

УДК 631.3:331.45:681.84/.85

UDC 631.3:331.45:681.84/.85

05.00.00 Технические науки

Engineering sciences

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ АКУСТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КАБИНАХ ОПЕРАТОРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**METHODOLOGY OF ACOUSTIC SAFETY MEASURING IN OPERATORS' BOOTHS OF AGRICULTURAL MACHINES**

Гайда Анна Станиславовна
аспирантка

SPIN-код 8695-2067

Луганский государственный аграрный университет, Луганск, Украина

Hayda Anna Stanislavovna
postgraduate student

RSCI SPIN-code 8695-2067

Luhansk State Agrarian University, Luhansk, Ukraine

Рассмотрена методика акустических измерений с целью создания безопасной обстановки для работы операторов сельскохозяйственных машин – в первую очередь комбайнов и тракторов. Отмечено, что все подобного рода исследования основываются на государственных стандартах, которые направлены на повышение уровня комфортности работы операторов тракторов и комбайнов, на сохранение ими трудоспособности. Поэтому, есть необходимость основательного анализа существующей нормативной базы (применяемых стандартов) в сочетании с анализом математического обеспечения измерительных приборов (шумомеров). Кроме этого есть необходимость воссоздания жесткой последовательности действий оператора шумомера (алгоритма) с применением адаптированного к условиям эксперимента способа отображения информации. На предприятиях, в организациях и учреждениях обеспечивается контроль уровней шума на рабочих местах не реже одного раза в год. Согласно ГОСТ 12.4.095-80 определяются условия проведения измерений, положение контрольной точки в кабине, форма и характеристики протокола измерений, режимы работы двигателя и систем комбайна, величина выборки измерений (3 корректных замера), оценка допустимости измерений и их коррекция, оборудование, способ проверки результатов, временная характеристика измерений шумомера "медленно" и частотной коррекции

In this article, we have examined the methodology of acoustic measuring with the purpose to create safety conditions for the activity of agricultural machines operators, in foremost harvesters and tractors. We should underline that such studies are based on the state standards that are aimed at improving the level of comfort of the activity of the operators of tractors and harvesters and maintaining their working capacities. Therefore, there is a need for a thorough analysis of the current regulatory legislation (standards that are applied) in combination with analysis of mathematical support of measuring devices (sound level meter). Besides, there is a need for creating strict sequence of actions of the sound level meter operator (algorithm) in combination with the method of conveying information that is adapted to the experiment. At the enterprises, organizations and establishments control of the noise level at working places is checked no less than once a year. The State Standard 12.4.095-80 provides the basis for measuring, position of the control point in the booth, the frame and characteristics of measuring, mode of activity of engines and parts of harvesters, the amount of measurement samples (3 precise measurements), estimation of measurements and their correction, equipment, methods of measuring the results, temporary characteristics of measuring by the sound level meter in "slow" mode and frequency correction

Ключевые слова: ШУМ, МАШИНЫ, ОПЕРАТОР, ШУМОМЕР, СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ГОСТЫ

Keywords: NOISE, MACHINE, OPERATOR, SOUND LEVEL METER, METHODS OF MEASURING, STANDARDS

Введение. В соответствии с п. 3.3. ГОСТ 12.1.003-83 [1] на предприятиях, в организациях и учреждениях обеспечивается контроль уровней шума на рабочих местах не реже одного раза в год.

Но в межповерочный период агрегаты и механизмы контролируемой машины в результате эксплуатационной нагрузки могут терять свои заявленные характеристики. Это касается и акустических параметров.

Вопросам анализа шумовых характеристик в разрезе диагностики машин посвящено достаточно работ [2; 3; 4; 5; 6; 7]. Но сама направленность акустической диагностики имеет целью устранение неисправности машины, а не задачи охраны труда.

Кроме того, корректность измерений основывается на соответствующей профессиональной подготовке и обеспечивается, как правило, применением группы стандартов. То есть, в межповерочный период, контроль шума на рабочем месте оператора собственными силами небольших предприятий обеспечить проблематично.

Отметим, что незначительное превышение шумовых характеристик над нормативом при широкополосном шуме можно оценить только за счет инструментального контроля.

