

**ВЫБОР МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ ШУМОВЫХ КАРТ  
С УЧЕТОМ УДАЛЕННОСТИ ОТ ИСТОЧНИКА**

**CHOICE OF METHOD FOR NOISE MAPS CONSTRUCTING  
TAKING INTO ACCOUNT THE DISTANCE FROM THE SOURCE**

*О.Н. ШАБАРОВА, С.В. БОЙКО, Т.Ю. ЛУСТГАРТЕН*  
*O.N. SHABAROVA, S.V. BOIKO, T.YU. LUSTGARTEN*

**(Костромской государственный университет)**  
**(Kostroma State University)**

E-mail: o.shabarova@mail.ru; tlustgarten@yandex.ru

*В статье проведен анализ методов определения шумовых характеристик текстильного оборудования. Выбран метод построения, и построена шумовая карта для реальной акустической ситуации в цехе.*

*The article describes and analyzes the methods for determining noise characteristics of textile machinery. The method for constructing has been selected and the noise map for the real situation in the workshop has been constructed.*

**Ключевые слова:** текстильное оборудование, шум, уровень звука, шумовая карта.

**Keywords:** textile machinery, noise, sound level, noisemap.

В настоящее время наиболее распространенным профессиональным заболеванием работников текстильной отрасли является нейросенсорная тугоухость, вызываемая неблагоприятным воздействием производственного шума. Нейросенсорная тугоухость занимает 40% в общей структуре профессиональной заболеваемости среди работников Костромской области различ-

ных отраслей промышленности (в том числе и текстильной) [1]. С целью минимизации уровня соответствующего профессионального риска предприятия оказываются перед необходимостью проведения комплекса мероприятий по снижению шума в производственных помещениях. Эффективность таких мероприятий определяется величиной затрат, необходимых для дос-

тижения соответствия фактических уровней шума на рабочих местах санитарно-гигиеническим нормам, которые устанавливаются в зависимости от характера выполняемой работы и не принимают во внимание вид источника шума, его назначение, количество, условия установки. Технические нормы шума, наоборот, учитывают конкретные параметры той или иной машины, определяют возможность реализации дополнительной акустической защиты обслуживающего персонала. Расходы предприятий на выбор метода снижения шума можно сократить, если при организации производственного процесса изначально учитывать шумовые характеристики оборудования и в соответствии с ними оптимизировать размещение машин и агрегатов в производственном помещении [2].

Как известно, универсальной шумовой характеристикой является звуковая мощность машины (станка, агрегата, установки) [3]. Допускается принимать в качестве таких характеристик октавные уровни звукового давления и эквивалентные уровни звука, измеренные в контрольных точках. В полном объеме шумовые характеристики оборудования определяются на стадии проектирования при испытаниях типовых опытных образцов и указываются в прилагаемой к оборудованию технической документации. Проведем анализ методов, с помощью которых можно определить шумовые характеристики оборудования в различных условиях (табл.1 – методы определения шумовых характеристик).

Т а б л и ц а 1

№ и название метода	Измеряемые параметры	Условия проведения измерений	Область применения
Метод 1 Свободного звукового поля	Октавные уровни звуковой мощности; октавные уровни звукового давления; уровень звука; показатель направленности	На открытом пространстве, в заглушенных камерах (или в помещениях с большим звукопоглощением), в больших помещениях (цехах), на испытательных станциях	Постоянные или импульсные шумы небольших машин и отдельных узлов с направленным и ненаправленным излучением
Метод 2 Отраженного звукового поля	Октавные уровни звуковой мощности; октавные уровни звукового давления; уровень звука	В производственных условиях с объемом помещения не более 2000 м <sup>3</sup> на акустически развязанном или виброизолированном от установочного перекрытия фундаменте, в реверберационных камерах объемом от 100 до 1000 м <sup>3</sup> при отношении max размера к min не более 4:1 и не менее 1,5:1, в гулких помещениях	Постоянные шумы и октавы выше 125 Гц машин с небольшим (менее 10 дБ) показателем направленности
Метод 3 Образцового источника	Октавные уровни звуковой мощности; октавные уровни звукового давления; уровень звука (с меньшей точностью, чем по методу 2)	В обычных помещениях и цехах с объемом более 60 м <sup>3</sup> , в реверберационных камерах	Наличие образцового источника шума для измерения постоянных шумов плотно установленных машин (прядаильные, ткацкие) с показателем направленности менее 10 дБ
Метод 4 На расстоянии 1 м от наружного контура машины	Октавные уровни звуковой мощности; октавные уровни звукового давления; уровень звука	В производственных условиях, в заглушенных камерах, в помещениях с большим звукопоглощением или на открытом пространстве	Постоянные и непостоянные шумы действующих производственных машин с максимальным размером более 0,5 м

