

УДК 534.23

OECD 01.03.AA

Анализ методов определения и нормирования шумовых характеристик компрессорного оборудования

Дроздова Л.Ф.^{1*}, Кудаев А.В.², Куклин Д.А.³, Чеботарева Е.Ю.⁴
^{1,3} Профессор кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности»
² Доцент кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности»
⁴ Магистрант кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности»
^{1,2,3,4} БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
 г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1

Аннотация

В статье приведена классификация компрессорного оборудования. Авторами рассмотрены шумовые характеристики компрессорного оборудования и характеристики шума на рабочих местах обслуживающего персонала. Проведен анализ методов определения шума компрессорного оборудования (стационарного и передвижного). Произведена оценка системы нормирования шума в зависимости от условий и места эксплуатации компрессорного оборудования. Рассмотрена возможность достижения нормируемых параметров и предельно-допустимых уровней шума на рабочих местах компрессорного оборудования.

Ключевые слова: компрессорное оборудование, шум, нормирование, шумовая характеристика, методы.

Analysis methods for the identification and regulation of compressor equipment noise characteristics

Drozдова L.F.^{1*}, Kudaev A.V.², Kuklin D.A.³, Chebotareva E.Y.⁴
^{1,3} Professor of the Department 'Ecology and life safety'
² Associate Professor of the Department 'Ecology and life safety'
⁴ Undergraduate student of the Department 'Ecology and life safety'
^{1,2,3,4} BSTU «VOENMEH» named after D.F. Ustinov, Saint-Petersburg, 1 Krasnoarmeyskaya, 1

Abstract

The article describes the classification of compressor equipment. The authors considered the noise characteristics of compressor equipment and noise characteristics of workplaces of the attendants. The analysis of methods for the determination of the noise of the compressor equipment (stationary and mobile) was made. Evaluate the noise regulation depending on location of compressor equipment. The possibility of achieving the noise standard parameters for compressors and permissible noise levels in the workplace of compressor equipment were reviewed.

Key words: compressor equipment, noise regulation, noise characteristic, methods.

Введение

Регулирование уровня шума и его контроль за ним, как с точки зрения социальной, так и технической является непростой задачей. Энергия, создаваемая современными силовыми установками, может во много раз превышать энергию, расходуемую на акустическое излучение. Однако, даже эта часть акустической энергии оказывает весьма неблагоприятное воздействие на человека и окружающую среду.

* E-mail: drozdovalf@yandex.ru (Дроздова Л.Ф.)

Шум проникает на рабочие места, вызывает раздражение и беспокойство, мешает сосредоточиться, причиняет нам беспокойство в часы досуга и отдыха дома. Воздействие шума может накапливаться и влиять на многие аспекты нашей повседневной жизни. Известно, что длительное воздействие шума высоких уровней может привести к постоянной глухоте и даже к нежелательным психологическим эффектам или расстройствам. Шум, излучаемый компрессорным оборудованием, колеблется от 95 до 70 дБА [1]. Другая важная проблема снижения шума — это необходимость значительного снижения акустической мощности до того уровня, который будет восприниматься человеком как подтверждение достижения желаемого результата.

1. Современные компрессорные установки

По характеру эксплуатации компрессорное оборудование в соответствии с ГОСТ 12.2.016.1-91 [2] подразделяют на:

- стационарные компрессорные агрегаты (КА);
- стационарные компрессорные установки (КУ);
- стационарные компрессорные станции (СКС);
- передвижные компрессорные станции (ПКС).

По размещению системы охлаждения всасывания или выпуска газа (воздуха) компрессорное оборудование подразделяют на [2]:

- оборудование, у которого система всасывания и выпуска отсутствует (компрессор установлен на открытой технологической цепи);
- оборудование, у которого система охлаждения, всасывания или выпуска размещается на расстоянии более 3 м от компрессора;
- оборудование, у которого система охлаждения, всасывания или выпуска находится возле компрессора.

По месту установки компрессора и его привода компрессорные агрегаты подразделяют на [2]:

- агрегаты, устанавливаемые на открытой технологической площадке;
- агрегаты, у которых привод и компрессор устанавливают в одном производственном помещении;
- агрегаты, у которых привод и компрессор устанавливают в разных производственных помещениях.

2. Шумовые характеристики компрессорного оборудования

Учитывая, что компрессорное оборудование применяется в различных сферах промышленного производства, оно может быть как источником акустического загрязнения окружающей среды, так и источником шума в местах нахождения людей.

Как правило, шумовые характеристики источников шума, в том числе и источников шума компрессорного оборудования, должны использоваться для:

- акустических расчетов и акустического проектирования компрессорных установок в шумозаглушенном исполнении;
- оценки конструктивного совершенства компрессорного оборудования;
- определения необходимости дополнительных шумозащитных мероприятий по защите работающих от повышенного уровня шума;
- контроля качества изготовления и сборки компрессорного оборудования, а также рационального выбора комплектующих изделий в части соответствия их шумовых характеристик требованиям технических документов.