Поэтому нужно отработать определенную технологию оперативного взаимодействия производственных предприятий с учреждениями, которые занимаются вопросами охраны труда.

Эта технология должна иметь упрощенный и недорогой метод предварительной приближенной оценки шумовых характеристик рабочих мест.

Подобным вопросам посвящены промышленные разработки систем дистанционного мониторинга шума, в частности разработка (рисунок 1) группы предприятий "ОКТАВА-ЭлектронДизайн" [8].



Рисунок 1 - Система автоматизированного мониторинга шума, оборудованная шумомерами, компьютером и адаптером беспроводной телеметрии по радиоканалу

Эта система дополняется диктофоном, который синхронизируется по времени с компьютером с целью доказательного установления источника шума по аудиозаписи сигнала. Далее полученные результаты измерений собираются в передающей станции и направляются по беспроводному соединению (GPRS) на центральный компьютер с целью формирования базы данных.

Применение системы регистрации и анализа сигналов SQ-1 [9], позволяет дистанционно управлять шумомерами.

То есть за аппаратно-программными решениями имеются примеры удачного сочетания технических возможностей и задач акустического анализа.

Но сложность настройки оборудования и ценовая политика предусматривают узкий спектр пользователей, поэтому разработчики оборудования ориентируются, например, на центры гигиены и эпидемиологии.

То есть эта и подобные [10; 11] технологии не сориентированы на небольшие предприятия, которые заинтересованы в обеспечении у себя контроля уровней шума на рабочих местах в межповерочный период.

Как отмечалось выше, путем сопоставления скорректированных разниц уровней звукового давления, которые определяются с помощью шумомера и разниц уровней звукозаписывающего тракта имеется возможность первоначальной (приближенной) оценки изменений акустического поля относительно предыдущего (опорного) корректного измерения.

Особенностью является требование необходимости максимально корректного по нормативам опорного исследования шумовых характеристик на выбранном объекте.

То есть, создание упрощенной методики для оценки акустических параметров предусматривает:

- 1) точное воспроизведение требований нормативных стандартов в опорном исследовании;
- 2) однозначное определение максимально нагруженного акустического режима для конкретной машины;
- 3) сопоставление разниц скорректированных (при применении специальных плагинов) уровней звукового давления, полученных с помощью шумомера и звукозаписывающего тракта во время опорного исследования.

Поэтому, есть необходимость основательного анализа существующей нормативной базы (применяемых стандартов) в сочетании с анализом математического обеспечения измерительных приборов (шумомеров).

Кроме этого есть необходимость воссоздания жесткой последовательности действий оператора шумомера (алгоритма) с

применением адаптированного к условиям эксперимента способа отображения информации.

Для условий исследования, взаимодействие стандартов, которые применяются в Украине, представим по рисунок 2.