Очевидно, что для определения шумовых характеристик машин в реальных условиях предпочтительны методы 3 и 4, так как акустическое поле, формирующееся в

производственном помещении, является диффузным, в котором устойчивых явлений интерференции не наблюдается, а дифракционные процессы обеспечивают его

изотропность и однородность [4]. Оба метода позволяют определять все шумовые характеристики машин, за исключением показателя направленности. Однако метод 3 не рекомендуется использовать в помещениях объемом менее 60 м<sup>3</sup>, кроме того, требуется наличие образцового источника шума. Метод 4 применяется для исследования шумов, создаваемых станками и машинами, с размерами более 0,5 м. Практически все оборудование текстильной отрасли

имеет габаритные размеры, превышающие указанное значение. По временным характеристикам шум текстильных машин в большинстве случаев является постоянным [3]. Характеристики шумов некоторого текстильного оборудования получены методом 4 на расстоянии 1 м от наружного контура машины [5] (табл. 2 – уровни звукового давления в производственных помещениях).

Таблица 2

Наименование оборудования	Уровни звукового давления, дБ, при среднегеометрической частоте октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Прядильная машина ПС-100-ЛО	101	99	98	97	98	100	105	103
Микрошелочный станок СТБ-2-250	97	97	98	97	96	94	92	91
Пневморепирный станок АТПР-120-1	94	97	98	99	97	96	95	94

Для априорной оценки профессиональных рисков от акустического фактора большой интерес представляет установление взаимосвязи между техническим и санитарно-гигиеническим нормированием шума. С этой целью на основе метода 4 разработан метод построения шумовых карт оборудования с учетом удаленности расчетной точки от источника. Данный метод заключается в рассмотрении единицы оборудования как источника шума и построении ее шумовой карты, а затем конструировании шумового поля, создаваемого несколькими единицами оборудования, находящимися в одном помещении [6]. Метод основан на измерениях акустических параметров с помощью шумомеров, то есть учитывает реальную акустическую ситуацию, складывающуюся на производстве, в конкретном помещении. Данный способ построения шумовых карт доступен в исполнении и соответствует стандартным методикам проведения акустических измерений. Пример шумового поля, создаваемого одним станком СТБ 2-220, которыми оснащен ткацкий цех ООО "БКЛМ-Актив" (г. Кострома), представлен на рис. 1, где показано шумовое поле, формирующееся в ткацком цехе от единицы оборудования.

С учетом тяжести и напряженности выполняемой работы для ткача установлен допустимый эквивалентный уровень звука, равный 75 дБА [7]. Подробно условия труда ткача исследованы в работе [8]. В соответствии с Гигиеническим руководством Р 2.2. 2006–05 [9] в каждой зоне выявлен класс условий труда по акустическому фактору и определен класс профессионального риска по методике Р 2.2.1766–03 [10] (табл. 3 – результаты оценки профессионального риска ткача при воздействии акустического фактора).

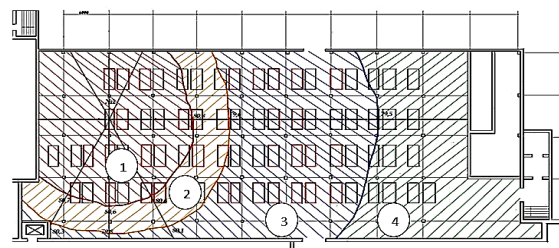


Рис. 1

Следует учесть, что данный риск был определен при работе одной единицы производственного оборудования. В помещениях за счет отражения от внутренних поверхностей ограждающих конструкций наблюдается некоторое усиление уровня звукового давления вблизи этих внутренних поверхностей.

