

УДК 041.514.8.06-533.4

И. Н. Заплетников, д-р техн. наук, проф., **И. С. Севаторова**, канд. техн. наук,
А. В. Гордиенко, канд. техн. наук, доц.
ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила
Туган-Барановского», г. Донецк, ДНР
Тел. +7 949 451-46-71, E-mail: oborud@kaf.donnuet.ru

КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЗБИВАЛЬНЫХ МАШИН НА ПОКАЗАТЕЛИ ИХ КАЧЕСТВА

В работе использованы технические характеристики (ТХ) взбивальных машин пищевых производств, используемые при оценке качества этих машин, оценке их технического уровня, в рекламе данного оборудования и маркетинговых процессах. В ТХ машин отсутствуют сведения о соответствии машин санитарно-гигиеническим требованиям, в том числе, уровню излучаемого шума. Целью работы является оценка влияния показателей качества на учет шумовой характеристики (ШХ) оборудования. Для выполнения такой задачи собраны ТХ 22 машин отечественного (РФ) и зарубежного производства. ТХ машин дополнены показателями уровнями звуковой мощности по характеристике А. Определены обобщенные показатели технического уровня без учета и с учетом ШХ машин. Построены диаграммы оценки качества данного оборудования. Установлено, что имеет место существенное расхождение показателей качества в большую и меньшую сторону от 20 до 200%. Поэтому при оценке качества машин и их технического уровня целесообразно учитывать и уровень излучаемого ими шума.

Ключевые слова: показатели качества, взбивальная машина, сравнение, уровень шума.

I. N. Zapletnikov, I. S. Sevatorova, A. V. Gordienko

QUALIMETRIC ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF NOISE CHARACTERISTICS OF WHIPPING MACHINES ON THEIR QUALITY INDICATORS

The paper uses the technical characteristics (TC) of whipping machines of food production, which are used in assessing the quality of these machines, assessing their technical level, in advertising this equipment and marketing processes. In the TC of the machines there is no information about the compliance of the machines with sanitary and hygienic requirements, including the level of emitted noise. The purpose of the work is to assess the impact of quality indicators on the consideration of the noise characteristics (NC) of the equipment. To perform such a task, the TC of 22 machines of domestic (Russian Federation) and foreign production are collected. The TC of the machines are supplemented with indicators of sound power levels according to characteristic A. Generalized indicators of the technical level are determined without taking into account and taking into account the NC of the machines. Diagrams for evaluating the quality of this equipment are constructed. As a result, it was found that there is a significant discrepancy in quality indicators up and down from 20 to 200%. Therefore, when assessing the quality of machines and their technical level, it is advisable to take into account the level of noise emitted by them.

Keywords: quality indicators, whipping machine, comparison, noise level.

1. Введение

Технические характеристики (ТХ) оборудования представлены в интернете, технической литературе, рекламных проспектах, нормативно-технической документации и других информационных источниках. Они применяются при оценке качества различного оборудования и маркетинговых процессах, а также при проектировании производственных цехов и участков, оценке их санитарно-гигиенического состояния, в частности, уровня шума.

Среди обязательных характеристик в ТХ оборудования указывается их масса, мощность и габаритные размеры. Что касается уровня излучаемого шума, то его величину производители машин не указывают. А ведь шумовая характеристика оборудова-

ния определяет его технический уровень, безопасность применения и комфортные условия работы обслуживающего персонала.

В оборудовании пищевых производств одними из самых распространённых и «шумных» являются взбивальные машины [1].

Целью данной работы является оценка качества технологического оборудования без учета и с учетом ШХ на примере взбивальных машин пищевых производств.

Для осуществления цели работы собраны ТХ и ШХ 22 образцов взбивальных машин отечественного и зарубежного производства, представленных в таблице 1. Используются известные квалитметрические методы исследований.