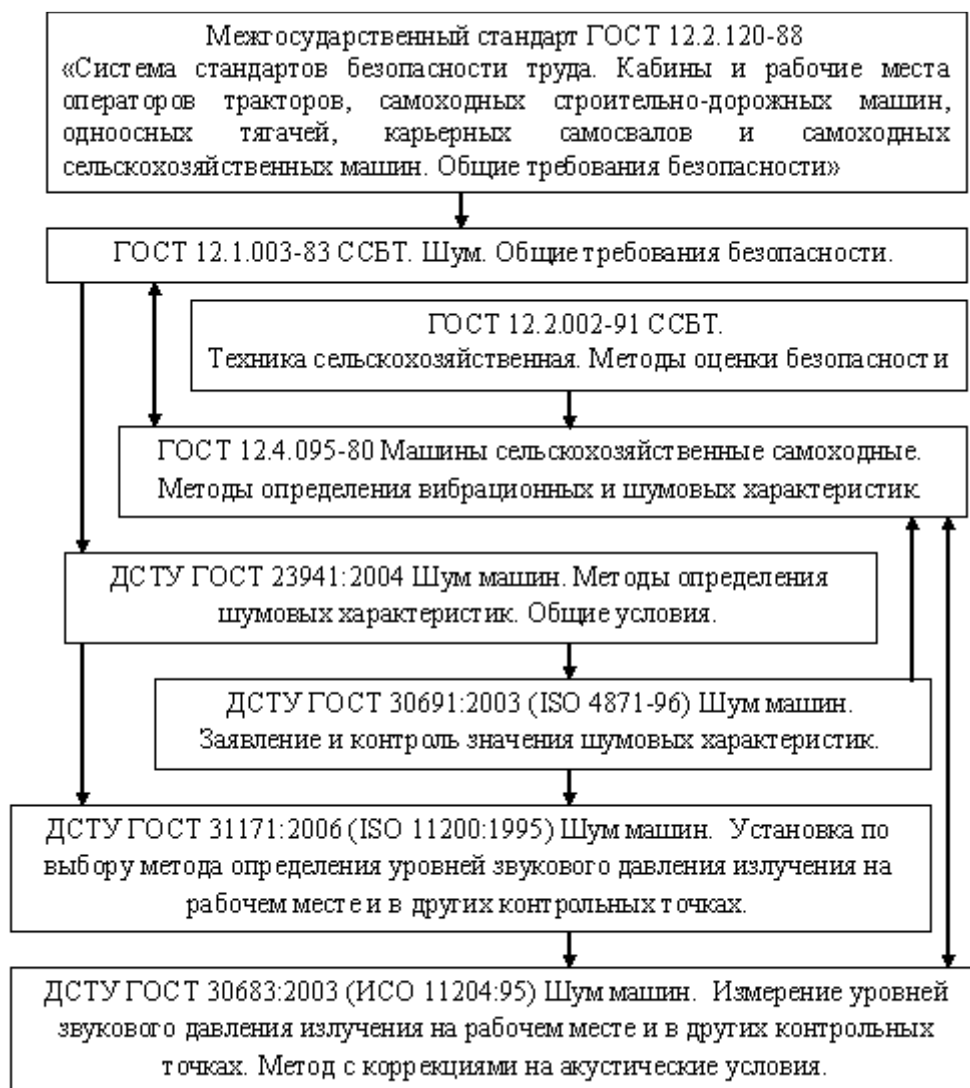


Рисунок 2 - Взаимосвязь стандартов

Как уже отмечалось, в соответствии с п. 3.3. стандарта [1] на предприятиях, в организациях и учреждениях обеспечивается контроль уровней шума на рабочих местах не реже одного раза в год. Отметим, что стандарт [1] является достаточно продуктивным, поскольку нормируя уровень звука в кабине не выше 80 дБА, стимулирует отечественного производителя к воспроизведению показателей лучших зарубежных

моделей комбайнов. Например, согласно технической спецификации финского зерноуборочного комбайна COMIA [12], модель 2011 года, измерение характеристик по стандарту ISO 6689, уровень звука в кабине составляет 78 дБА.

Учитывая вышесказанное, определим основные стандарты (рис. 3) которые определяют акустические характеристики, по которым нужно провести исследования.

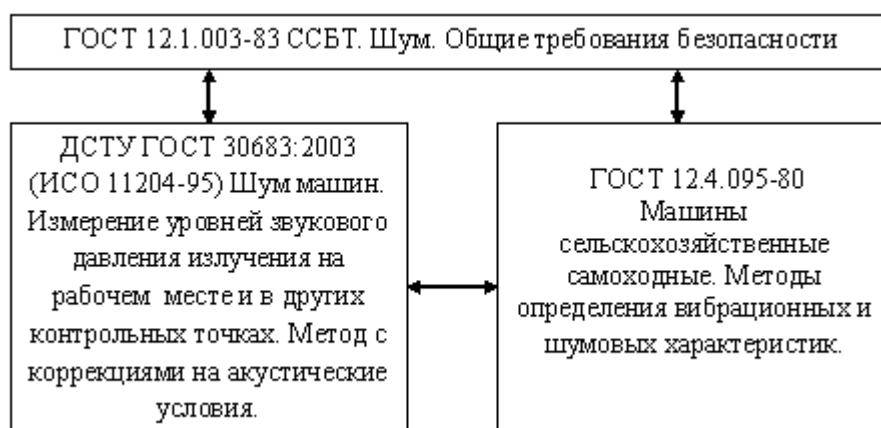


Рис. 3 Основные стандарты, которые используются для проведения исследований

Согласно рис. 3 стандарта [1] оценке подлежат уровень звука L , дБА и эквивалентный уровень звука $L_{экв}$, дБА. Превышение уровней требует мер по снижению уровня шума, а по п. 3.2 - обозначение знаками безопасности. Согласно п.16 таблицы, которая приведена в п. 2.3 этого же стандарта определены допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах с коррекцией по частотной характеристике А.