№ зоны (рис. 1)	Эквивалентный уровень звука, дБА	Превышение ПДУ	Класс условий труда	Категория профессионального риска	Срочность мероприятий по снижению риска
1	81,8...80,5	5,5...6,8 дБА	3.2 Вредные, степени 2	Средний (существенный) риск	Требуются меры по снижению риска в установленные сроки
2	80,4...80	5...5,5 дБА	3.1–3.2 Вредные, степени 1 и 2	Малый (умеренный) риск Средний (существенный) риск	Требуются меры по снижению риска в установленные сроки
3	79,9...75	до 5 дБА	3.1 Вредные, степени 1	Малый (умеренный) риск	Требуются меры по снижению риска
4	75 и ниже	≤ ПДУ	2 Допустимые	Пренебрежимо малый (переносимый) риск	Меры не требуются, но уязвимые лица нуждаются в дополнительной защите

В данном случае акустическое поле, формирующееся в помещении, является диффузным, изотропным и однородным, и усиление уровня звукового давления у внутренних поверхностей помещения весьма незначительно. Этот факт был проверен эмпирическим путем в результате большого количества измерений в различных точках производственного помещения. В том случае, если построить не 4 зоны риска (как представлено на рис. 1), а больше, наблюдаются изменения характера кривизны изолиний.

Таким образом, при работе всего лишь одного станка СТБ 2-220 пренебрежимо малый профессиональный риск, соответствующий классу условий труда 2, с эквивалентным уровнем звука не выше 75 дБА, наблюдается в зоне 4, в пределах 40 м от источника. Шум, образуемый этим станком, охватывает рабочие места 60 других станков СТБ (то есть 81% оборудования цеха). Изменение размеров зон профессионального риска при одновременной работе всех станков ткацкого цеха можно определить, сконструировав шумовую карту данного помещения методом наложения акустических полей друг на друга. С этой целью была разработана система автоматизированного расчета, которая позволяет исследовать особенности распространения и выявить участки наибольшей концентрации

шума в производственном помещении; оценить вероятность попадания рабочих мест в зоны наиболее высокого уровня шума; сделать вывод о рациональности размещения оборудования и рабочих мест в производственном помещении; предложить наиболее рациональные варианты размещения производственного оборудования [11].

## В Ы В О Д Ы

1. Анализ методов определения шумовых характеристик машин показал, что для текстильного оборудования наиболее приемлемым является метод "на расстоянии 1 м от наружного контура машины".

2. Построение шумовой карты единицы оборудования с учетом удаленности расчетной точки от источника шума позволит строить поля формирования шума в любой точке производственного помещения, а также позволит определить "шумовую нагрузку" и профессиональный риск от акустического фактора для работающего с учетом характера выполняемых работ.

3. На основе моделирования процессов формирования шумовых полей могут быть выбраны наиболее целесообразные технические и организационные решения по снижению шума в производственных помещениях.

