

## Шумовые характеристики оборудования общественного питания и показатели его качества

Заплетников И.Н.<sup>1</sup>, Севаторова И.С.<sup>2</sup>, Пильненко А.К.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Зав. кафедры оборудования пищевых производств

<sup>2</sup>Ассистент кафедры оборудования пищевых производств

<sup>3</sup>Доцент кафедры оборудования пищевых производств

<sup>1,2,3</sup>Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, г. Донецк, ул. Щорса, 31

### Аннотация

Представлены результаты определения шумовых характеристик (ШХ) оборудования общественного питания и установлено влияние ШХ машин на показатель качества конструкции. Использован квалиметрический метод, применяемый для оценки качества продукции машиностроения. Расширена выборка машин различного технологического назначения, близких по массе и кинематически подобными. Определены единичные, комплексные и обобщенные показатели и ШХ машин. Установлена корреляционная связь ШХ и обобщенного показателя качества. Получены адекватные зависимости между ШХ машин и обобщенным показателем качества для работы машин без нагрузки и в рабочем режиме. В качестве ШХ машины использовался скорректированный уровень звуковой мощности.

**Ключевые слова:** шумовая характеристика, скорректированный уровень звуковой мощности, показатель качества.

### *Noise characteristics of public catering equipment and indicators of its quality*

Zapletnikov I.N.<sup>1</sup>, Sevatorova I.S.<sup>2</sup>, Pilnenko A.K.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professor

<sup>2</sup>Assistant

<sup>3</sup>Assistant professor

<sup>1,2,3</sup>Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Donetsk, Ukraine

### Abstract

The results of determining the noise characteristics (NC) of public catering equipment are presented and the influence of NC machines on the quality index of the structure is established. A qualimetric method used to evaluate the quality of engineering products was used. The selection of machines of various technological purposes, close in mass and kinematically similar, has been extended. Single, complex and generalized indicators and NC machines were determined. The correlation between NC and the generalized quality index is established. Adequate dependencies between NC machines and a generalized quality index for the operation of machines without load and in operating mode are obtained. As a NC machine, a corrected sound power level was used.

**Key words:** noise characteristic, corrected sound power level, quality indicators.

### Введение

Технический уровень оборудования пищевых производств определяется совокупностью показателей, в состав которых входит показатель шумобезопасности, который задается через шумовые характеристики (далее – ШХ), устанавливаемые в

государственных стандартах и технических условиях на конкретные типы изделий. Несоответствие данного показателя нормативным требованиям обуславливает необходимость проведения работ по улучшению шумовых характеристик оборудования пищевых производств.

ШХ оборудования пищевых производств должны соответствовать предельно допустимым шумовым характеристикам (ПДШХ), которые устанавливаются, исходя из требований обеспечения на рабочих местах допустимых уровней шума в соответствии с нормативной величиной эквивалентного уровня звука 80 дБА. Практически на всех типах оборудования общественного питания ШХ превышают ПДШХ при работе с продуктом [1].

Превышение серийно выпускаемого заводами технологического оборудования санитарных норм по шуму связано с рядом обстоятельств: влиянием конструктивных и технологических недостатков, ухудшением ШХ в процессе эксплуатации, связанных с износом оборудования и другими факторами. Наиболее эффективным способом улучшения ШХ машин является усовершенствование ее конструкции на стадии проектирования новой машины или ее модернизации. Необходимо закладывать в конструкцию машины такой ресурс по ШХ, чтобы его было достаточно на весь период безотказной работы.

Оценить эффективность мероприятий по улучшению ШХ оборудования пищевых производств можно общими методами квалиметрии, применяемыми для количественной оценки качества продукции.

### **1. Расчет показателей качества оборудования**

Для оценки уровня качества используются дифференциальный, комплексный и смешанный методы, а определение значений показателей качества проводится измерительным, регистрационным и расчетным методами [3].

Необходимой составляющей работ по улучшению шумовых характеристик оборудования пищевых производств является количественная оценка комплексного показателя их технического уровня и качества при реализации мероприятий по снижению шума. Проведение такой оценки требует разработки методики расчета комплексного показателя для оборудования пищевых производств на основе общих методов количественной оценки качества продукции.

Целью работы является оценка качества оборудования квалиметрическими методами.