Для рабочих мест водителей самоходных сельскохозяйственных машин (к которым относятся зерноуборочные комбайны) установлены следующие верхние пределы (таблицы 1).

Эти нормы построены на принципе предельных для физиологии человека энергетических спектров, а соответственно - предельно допустимых уровней звукового давления в октавных полосах частот.

Таблица 1 - Акустические параметры, которые подлежат контролю в кабине комбайна

Уровни звукового давления, дБ у октавных полосах с среднегеометрическими частотами в Гц									Уровни звука и эквивалентны уровни звука, дБА
31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

То есть, измерения по октавным полосам подлежат уровни звукового давления (1):

$$L = 20 \cdot \lg \frac{P_x}{P_0}, \tag{1}$$

где L - уровень звукового давления в децибелах (дБ);

P_x - измеряемая звуковое давление, Па;

P_0 - самая низкая граница звукового давления (порог слышимости для звукового сигнала 1000 Гц) = $20 \cdot 10^{-6}$ Па

Построение схемы шумомера Октава 110А [13] позволяет провести расчет по аналогичной формуле

$$L_p = 10 \cdot \lg(p/p_0)^2 = 20 \cdot \lg(|p|/p_0), \tag{2}$$

где p - звуковое давление,

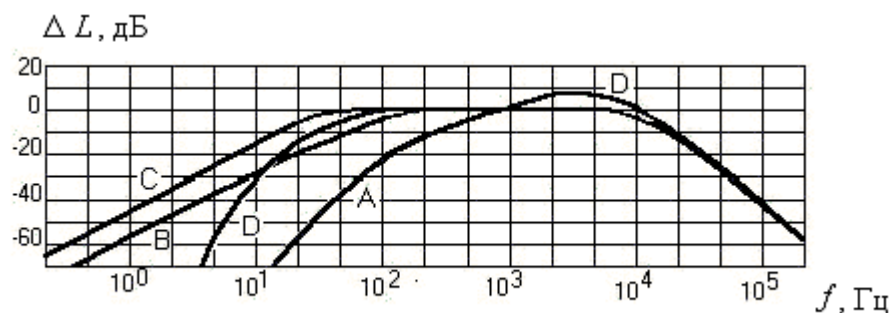
$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па - опорный уровень.

Измерение относительной величины L на базе очерченного в математическом аппарате значения $p = f(x, y, z, t)$ связано с тем, что устройство уха человека ориентировано на логарифмическую шкалу восприятия широкого динамического диапазона звуков окружающей среды.

Поэтому нормированию подлежит не абсолютное значение p , а его отражение для логарифмической шкалы относительно начального опорного значения p_0 . Поскольку p , p_0 , lg однозначно объединяются формулой (2), целесообразно нормировать параметр L , с помощью которого имеется возможность отметить положение точки измерения в динамическом диапазоне слуха человека.

При наличии значения p (звуковое давление в соответствующей координате акустического поля в определенное время), полученного в результате математических расчетов, всегда можно вычислить L (уровень звукового давления относительно порогового значения в 20 мкПа. То есть построение изоповерхностей звукового давления с помощью, например, программы Comsol Multiphysics предоставляет возможность вычисления уровня звука L в выбранной точке акустического пространства кабины.

Также отметим, что согласно физиологическим исследованиям слухового аппарата человека чувствительность слуха к громкости звукового сигнала ухудшается с понижением частоты (рисунок 4).



А - характеристика, которая в низком и среднем динамическом диапазоне приближается к частотной характеристике к чувствительности человеческого уха, В, С, D - характеристики, используемые при измерении громких звуков.