Таблица 1. Технические характеристики взбивального оборудования

Тип модели	Габариты, мм	Объем дежи, л	Масса, кг	Номинальная мощность, кВт	Звуковая мощность, хх дБА
МПВ-100	1150x830	100	325	2,2	90
МВУ-100	750x1200	100	320	3,6	90
МТИ-100	1350x990	100	800	3,37	90
МПЛ-40	680x993	40	190	1,5	90
Gostrorag B-40-HG	670x660	40	168	1,5	89
Foodatlas B-40BA	640x730	40	150	2	89
Миксер планетарный Arch APL20B	550x650	20	50	0,75	76
Миксер STENO P-80L3VP	960x750	80	310	1,5	84
Миксер STENO PI-40L/VE	1440x960	40	141	1,1	79
Миксер планетарный CPM 800-CE Hamilton Beach	350x430	8	30	1,5	75
Миксер планетарный ERGO (B-10)	450x370	10	30	0,37	84
Миксер планетарный ERGO (B-20)	770x480	20	60	1,1	87
МВ-40	1000x550	40	200	1,5	89
Sigma BM-10	560x600	10	64	0,37	73
Взбивальная машина МВ-6	400x380	6	35	0,18	88
Взбивальная МВ-35	735x530	35	175	0,75	87
Взбивальная машина МВ-40	1000x550	40	190	1,5	89
Взбивальная машина МВ-60	750x720	60	400	2,2	97
Машина взбивальная BM-10	480x610	10	55	0,55	73,4
Машина PSP-800	390x620	38	65	0,9	78,1
Блендер Masar RP-100	200x200	1,7	4	0,4	73

УКМ	1250x390	10	105	1,15	84
-----	----------	----	-----	------	----

2. Трансформация технических характеристик взбивального оборудования пищевых производств

Для оценки качества применяемого оборудования используются массогабаритный и энергетический показатели, которые учитывают три вида технических параметра машин [2]:

- удельная масса машины $M_y = m/V$, [кг/дм³];
- удельное потребление электроэнергии $N_y = N/V$, [Вт/ дм³];
- удельная занимаемая площадь машины $S_y = F'/V$, [м²/ дм³].

где V – объем дежи, л.

Рассчитанные удельные значения показателей качества взбивального оборудования приведены в таблице 2.

Таблица 2. Удельные значения показателей качества взбивального оборудования без учета ШХ

Тип модели	Удельная занимаемая площадь, м ² /дм ³ • 10 ⁻³ , S_y	Удельная масса, кг/дм ³ , M_y	Удельная мощность, Вт/дм ³ , N_y
МПВ-100	9,55	3,25	0,022
МВУ-100	9,00	3,20	0,04
МТИ-100	13,37	8,00	0,03
МПЛ-40	16,88	4,75	0,04
Gostrorag B-40-HG	11,06	4,20	0,04
Foodatlas B-40BA	11,68	3,75	0,05
Миксер планетарный Arach APL20B	17,88	2,50	0,04
Миксер STENO P-80L3VP	9,00	3,875	0,0188
Миксер STENO PI-40L/VE	34,56	3,53	0,0275
Миксер планетарный CPM 800-CE Hamilton Beach	18,81	3,75	0,19
Миксер планетарный ERGO (B-10)	16,65	3,00	0,04
Миксер планетарный ERGO (B-20)	18,48	3,00	0,06
МВ-40	13,75	5,00	0,04
Sigma BM-10	33,60	6,40	0,04
Взбивальная машина МВ-6	25,33	5,83	0,03
Взбивальная МВ-35	11,13	5,00	0,02
Взбивальная машина МВ-40	13,75	4,75	0,04
Взбивальная машина МВ-60	9,00	6,67	0,04
Машина взбивальная BM-10	29,28	5,50	0,06

Машина PSP-800	6,36	1,71	0,02
Блендер Masar RP-100	23,53	2,35	0,24
УКМ	48,75	10,50	0,12

Оценку абсолютных значений показателей технического уровня модели получали путем сравнения с соответствующими значениями базового образца.