В качестве объекта исследований выбрано очистительное и измельчительное оборудование пищевых производств, наиболее используемое на предприятиях питания. К этому оборудованию относятся машины очистки картофеля, свеклы (МОК), лука (МОЛ), протирачные (МП), нарезки овощей (МРО, «Гамма», СЛ-30а), овощерезательно-протирачные (МПП) и мясорубки (Консар МЕМ-12 Е, МИМ-250, МИМ-300, МИМ-500). ШХ технологического оборудования определялись экспериментально техническим методом в соответствии со стандартом [2]. Среднеквадратичное отклонение воспроизводимости измерений не превышало 1,5 дБА. Технические данные исследуемого оборудования приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические данные исследуемого технологического оборудования

Наименование машины	Производительность Q, кг/ч	Установленная мощность электродвигателя N, Вт	Масса машины m, кг	Корректированный уровень звуковой мощности, дБА	
				х.х	р.х
Конкар МЕМ-12 Е	100	350	11	79,7	74,1
МИМ-250	250	1100	56	84	84
МИМ-300	300	1900	55	87	87
МИМ-500	500	2200	140	81	84
МОК-250	250	550	99	72	78
МОК-350	350	550	70	73	81
МОК-150	150	370	55	67	79
МОЛ-100	100	370	55	64	78
МРО 50-200	200	400	27	70	77
МРО-350	350	370	27	79	83
Гамма-5А	400	370	30	74	89
RobotCoupe CL-30А	80	500	15	66	68,6
МПР-350М	350	370	27	76	88
МП-800	800	1100	85	74	74
МП-1000	1000	750	50	71	77
МРО 400-1000	1000	750	50	76	82

Для оценки применяемого технологического оборудования использованы следующие технические показатели:

- удельная масса машины  $M_y = m / L_{PA}$  [кг/дБА];
- удельное потребление электроэнергии  $N_y = N / L_{PA}$  [Вт/дБА];
- удельная производительность  $Q_y = Q / L_{PA}$  [(кг/ч)/дБА].

В качестве  $L_{PA}$  принималось значение уровня звуковой мощности, измеренных экспериментально при работе с продуктом и на холостом ходу [1].

Объединение в одном показателе результатов оценки основных составляющих технического уровня оборудования пищевых производств обеспечивает комплексный метод [3, 4]. С этой целью определены комплексные показатели в виде: средний взвешенный арифметический показатель, рассчитанный по зависимости (1), средневзвешенный геометрический показатель (2), средняя гармоническая зависимость, рассчитанная по формуле (3) и средневзвешенная степенная зависимость (4). Обобщенный показатель качества для определения технического уровня машины определялся по зависимости (5).

$$K_{o1} = \sum_{i=1}^m M_i * q_i \quad (1)$$

$$K_{o2} = \prod_{i=1}^m (q_i)^{M_i} \quad (2)$$

$$K_{o3} = \frac{\sum_{i=1}^m M_i}{\sum_{i=1}^m q_i} \quad (3)$$

$$K_{o4} = \sqrt{\sum_{i=1}^m (M_i q_i^2)} \quad (4)$$

$$K = \sqrt[3]{q_{Qy} \cdot q_{Ny} \cdot q_{My}} \quad (5)$$

где  $M_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го показателя;

$q_i$  – единичные показатели, рассчитанные по отношению удельных показателей машин к аналогичным показателям оборудования, принятого за базу;

$q_{Qy}, q_{Ny}, q_{My}$  – единичные показатели удельной производительности, установленной мощности и массы.

Коэффициенты весомости находятся по формуле:

$$M_i = m_i / \sum_{i=1}^n m_i \quad (6)$$

где  $m_i$  – параметры весомости.

Результаты расчета удельных показателей массы, производительности и установленной мощности исследуемого технологического оборудования приведены в таблице 2.

Оценку единичных показателей проводили по формуле:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{i_{баз}}} ; \quad q_i = \frac{P_{i_{баз}}}{P_i} \quad (7)$$

где  $P_i$  – значение  $i$ -го показателя качества оцениваемой продукции;

$P_{i_{баз}}$  – базовое значение  $i$ -го показателя.

Из двух приведенных зависимостей принимают ту, при использовании которой увеличение относительного показателя соответствует повышению технического уровня продукции [5]. Этому условию соответствует зависимость (2).