Рисунок 4 - Стандартные частотные характеристики

В шумомере Октава 110А, как наиболее распространенные для практического использования применяются характеристики А и С.

Поскольку речь идет о безопасности жизнедеятельности, нужно приблизить результаты объективных измерений уровней звукового давления по формулам (1) и (2) путем введения поправок на физиологию слуха.

То есть уровни звука в октавных полосах программно корректируются шумомером по формуле (3)

$$L_{pAi} = L_{pi} + DL_{Ai}, \quad (3)$$

где L_{pi} - уровень давления в октавной полосе по формуле (2.2),

DL_{Ai} - коррекция (поправка на громкость) по характеристике А (табл. 2).

Поправки DL_{Ai} стандартизированы в международном масштабе.

Отметим, что формула (3) аналогична формуле (2) приложения 2 стандарта [14].

Таблица 2 - Сравнение частотной поправки на громкость DL_{Ai} программного обеспечения шумомера Октава 110А и значений K_{Ai} из табл. 2.1 приложения 2 ГОСТ 12.4.095-80

Частота, Гц	Коррекция K_{Ai} , дБ	Коррекция DL_A , дБ
31.5	- 39.5	-39.4
63	- 26.2	-26.2
125	- 16.1	-16.1
250	- 8.6	-8.6
500	- 3.2	-3.2
1000	0	0.0
2000	1.2	+1.2
4000	1	+1.0
8000	-1.1	-1.1

По таблице 2 отметим, что для частоты 31.5 Гц имеется расхождение поправки для измерения шумомером и расчета по стандарту на 0, 1 дБА.

Но поскольку поправки DL_A для измерения шумомером уровня звука дБА полностью совпадают с действующим в Украине стандартом [15], на

который ссылается ГОСТ 12.4.095-80 измерения с помощью шумомера Октава 110А верны.

Измерения уровней звукового давления в октавных полосах проводят без применения поправок, то есть на характеристике "ЛИН", а полученные данные могут быть использованы для построения спектра акустического сигнала.

Следующая характеристика, нормируется стандартом [1] - эквивалентный уровень звука Лекв, дБА.

По определению стандарта [16] эквивалентный уровень звукового давления излучения - это усредненный по времени уровень звукового давления излучения, равный уровню звукового давления излучения постоянного шума, который имеет такое же среднее значение квадрата звукового давления, что и данный непостоянный шум за тот же период времени усреднения.

То есть эквивалентный уровень звукового давления излучения является энергетическим эквивалентом, что показывает, каким должен быть постоянный уровень звукового давления излучения, чтобы переносить такое же количество энергии, как и измеряемый неравномерный шум.

Согласно [13] формула реализации (4) измерения эквивалентного уровня звука с частотной коррекцией $A L_{AeqT}(t_2)$ следующая:

$$L_{AeqT}(t_2) = 10 \lg \left\{ \left[\int_{t_1}^{t_2} (1/T) p_A^2(t) dt \right] / p_0^2 \right\}, \quad (4)$$

где $p_A(t)$ - переменное значение звукового давления с частотной коррекцией A ,

$T = t_1 - t_2$, время интегрирования (измерения),

$p_0 = 20$ мкПа - опорный уровень.

Согласно ГОСТ 12.4.095-80 определяются условия проведения измерений, положение контрольной точки в кабине, форма и характеристики протокола измерений, режимы работы двигателя и систем комбайна, величина выборки измерений (3 корректные замеры), оценка допустимости измерений и их коррекция, оборудование, способ проверки результатов, временная характеристика измерений шумомера "медленно", частотная коррекция (А).

Отметим, что временная характеристика "медленно" (S, Slow) реализуется с помощью формулы экспоненциального усреднения (5):

$$L_{A\tau}(t_2) = 10 \lg \left\{ \left[(1/\tau) \int_{-\infty}^{t_2} p_A^2(\xi) e^{-(t-\xi)/\tau} d\xi \right] / p_0^2 \right\}, \quad (5)$$

где τ – часовая константа, для характеристики Slow = 1 с;

p_A – звуковое давление с частотной коррекцией А, p_0 – опорный уровень (20 мкПа).

Согласно с рисунка 5 по стандарту [15] усреднение есть звеном цепочки измерительного тракта.