Так как качество оборудования повышается при снижении значений указанных абсолютных показателей, расчет относительных показателей качества (оценок) определяли по формуле:

$$K_i = \left(\frac{P_i}{P_i^{\text{баз}}} \right)^{-1}, \quad (1)$$

где

P_i – значение показателя качества оцениваемой модели взбивальной машины;

$P_i^{\text{баз}}$ – соответствующее значение показателя качества модели взбивальной машины, принятого за базовый при сравнении.

В качестве базового образца приняли модель Foodatlas B-40BA (Китай).

Обобщенную оценку технического уровня каждой модели определяли с использованием средневзвешенной арифметической величины:

$$K_{\text{ТУ}} = \sum_1^3 m_i \times K_i, \quad (2)$$

где

m_i – коэффициент весомости показателя;

K_i – оценка показателя.

Приняты следующие значения коэффициентов весомости: удельная мощность – 0,65; удельная занимаемая площадь – 0,20; удельная масса – 0,15 для оборудования пищевых производств.

В таблице 3 приведены единичные и комплексная оценка технического уровня исследуемых моделей взбивального оборудования.

Таблица 3. Единичные и комплексные оценки массогабаритных и энергетических характеристик взбивального оборудования

Тип модели	Оценка показателя S_y	Оценка показателя M_y	Оценка показателя N_y	Обобщенная оценка технического уровня модели
МПВ-100	1,22	1,15	2,27	1,90
МВУ-100	1,30	1,17	1,39	1,34
МТИ-100	0,87	0,47	1,48	1,21
МПЛ-40	0,69	0,79	1,33	1,12
Gostrorag B-40-HG	1,06	0,89	1,33	1,21
Foodatlas B-40BA	1,00	1,00	1,00	1,00

Миксер планетарный Aрach APL20B	0,65	1,50	1,33	1,22
Миксер STENO P-80L3VP	1,30	0,97	2,67	2,14
Миксер STENO PI-40L/VE	0,34	1,06	1,82	1,41
Миксер планетарный CPM 800-CE Hamilton Beach	0,62	1,00	0,27	0,45
Миксер планетарный ERGO (B-10)	0,70	1,25	1,35	1,21
Миксер планетарный ERGO (B-20)	0,63	1,25	0,91	0,90
MB-40	0,85	0,75	1,33	1,15
Sigma BM-10	0,35	0,59	1,35	1,04
Взбивальная машина MB-6	0,46	0,64	1,67	1,27
Взбивальная MB-35	1,05	0,75	2,33	1,84
Взбивальная машина MB- 40	0,85	0,79	1,33	1,15
Взбивальная машина MB- 60	1,30	0,56	1,36	1,23
Машина взбивальная BM- 10	0,40	0,68	0,91	0,77
Машина PSP-800	1,84	2,19	2,11	2,07
Блендер Masar RP-100	0,50	1,59	0,21	0,48
УКМ	0,24	0,36	0,43	0,38

Результаты расчета обобщенной оценки массогабаритных и энергетических параметров рассмотренных моделей взбивального оборудования (без учета ШХ) показали, что наилучшую оценку технического уровня ($K_{ту}$) имеют миксер STENO P-80L3VP (2,14) и машина PSP-800 (2,07).

Низшую оценку технического уровня среди рассмотренных моделей имеют миксер планетарный CPM 800-CE Hamilton Beach (0,45), блендер Masar RP-100 (0,48), машина взбивальная BM-10 (0,77).

Результаты свидетельствуют, что обобщенная оценка массогабаритных и энергетических показателей взбивального оборудования увеличивается с увеличением объема дежи машин.

3. Количественная оценка качества взбивального оборудования с учетом ШХ

Для оценки взбивального оборудования с учетом его шумовой характеристики использованы следующие показатели:

- удельная масса машины $M_{уш} = m/L_{РА}$, [кг/ дБА];
- удельное потребление электроэнергии $N_{уш} = N/L_{РА}$, [Вт/ дБА];
- удельная занимаемая площадь машины $S_{уш} = F'/L_{РА}$, [м²/ дБА].