*Таблица 2*

Удельные показатели исследуемого технологического оборудования

Наименование машины	Уд.производительность $Q_v$ [кг/ч /дБА]		Уд.мощность $N_y$ , [Вт /дБА]		Уд.масса $M_y$ , [кг/дБА]	
	х.х.	р.х.	х.х.	р.х.	х.х.	р.х.
Консар МЕМ-12 Е	1,25	1,35	4,39	4,72	0,14	0,15
МИМ-250	2,98	2,98	13,10	13,10	0,67	0,67
МИМ-300	3,45	3,45	21,84	21,84	0,63	0,63
МИМ-500	6,17	5,95	27,16	26,19	1,73	1,67
МОК-250	3,47	3,21	7,64	7,05	1,38	1,27
МОК-350	4,79	4,32	7,53	6,79	0,96	0,86
МОК-150	2,24	1,90	5,52	4,68	0,82	0,70
МОЛ-100	1,56	1,28	5,78	4,74	0,86	0,71

Наименование машины	Уд.производительность $Q_v$ [кг/ч /дБА]		Уд.мощность $N_y$ , [Вт /дБА]		Уд.масса $M_y$ , [кг/дБА]	
	х.х.	р.х.	х.х.	р.х.	х.х.	р.х.
МРО 50-200	2,86	2,60	5,71	5,19	0,39	0,35
МРО-350	4,43	4,22	4,68	4,46	0,34	0,33
Гамма-5А	5,41	4,49	5,00	4,16	0,41	0,34
RobotCoupe CL-30А	1,21	1,17	7,58	7,29	0,23	0,22
МПР-350М	4,61	3,98	4,87	4,20	0,36	0,31
МП-800	10,81	10,81	14,86	14,86	1,15	1,15
МП-1000	14,08	12,99	10,56	9,74	0,70	0,65
МРО 400-1000	13,16	12,20	9,87	9,15	0,66	0,61

Наиболее конкурентоспособной машиной для предприятий питания является мясорубка Консар МЕМ-12 Е. В связи с этим данная машина была принята в качестве базового образца. Результаты расчета единичных показателей приведены в таблице 3.

Таблица 3

Единичные показатели качества исследуемого оборудования

Наименование машины	Ед. показатель $q_{Qv}$		Ед. показатель $q_{Nv}$		Ед. показатель $q_{Mv}$	
	х.х.	р.х.	х.х.	р.х.	х.х.	р.х.
1	2	3	4	5	6	7
Консар МЕМ-12 Е	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
МИМ-250	0,42	0,45	0,34	0,36	0,21	0,23
МИМ-300	0,36	0,39	0,20	0,22	0,22	0,24
МИМ-500	0,20	0,23	0,16	0,18	0,08	0,09
МОК-250	0,36	0,42	0,57	0,67	0,10	0,12
МОК-350	0,26	0,31	0,58	0,70	0,15	0,17
МОК-150	0,56	0,71	0,79	1,01	0,17	0,22
МОЛ-100	0,80	1,05	0,76	1,00	0,16	0,21
МРО 50-200	0,44	0,52	0,77	0,91	0,36	0,43
МРО-350	0,28	0,32	0,94	1,06	0,41	0,46
Гамма-5А	0,23	0,30	0,88	1,14	0,35	0,45
RobotCoupe CL-30А	1,03	1,16	0,58	0,65	0,62	0,69
МПР-350М	0,27	0,34	0,90	1,12	0,39	0,49
МП-800	0,12	0,12	0,30	0,32	0,12	0,13
МП-1000	0,09	0,10	0,42	0,48	0,20	0,23
МРО 400-1000	0,10	0,11	0,44	0,52	0,21	0,25
Коэффициент весомости	0,31	0,31	0,46	0,47	0,23	0,22

Результаты расчета обобщенных показателей качества машин по ШХ приведены в таблице 4.

Таблица 4

Обобщенные показатели качества исследуемого оборудования по ШХ на холостом ходу и в рабочем режиме