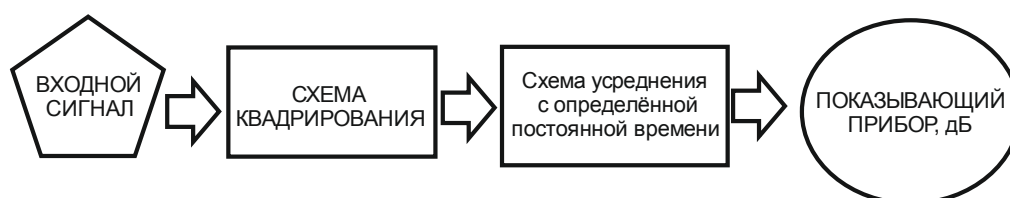


Рисунок 5 - Схема формирования часовой характеристики Slow

С целью перепроверки измеренных результатов в приложении 2 к ГОСТ 12.4.095-80 использован следующий алгоритм:

1. Полученные в ходе измерений в 9 октавных полосах экспоненциально усредненные по временной характеристикой "медленно" и еще раз усредненные по 3 замерам в одной октавной полосе, уровни звукового давления по очереди корректируются на поправку за частотной характеристикой А согласно формуле (3)

2. Полученные 9 результатов L_{pAi} (и от 1 до 9) используются для вычисления уровня звука или по схеме парного добавления или по формуле (6):

$$L_{\text{сумм.}} = 10Lg\left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1Li}\right), \quad (6)$$

где $Li = L_{pAi}$ является уровнем звука с частотной коррекцией А в соответствующей частотной полосе.

Как отмечается в [17; 18] логарифмическое добавление уровней звука различных участков спектра основывается на общем для анализа акустического поля предположении о суперпозиции звуковых колебаний.

3. Значение $L_{\text{сумм}}$ сравнивается с измеренным значением $L_{\text{Ат}}(t)$ и, если есть совпадение, то все полученные измерения заносятся в табл.1. Если совпадение отсутствует, расчеты или весь эксперимент повторяется.

Наличие различия в частотных поправках для измерения шумомером и расчета по стандарту на 0, 1 дБА для частоты 31.5 Гц (таблицы 2) также требует применения пунктов 2 и 3 вышеуказанного алгоритма.

Литература

1. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – [Электронный ресурс]. – PDF. – 21 с. – Сайт: Standartgost.ru – Открытая база ГОСТов. – Режим доступа: http://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_12.1.003-83.
2. Павлов, Б.В. Акустическая диагностика механизмов [Текст] / Б.В. Павлов. – М.: Машиностроение, 1971. – 224 с.
3. Генкин, М.Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов [Текст] / М.Д. Генкин. – М: Машиностроение, 1987. – 256 с.
4. Техническая акустика транспортных машин. Справочник [Текст]/ Ред. Н.И. Иванов. – СПб.: Политехника, 1992. – 365 с.
5. Дрейзин, В.Э. Акустическая диагностика автомобильных двигателей. Анализ возможностей и теоретические и практические предпосылки [Текст] / В.Э. Дрейзин, М.М. Касем, Д.С. Сабельников // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2009. – № 4. – С.48-56.
6. Касем, М.М. Программа для предварительной обработки записей шумов автомобильных двигателей с целью построения сигналы диагностики их состояний [Текст] / М. М. Касем, В.Э. Дрейзин // Свидетельство об официальной программе для ЭВМ № 2009612173.

7. Дрейзин, В.Э. Возможности диагностики автомобильных двигателей путём анализа шума работающего двигателя [Текст] / В.Э. Дрейзин, М.М. Касем // Известия Курского государственного технического университета. – 2009. – №2(27). – С. 32-35.

8. Автоматизированный мониторинг шума и вибрации. – [Электронный ресурс]. – Сайт Октава-ЭлектронДизайн. Приборостроительное объединение. – Режим доступа: <http://www.octava.info/node/125>.

9. Джонсон, Д. Справочник по активным фильтрам [Текст] / Д. Джонсон . – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 134 с.