где $L_{РА}$ – скорректированный по А уровень звуковой мощности машины (3-6)

Таблица 4. Удельные значения показателей качества взбивального оборудования с учетом ШХ

Тип модели	Удельная занимаемая площадь, $\text{м}^2/\text{дБА} \cdot 10^{-3}$, S_y	Удельная масса, $\text{кг}^3/\text{дБА}$, M_y	Удельная мощность, $\text{кВт}/\text{дБА}$, N_y
МПВ-100	10,61	3,611	0,024
МВУ-100	10	3,556	0,040
МТИ-100	14,85	8,889	0,037
МПЛ-40	7,503	2,111	0,017
Gostrorag B-40-HG	4,969	1,888	0,017
Foodatlas B-40BA	5,249	1,685	0,022
Миксер планетарный Arach APL20B	4,704	0,658	0,010
Миксер STENO P-80L3VP	8,571	3,690	0,018
Миксер STENO PI-40L/VE	17,5	1,785	0,014
Миксер планетарный CPM 800-CE Hamilton Beach	2,007	0,400	0,020
Миксер планетарный ERGO (B-10)	1,982	0,357	0,004
Миксер планетарный ERGO (B-20)	4,248	0,690	0,013
МВ-40	6,18	2,247	0,017
Sigma BM-10	4,603	0,877	0,005
Взбивальная машина МВ-6	1,727	0,398	0,002
Взбивальная МВ-35	4,478	2,011	0,009
Взбивальная машина МВ-40	6,18	2,135	0,017
Взбивальная машина МВ-60	5,567	4,124	0,023
Машина взбивальная BM-10	3,989	0,749	0,007
Машина PSP-800	3,096	0,832	0,012
Блендер Masar RP-100	0,548	0,055	0,005
УКМ	5,804	1,250	0,014

Таблица 5. Единичные и комплексные оценки массогабаритных и энергетических характеристик взбивального оборудования

Тип модели	Оценка показателя S_y	Оценка показателя M_y	Оценка показателя N_y	Обобщенная оценка технического уровня модели
МПВ-100	0,49	0,47	0,90	0,75
МВУ-100	0,52	0,47	0,55	0,53
МТИ-100	0,35	0,19	0,59	0,48

МПЛ-40	0,70	0,80	1,32	1,12
Gostrorag B-40-HG	1,06	0,89	1,31	1,19
Foodatlas B-40BA	1,00	1,00	1,00	1,00
Миксер планетарный Aрach APL20B	1,12	2,56	2,23	2,06
Миксер STENO P- 80L3VP	0,61	0,46	1,23	0,99
Миксер STENO PI- 40L/VE	0,30	0,94	1,58	1,23
Миксер планетарный СРМ 800-CE Hamilton Beach	2,62	4,21	1,10	1,87
Миксер планетарный ERGO (B-10)	2,65	4,72	4,99	4,48
Миксер планетарный ERGO (B-20)	1,24	2,44	1,74	1,74
MB-40	0,85	0,75	1,31	1,13
Sigma BM-10	1,14	1,92	4,34	3,34
Взбивальная машина MB-6	3,04	4,24	10,76	8,23
Взбивальная MB-35	1,17	0,84	2,55	2,02
Взбивальная машина MB-40	0,85	0,79	1,31	1,14
Взбивальная машина MB-60	0,94	0,41	0,97	0,88
Машина взбивальная BM-10	1,32	2,25	2,94	2,51
Машина PSP-800	1,70	2,02	1,91	1,88
Блендер Masar RP-100	9,58	30,75	4,02	9,14
УКМ	0,90	1,35	1,61	1,43

Результаты расчета обобщенной оценки массогабаритных и энергетических параметров рассмотренных моделей взбивального оборудования (с учетом ШХ) показали, что наилучшую оценку технического уровня имеют блендер Masar RP-100 (9,14), взбивальная машина MB-6 (8,23). Низшую оценку технического уровня (Кту) среди рассмотренных моделей имеют МТИ-100 (0,48), МВУ-100 (0,53), взбивальная машина МВУ-100 (0,53), МПВ-100 (0,75). Результаты свидетельствуют, что обобщенная оценка массогабаритных и энергетических показателей взбивального оборудования уменьшается с увеличением уровня звуковой мощности.