Наименование машины	K <sub>01</sub>		K <sub>02</sub>		K <sub>03</sub>		K <sub>04</sub>		K	
	х.х.	р.х.	х.х.	р.х.	х.х.	р.х.	х.х.	р.х.	х.х.	р.х.
Консар МЕМ-12 Е	1,00	1,00	0,0331	0,0324	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
МИМ-250	0,33	0,36	0,0010	0,0012	0,31	0,34	0,34	0,37	0,31	0,33
МИМ-300	0,26	0,28	0,0005	0,0006	0,24	0,26	0,27	0,29	0,25	0,27
МИМ-500	0,16	0,17	0,0001	0,0001	0,14	0,16	0,16	0,18	0,14	0,15
МОК-250	0,40	0,47	0,0007	0,0011	0,26	0,30	0,44	0,52	0,28	0,32
МОК-350	0,38	0,46	0,0007	0,0012	0,28	0,34	0,43	0,51	0,28	0,34
МОК-150	0,58	0,74	0,0025	0,0049	0,40	0,52	0,63	0,80	0,42	0,54
МОЛ-100	0,63	0,84	0,0032	0,0071	0,42	0,56	0,69	0,90	0,46	0,61
МРО 50-200	0,57	0,68	0,0040	0,0065	0,52	0,61	0,60	0,72	0,50	0,59
МРО-350	0,61	0,70	0,0036	0,0050	0,46	0,53	0,68	0,78	0,48	0,54
Гамма-5А	0,55	0,72	0,0023	0,0049	0,40	0,52	0,63	0,82	0,41	0,53
RobotCoupe CL-30А	0,73	0,81	0,0121	0,0165	0,68	0,76	0,76	0,85	0,72	0,80
МПП-350М	0,59	0,74	0,0032	0,0060	0,45	0,56	0,66	0,82	0,46	0,57
МП-800	0,20	0,22	0,0001	0,0002	0,16	0,18	0,22	0,24	0,16	0,17
МП-1000	0,26	0,31	0,0002	0,0004	0,17	0,20	0,30	0,35	0,19	0,23
МРО 400-1000	0,28	0,33	0,0003	0,0005	0,19	0,22	0,32	0,38	0,21	0,24

Соответственно, если величина обобщенного показателя больше 1, можно утверждать, что ее технический уровень выше, чем у принятой за базу машины.

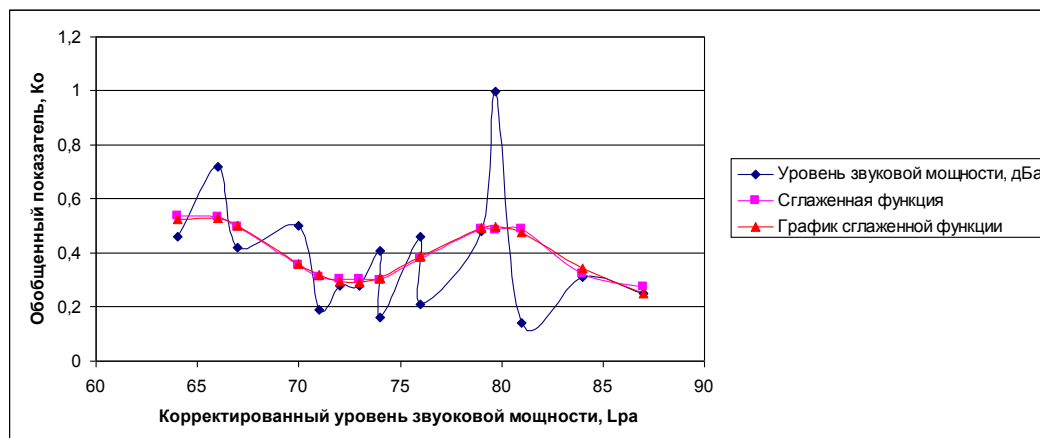
## 2. Анализ результатов расчетов

Анализ результатов таблицы 4 показал, что комплексные показатели качества для исследуемой выборки машин довольно существенно отличаются от обобщенного показателя за исключением, как и полагается, базового образца. Приближаются к обобщенному показателю качества K лишь комплексный показатель K<sub>03</sub>, рассчитанный как средняя гармоническая зависимость.

Предлагается расчет показателей качества машин по ШХ вести по обобщенному показателю.