10. TOTAL APM. – [Электронный ресурс]. – APM (автоматизированное рабочее место) для измерения шума и вибрации. – Сайт ТЕХОБОРУДОВАНИЕ. Лабораторное оборудование. – [Режим доступа]: <http://techob.ru/catalog/catalog-priborov/11.2.-attestacziya-rabochix-mest/izmeriteli-parametrov-shuma-i-vibraczii/assistent/total-arm.html>

11. SINUS Messtechnik GmbH. – [Электронный ресурс]. – Сайт: SINUS Messtechnik GmbH. – Режим доступа: <http://www.sinusmess.de/>.

11. Хелд, Г. Технологии передачи данных [Текст] / Г. Хелд. – 7-е издание. – СПб.: Питер, 2003. – 720 с.

12. Comia Sampo Rosenlew: C-4, C-6, C-8. – [Электронный ресурс]. – Combine Harvester Instructijn Book. Sampo Rosenlew Ltd/ - P.O. Box 50. – Fin 28101 PORI Finland 0814374. – 03/2012. – Enlanti. – 140 s. – Режим доступа: http://www.sampo-rosenlew.fi/upload/kirjat/Puimuri/COMIA/Manuaali/Comia%20manual_en_2012.pdf

13. Прецизионный шумомер Октава 110А. – [Электронный ресурс]. – Руководство по эксплуатации, РЭ 4381-003-76596538-06, Москва, 2006 г. – Режим доступа: <http://ru.convdocs.org/docs/index-171788.html>.

14. ГОСТ 12.4.095-80 Машины сельскохозяйственные самоходные. Методы определения вибрационных и шумовых характеристик [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 15 с.

15. ГОСТ 17187-81 (СТ СЭВ 1351-78) Шумомеры [Текст]. Общие технические требования и методы испытаний. – М: Государственный комитет СССР по стандартам, 1982. – 28 с.

16. ГОСТ 30683:2003 (ИСО 11204-95) Шум машин. – [Электронный ресурс]. – Измерение уровней звукового давления излучения на рабочем месте и других контрольных точках. Метод с корреляциями на акустические условия. – Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск. – РАЗРАБОТАН Техническим комитетом по стандартизации ТК 358 «Шум машин». ВНЕСЕН Госстандартом России. - 2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 17 от 22 июня 2000 г.). – Режим доступа: <http://www.docload.ru/Basesdoc/40/40915/index.htm>.

17. Борьба с шумом на производстве: Справочник [Текст] / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов, И.В. Горенштейн и др. / Под ред. Е.Я. Юдина. - М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.

18. Разумовский, М.А. Борьба с шумом на тракторах [Текст] / М.А. Разумовский. – Минск: Наука и техника, 1973. – 206 с.

References

1. GOST 12.1.003-83 SSBT. Shum. Obshhie trebovaniya bezopasnosti. – [Jelektronnyj resurs]. – PDF. – 21 s. – Sajt: Standartgost.ru – Otkrytaja baza GOSTov. – Rezhim dostupa: http://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_12.1.003-83.