Графическая интерпретация обобщенных показателей качества взбивального оборудования представлены на рисунке 1 в виде профилограмм.

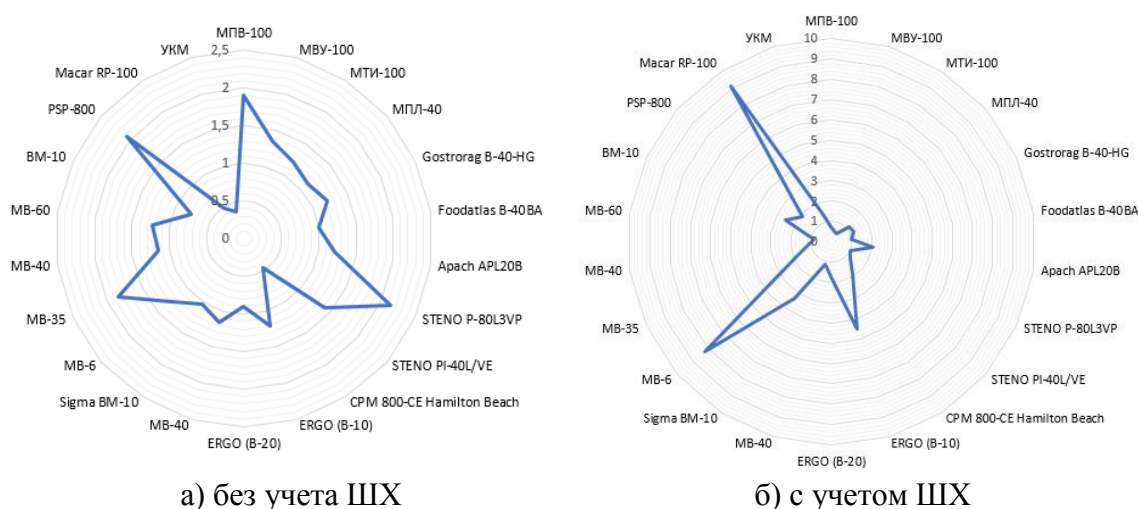


Рисунок 1. Обобщенная оценка технического уровня модели

4. Заключение

Анализ полученных данных показал, что обе методики (без учета шума и с его учетом) дают разные показатели качества, погрешность составляет от 20-200% в большую или меньшую сторону. Поэтому целесообразно рассчитывать показатели качества с учетом шумовой характеристики оборудования. С увеличением объема дежи взбивальных машин, их массы и номинальной мощности показатели качества и технологического уровня ухудшаются.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Заплетников, И. Н. Виброакустика оборудования пищевых производств: монография / И. Н. Заплетников; издание второе перераб. и доп. – Донецк: Фолиант, 2022. – 757с.
2. Топольник, В. Г. Количественная оценка качества оборудования общественного питания: монография / В. Г. Топольник. – Донецк: Кассиопея, 1998. – 196 с. – ISBN 966-7418-22-7.
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 2016г. / ред. А. Н. Остриков [тезисы докл.] – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГУИТ», 2016. – 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. – 19с.
5. Иванов, Н. И. Защита от шума и вибрации. Учебное пособие / Н. И. Иванов, А. Е. Шушарин; изд. 2-е, доп. и перераб. – Печатный цех, 2019. – 284с.
6. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник, 3-е изд. перераб. и доп. / Н. И. Иванов. – М.: Логос, 2013. – 432с.

Поступила в редколлегию 24.02.2023 г.