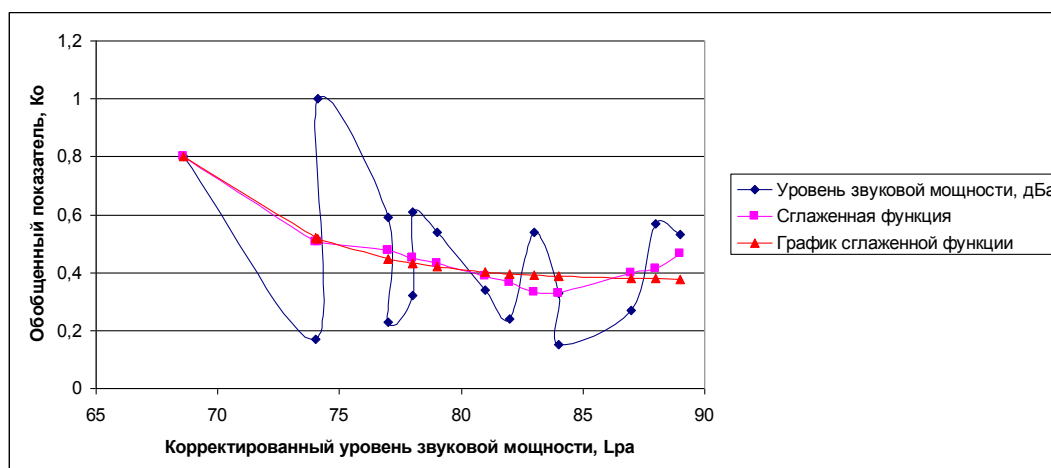
Среди исследуемого оборудования в условиях эксплуатации наилучшими показателями качества по ШХ при работе без нагрузки и под нагрузкой обладают овощерезательные машины RobotCoupe CL-30А, МРО50-200, МРО-350, однако величина обобщенного показателя не превышает значений базового образца, а значит можно утверждать, что их технический уровень ниже, чем у принятой за базу машины.

На основании полученных результатов был построен график зависимости влияния скорректированного уровня звуковой мощности исследуемых машин к обобщенному показателю качества (Рис.1).



а) холостой ход

МОЛ-100, RobotCoupe CL-30А, МОК-150, МРО 50-200, МП-1000, МОК-250, МОК-350, Гамма-5А, МП-800, МПР-350М, МРО 400-1000, МРО-350, Консар МЕМ-12 Е, МИМ-500, МИМ-250, МИМ-300



б) с продуктом

RobotCoupe CL-30А, МП-800, Консар МЕМ-12 Е, МРО 50-200, МП-1000, МОК-250, МОЛ-100, МОК-150, МОК-350, МРО 400-1000, МРО-350, МИМ-250, МИМ-500, МИМ-300, МПР-350М, Гамма-5А

Рис. 1. График зависимости влияния скорректированного уровня звуковой мощности исследуемых машин к обобщенному показателю качества

Статистическая зависимость влияния скорректированного уровня звуковой мощности исследуемых машин на обобщенный показатель качества для двух режимов представлена в виде функций (8) и (9). Для сглаживания их использована функция Гаусса.

Холостой ход

$$K = 0,613 - 0,0029x + 0,113 \sin(0,433 * (x - 61,635)), R^2=0,986 \quad (8)$$

С продуктом

$$K = 3,949 + 0,00095e^{\frac{x}{11,826}} - 0,875e^{\frac{x}{49,593}}, R^2=0,9518 \quad (9)$$

Графическая интерпретация выражений (8) и (9) указывает на то, что зависимость между уровнем звуковой мощности и качеством машин носит довольно сложный характер. Попытка описать эту закономерность более простыми функциями не увенчалась успехом. Коэффициент множественной корреляции  $R^2$  не превышал 0,2, что свидетельствует о слабой статистической связи исследуемых объектов. Следует также отметить, что  $R^2$  при работе машин без нагрузки выше, чем с нагрузкой. Полагаем, что это связано с влиянием на ШХ машины процесса взаимодействия рабочего органа с продуктом. Сглаживающая функция характеризует тенденцию влияния ШХ машин на качество их конструкции.

### **Заключение**

1. Установлена приемлемая к использованию статистическая зависимость влияния ШХ оборудования общественного питания на качество их конструкции.
2. В расчетах предпочтение следует отдавать данным по ШХ машин при работе без нагрузки.
3. С возрастанием уровня шума машин их качество монотонно ухудшается.

### **Список литературы**

1. Заплетников И.Н. Виброакустика оборудования пищевых производств: Монография. Харків, Вид-во НТМТ, 2015. - 542с.
2. ГОСТ 31172-2003 (ИСО 11201:1995) Шум машин. Измерение уровней звукового давления на рабочем месте и в других контрольных точках. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью.
3. Прохоров Ю.К. Управление качеством: учебное пособие. СПб: СПбГУИТМ, 2007. – 144с.
4. Азгальдов Г.Г. Количественная оценка качества продукции – квалиметрия (некоторые актуальные проблемы). М.: Знание, 1986. – 116 с.
5. Топольник В.Г. Количественная оценка качества оборудования общественного питания. Донецк: Кассиопея, 1998. – 196с.