости продуктом рабочей камеры, уменьшении частоты вращения ротора и лопастей, диаметра отверстий сита.

На ШХ машин для нарезания гастрономических продуктов прямо пропорциональное влияние оказывает вид нарезаемого продукта и скорость подачи продукта к вращающему дисковому ножу.

В мясорубках увеличение ШХ возникает от затупления ножей, повышения усилия ручной подачи продукта к шнеку и удельного сопротивления резанию мяса или рыбы. Следует отметить и снижение ШХ в мясорубках при работе с продуктом. Это явление объясняется выделением в рабочей зоне мясного сока, который является смазкой трущихся частей: подшипников шнека и ножей о ножевую решетку.

В тестомесильных и взбивальных машинах ухудшение ШХ связано с возрастанием нагрузки на рабочий орган, электродвигатель и передачи.

## **2. Нормирование шумовых характеристик пищевого оборудования**

Превышение ШХ пищевого оборудования при работе с продуктом, относительно работы без продукта, свидетельствует о том, что оно работает в режиме, когда ШХ превышают предельно допустимые нормы по шуму [2], а при сертификации машин и заявлении ШХ по ГОСТ 30691-2001 [5] указываются ШХ при работе без нагрузки.

Таким образом, в ряде сертифицированного технологического оборудования пищевых производств в рабочем режиме будут нарушены санитарно-гигиенические нормы по шуму.

Кстати, несмотря на введение нового стандарта по шуму ГОСТ 12.1.003-2014 [4], ГОСТ 12.1.036-81 [6]. «Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях», действует. Этот стандарт устанавливает более жесткие нормы по шуму для помещений

предприятий общественного питания и торговли, в которых в качестве технологического оборудования используется исследуемое пищевое оборудование. К ним относятся: залы кафе, ресторанов, столовых с допусаемым уровнем звука 55 дБА, торговые залы - 60 дБА, а не 80-85 дБА по ГОСТ 12.1.003-2014. Для этих предприятий требуется малошумное оборудование, выпускаемое серийно заводами и фирмами торгового машиностроения.

В ГОСТ 12.1.003-2014 указано (стр.13) «Шумовые характеристики машины определяют при условиях установки и в режимах работы, характерных для нормального применения машины, предусмотренного изготовителем. Такие условия и режимы задаются в испытательных кодах по шуму для машин конкретного вида, а при их отсутствии - в методиках выполнения измерений изготовителя, разработанных с учетом требований основополагающих стандартов к методам определения шумовых характеристик машин».

Слова «... в режимах работы, характерных для нормального применения машины, предусмотренного изготовителем» можно рассматривать неоднозначно. Есть режим холостого хода, используемый при установке, техническом обслуживании и ремонтных работах и рабочий режим - обработка продукта при минимальной и максимальной скоростях движения рабочего органа. Все это режимы «нормального применения». В испытательных кодах по шуму заводы - изготовители могут и определяют ШХ для каждого режима, но какой режим принят для сертификации оборудования, а соответственно, какой шум будет излучать реальная машина?

Неоднозначность в определении ШХ машин оказывает негативное влияние и при проектном расчете уровней шума на рабочих местах операторов и уровней шума в производственном помещении. На результаты расчета оказывает влияние величина ШХ машин. Возникает вопрос, для какого режима работы и его ШХ необходимо проводить расчет?

На наш взгляд, целесообразно устанавливать и производить пищевое оборудование по максимальным значениям ШХ при работе под нагрузкой.

### **Заключение**

1. Среди свойств технологических машин и оборудования следует отдать предпочтение виброакустическим, обеспечивающих безопасность обслуживающего персонала, санитарно-гигиенические условия работы и степень конкурентоспособности.

2. Установлены величины превышения ШХ пищевого оборудования при работе с продуктом над ШХ при работе без продукта.

3. Целесообразно производить оборудование пищевых производств таким, чтобы его ШХ соответствовала максимальным значениям при работе с продуктом.

### **Список литературы**

1. Заплетников И.Н. Виброакустика оборудования пищевых производств: монография / И.Н.Заплетников. - Харьков: изд-во НТМТ, 2015. - 542 с. ISBN 978-617-578-223-1.

2. Заплетников И.Н. Экологический мониторинг измельчительного оборудования предприятий питания / И.Н. Заплетников, А.К. Пильненко, О.Д. Квилинский, С.М. Савченко// NOISE Theory and Practice: Научный журнал ООО «Институт акустических конструкций» – СПб: ООО «Институт акустических конструкций», 2018. Вып.4 - №3. с. 30-35

3. Иванов Н.И., Шашурин А.Е. Защита от шума и вибрации / Н.И.Иванов, А.Е.Шашурин – Печатный Цех, 2019. – 287 с.

4. ГОСТ 12.1.003 – 2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2015. – 24 с.

5. ГОСТ 30691 – 2001. Шум машин. Заявление и контроль значений шумовых характеристик. – М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 13 с.

6. ГОСТ 12.1.036 ССБТ. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях. Госкомитет СССР по стандартам. – Издательство стандартов, 1985. – 4 с.

### References

1. Zapletnikov I.N. Vibroakustika oborudovaniya pischevyih proizvodstv [Vibroacoustics of food production equipment: monograph]: a monograph. - Kharkiv: NTMT Publ. 2015. - 542 p.

2. Zapletnikov I.N. Ekologicheskiy monitoring izmelchitel'nogo oborudovaniya predpriyatiy pitaniya [Environmental monitoring grinding equipment in catering business] / I.N. Zapletnikov, A.K. Pilnenko, O.D. Kvilinskiy, S.M. Savchenko // Noise Theory and Practice: Scientific Journal «Institute of Acoustic Structures» - St.Petersburg: «Institute of Acoustic Structures», 2018. – Tom. 4.–№3. – pp. 30-35.

3. Ivanov N.I., Zashchita ot shuma i vibratsii [Protection from noise and vibration] / N.I. Ivanov, A.E. Shashurin – Pечатный Цех, 2019. – 287 с.

4. GOST 12.1.003 – 2014 Sistema standartov bezopasnosti truda. Shum. Obschie trebovaniya bezopasnosti [System of labor safety standards. Noise. General safety requirements]. – М.: Standartinform, 2015. – 24 p.

5. GOST 30691 – 2001. Shum mashin. Zayavlenie i kontrol znacheniy shumovyih harakteristik [The noise of cars. Statement and control of values of noise characteristics]. – М.: Mezhhgosudarstvenniy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii, 2001. – 13 p.

6. GOST 12.1.036 SSBT. Shum. Dopustimyye urovni v zhilyih i obschestvennyih zdaniyah [Noise. Acceptable levels in residential and public buildings]. Goskomitet SSSR po standartam. – Izdatelstvo standartov, 1985. – 4 p.