2. Pavlov, B.V. Akusticheskaja diagnostika mehanizmov [Tekst] / B.V. Pavlov. – M.: Mashinostroenie, 1971. – 224 s.
3. Genkin, M.D. Vibroakusticheskaja diagnostika mashin i mehanizmov [Tekst] / M.D. Genkin. – M: Mashinostroenie, 1987. – 256 s.
4. Tehnicheskaja akustika transportnyh mashin. Spravochnik [Tekst]/ Red. N.I. Ivanov. – SPb.: Politehnika, 1992. – 365 s.
5. Drejzin, V.Je. Akusticheskaja diagnostika avtomobil'nyh dvigatelej. Analiz vozmozhnostej i teoreticheskie i prakticheskie predposylki [Tekst] / V.Je. Drejzin, M.M. Kasem, D.S. Sabel'nikov // Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika. – 2009. – № 4. – S.48-56.
6. Kasem, M.M. Programma dlja predvaritel'noj obrabotki zapisej shumov avtomobil'nyh dvigatelej s cel'ju postroenija signaly diagnostiki ih sostojanij [Tekst] / M. M. Kasem, V.Je. Drejzin // Svidetel'stvo ob oficial'noj programme dlja JeVM № 2009612173.
7. Drejzin, V.Je. Vozmozhnosti diagnostiki avtomobil'nyh dvigatelej putjom analiza shuma rabotajushhego dvigatelja [Tekst] / V.Je. Drejzin, M.M. Kasem // Izvestija Kurskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. – 2009. – №2(27). – S. 32-35.
8. Avtomatizirovannyj monitoring shuma i vibracii. – [Jelektronnyj resurs]. – Sajt Oktava-JelektronDizajn. Priborostroitel'noe ob#edinenie. – Rezhim dostupa: <http://www.octava.info/node/125>.
9. Dzhonson, D. Spravochnik po aktivnym fil'tram [Tekst] / D. Dzhonson . – M.: Jenergoatomizdat, 1983. – 134 s.
10. TOTAL ARM. – [Jelektronnyj resurs]. – ARM (avtomatizirovannoe rabochee mesto) dlja izmerenija shuma i vibracii. – Sajt TEHOBORUDOVANIE. Laboratornoe oborudovanie. – [Rezhim dostupa]: <http://techob.ru/katalog/katalog-priborov/11.2.-attestacziya-rabochix-mest/izmeriteli-parametrov-shuma-i-vibraczii/assistent/total-arm.html>
11. SINUS Messtechnik GmbH. – [Jelektronnyj resurs]. – Sajt: SINUS Messtechnik GmbH. – Rezhim dostupa: <http://www.sinusmess.de/>.
11. Held, G. Tehnologii peredachi dannyh [Tekst] / G. Held. – 7-e izdanie. – SPb.: Piter, 2003. – 720 s.
12. Comia Sampo Rosenlew: C-4, C-6, C-8. – [Jelektronnyj resurs]. – Combine Harvester Instructijn Book. Sampo Rosenlew Ltd/ - P.O. Box 50. – Fin 28101 PORI Finland 0814374. – 03/2012. – Enlanti. – 140 s. – Rezhim dostupa: http://www.sampo-rosenlew.fi/upload/kirjat/Puimuri/COMIA/Manuaali/Comia%20manual_en_2012.pdf
13. Precizionnyj shumomer Oktava 110A. – [Jelektronnyj resurs]. – Rukovodstvo po jekspluatacii, RJe 4381-003-76596538-06, Moskva, 2006 g. – Rezhim dostupa: <http://ru.convdocs.org/docs/index-171788.html>.
14. GOST 12.4.095-80 Mashiny sel'skohozjajstvennye samohodnye. Metody opredelenija vibracionnyh i shumovyh harakteristik [Tekst]. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1988. – 15 s.
15. GOST 17187-81 (ST SJeV 1351-78) Shumomery [Tekst]. Obshhie tehničeskije trebovanija i metody ispytanij. – M: Gosudarstvennyj komitet SSSR po standartam, 1982. – 28 s.
16. GOST 30683:2003 (ISO 11204-95) Shum mashin. – [Jelektronnyj resurs]. – Izmerenie urovnej zvukovogo davlenija izluchenija na rabochem meste i drugih kontrol'nyh tochkah. Metod s korreljacijami na akusticheskie uslovija. – Mezhgosudarstvennyj sovent po standartizacii, metrologii i sertifikacii. – Minsk. – RAZRABOTAN Tehničeskim komitetom po standartizacii TK 358 «Shum mashin». VNESEN Gosstandartom Rossii. - 2 PRINJaT Mezhgosudarstvennym Sovetom po standartizacii, metrologii i sertifikacii (protokol № 17 ot 22 ijunja 2000 g.). – Rezhim dostupa: <http://www.docload.ru/Basesdoc/40/40915/index.htm>.

17. Bor'ba s shumom na proizvodstve: Spravochnik [Tekst] / E.Ja. Judin, L.A. Borisov, I.V. Gorenshtejn i dr. / Pod red. E.Ja. Judina. - M.: Mashinostroenie, 1985. – 400 s.
18. Razumovskij, M.A. Bor'ba s shumom na traktorah [Tekst] / M.A. Razumovskij. – Minsk: Nauka i tehnika, 1973. – 206 s.