1. Шабарова О.Н., Бойко С.В., Казанаклий М.А. Проблемы выявления и учета профессиональных заболеваний // Сб. Всерос. науч.-практ. конф.: Производственная инфраструктура: экономические, технико-технологические, организационно-управленческие и информационные аспекты: – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2011. С. 41...49.
2. Шабарова О.Н., Бойко С.В. Комплексный подход к снижению профессионального риска, вызванного воздействием на работников производственного шума // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома: КГТУ, 2012, №1. С. 70...73.
3. Коритыцкий Я.И. и др. Вибрация и шум в текстильной и легкой промышленности (измерения, характеристики и методы борьбы). – М.: Легкая индустрия, 1974.
4. Борьба с шумом на производстве. Справочник / Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985.
5. Кельберт Д.Л. Охрана труда в текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1977.
6. Бойко С.В., Шабарова О.Н. Оценка риска профессиональных заболеваний от акустического фактора на основе построения полей распространения производственного шума // Сб. Всерос. науч.-практ. конф.: Модернизация отраслевой производственной инфраструктуры. – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2012. С. 14...20.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М., 1996.
8. Лустгартен Т.Ю. Исследование условий труда ткача // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 5. С. 194...197
9. Р 2.2.2006–05 Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда, утв. Главным государственным санитарным врачом России 29.07.2005г. [Электронный ресурс] // СПС "Консультант Плюс". – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
10. Руководство 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. 24.06.2003 [Электронный ресурс] // СПС "Консультант Плюс". – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
11. Шабарова О.Н., Бойко С.В., Коваленко Н.И. Система автоматизированного проектирования, реализующая модель построения шумового поля // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома: КГТУ, 2015, №2. С. 65...68.
12. Guide 2.2.1766-03 guidelines for the assessment of professional risk for health of RA-Botnikov. Organizational and methodological basis, principles and criteria of evaluation. 24.06.2003 [Electronic resource] // ATP "Consultant Plus". - Access mode: <http://www.oh?consultant.ru>
1. Shabarova O.N., Bojko S.V., Kazanakiy M.A. Problemy vyavleniya i ucheta professionalnyh zabolevaniy // Sb. Vseros. nauch.-prakt. konf.: Proizvodstvennaya infrastruktura: ekonomicheskie, tehniko-tehnologicheskie, organizacionno-upravlencheskie i informacionnye aspekty: – Kostroma: KGU im. N.A. Nekrasova, 2011. S. 41...49.
2. Shabarova O.N., Bojko S.V. Kompleksnyj podhod k snizheniyu professionalnogo riska, vyzvannogo vozdejstviem na rabotnikov proizvodstvennogo shuma // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – Kostroma: KGTU, 2012, №1. S. 70...73.
3. Koritysskiy Ya.I. i dr. Vibraciya i shum v tekstilnoj i legkoj promyshlennosti (izmereniya, harakteristiki i metody borby). – M.: Legkaya industriya, 1974.
4. Borba s shumom na proizvodstve. Spravochnik / Pod obsh. red. E.Ya. Yudina – M.: Mashinostroenie, 1985.
5. Kelbert D.L. Ohrana truda v tekstilnoj promyshlennosti. – M.: Legkaya industriya, 1977.
6. Bojko S.V., Shabarova O.N. Ocenka riska professionalnyh zabolevanij ot akusticheskogo faktora na osnovе postroeniya polej rasprostraneniya proizvodstvennogo shuma // Sb. Vseros. nauch.-prakt. konf.: Modernizaciya otraslevoj proizvodstvennoj infrastruktury. – Kostroma: KGU im. N.A. Nekrasova, 2012. S. 14...20.
7. SN 2.2.4/2.1.8.562-96. Shum na rabochih mestah, v pomesheniyah zhilyh, obshestvennyh zdaniy i na territorii zhiloy zastroyki. – M., 1996.
8. Lustgarten T.Yu. Issledovanie uslovij truda tkacha // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2017, № 5. S. 194...197
9. R 2.2.2006–05 Rukovodstvo, po gigenicheskoj ocenke, faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikaciya uslovij truda, utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossii 29.07.2005g. [Elektronnyj resurs] // SPS "Konsultant Plyus". – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>
10. Rukovodstvo 2.2.1766-03. Rukovodstvo po ocenke professionalnogo riska dlya zdorovya rabotnikov. Organizacionno-metodicheskie osnovy, principy i kriterii ocenki. 24.06.2003 [Elektronnyj resurs] // SPS "Konsultant Plyus". – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>
11. Shabarova O.N., Bojko S.V., Kovalenko N.I. Sistema avtomatizirovannogo proektirovaniya, realizuyushaya model postroeniya shumovogo polya // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – Kostroma: KGTU, 2015, №2. S. 65...68.
12. Guide 2.2.1766-03 guidelines for the assessment of professional risk for health of RA-Botnikov. Organizational and methodological basis, principles and criteria of evaluation. 24.06.2003 [Electronic re-source] // ATP "Consultant Plus". - Access mode: <http://www.oh?consultant.ru>

Рекомендована кафедрой техносферной безопасности. Поступила 21.02.18.