Шумовые характеристики мест нахождения людей (рабочих мест) должны использоваться для:

- контроля соответствия уровней шума на рабочих местах санитарным нормам;
- составления шумовых карт и оценки шумового режима в производственных помещениях и на территории предприятия с целью определения степени шумоопасности рабочих мест и рабочих зон обслуживающего персонала;
- разработки, планирования и оценки мероприятий по шумозащите работающих источников шума и шумозащите работающих.

Согласно [2] для источников постоянного шума устанавливают следующие шумовые характеристики:

- корректирующий уровень звуковой мощности L_{WA} , дБА;
- уровень звуковой мощности в октавных полосах частот L_W , дБ;
- уровень звука в контрольных точках (на измерительной поверхности) L_A , дБА;
- общий уровень звукового давления в контрольных точках (на измерительной поверхности) $L_{лин}$, дБ;
- уровень звукового давления в октавных полосах частот в контрольных точках (на измерительной поверхности) L , дБ.

Шумовые характеристики рабочих мест компрессорного оборудования в зависимости от шумового режима, в котором работает обслуживающий персонал, приведены в приложениях 2 и 3 ГОСТ 12.2.016.1 [2].

Для рабочих мест с постоянным шумовым режимом устанавливают следующие шумовые характеристики [2]:

- уровень звука L_A , дБА;
- уровень звукового давления в октавных полосах частот L , дБ (для ультразвука в третьоктавных полосах частот);
- общий уровень звукового давления $L_{лин}$, дБ.

Для источников непостоянного шума и рабочих мест с непостоянным шумовым режимом должны быть определены эквивалентные и максимальные уровни шума ($L_{РАэкв}$ и $L_{Аэкв}$, $L_{РАmax}$ и $L_{Аmax}$).

3. Методы определения и нормирования шумовых характеристик компрессорного оборудования

В системе мер по обеспечению защиты от шума как на производстве, так и на жилой территории, большое значение имеет нормативно-техническая документация, относящаяся к проектированию машин, технологических проектов, производственных помещений и застройки территорий и устанавливающая требования к защите от шума. Система таких документов состоит из документов, которые устанавливают требования к шумовым характеристикам мест пребывания людей и методов контроля этих характеристик; метода установления шумовых характеристик источников шума (машин, технологического оборудования, механизированного инструмента и др.), их нормирования и контроля. Она также включает и устанавливает методы расчета и проектирования шумозащиты при разработке новых типов оборудования и проектов зданий, сооружений и застройки территорий, требования к шумозащитным конструкциям, устройствам и материалам.

3.1 Методы определения шумовых характеристик компрессорного оборудования

В соответствии с классификацией компрессорного оборудования и шумовыми характеристиками, установленными в ГОСТ 12.2.016.1 для каждого вида оборудования разработаны стандарты по методам определения этих характеристик.

Так для стационарных компрессорных агрегатов и установок ГОСТ 12.2.016.2 устанавливает ориентировочный метод определения шумовых характеристик [3].

Для систем компрессорных установок (всасывания, выпуска, охлаждения и др.), установленных на расстоянии более 3 м от КА, и при размещении компрессора и его привода в разных производственных помещениях основными шумовыми характеристиками являются [3]:

- уровни звука в контрольных точках;
- уровни звукового давления в октавных (третьоктавных) полосах частот в контрольных точках;
- общие уровни звукового давления в контрольных точках.

Измерения уровней звукового давления КА (КУ) должны быть проведены в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами от 31,5 Гц до 8000 Гц, а общих уровней звукового давления по шкале шумомера L_{in} с 2 Гц [3].

Допускается для компрессорных агрегатов и компрессорных установок, имеющих максимальный размер до 15 м, применять технические методы определения уровней звуковой мощности по ГОСТ Р ИСО 3744-2013 [4].

Максимальные значения среднего квадратического отклонения уровней звуковой мощности в дБ или скорректированных уровней звуковой мощности в дБА должны соответствовать ГОСТ 23941 [5].

Метод определения шумовых характеристик передвижных компрессорных станций устанавливает ГОСТ 12.2.016.3 [6].

Согласно ГОСТу [6] измерения уровней звукового давления должны быть проведены в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами от 31,5 до 8000 Гц, а общих уровней звукового давления по шкале шумомера (L_{in}) с 2 Гц.

Допускается измерять уровни звукового давления в третьоктавных полосах частот, которые следует пересчитывать в октавные уровни. Измерения необходимо проводить на открытой площадке над звукоотражающей плоскостью.

Ориентировочные методы определения шумовых характеристик для стационарных компрессорных станций устанавливает ГОСТ 12.2.016.4 [7].

Определение шумовых характеристик рабочих мест проводится по ГОСТ Р ИСО 9612-2015 [8]. Результаты измерения рекомендуется оформлять в виде шумовой карты производственных помещений и технологических площадок, расположенных на территории компрессорной станции, и в виде паспорта шумового режима на рабочих местах и рабочих зонах [2].

При наличии источников ультразвука необходимо проводить контроль уровней звукового давления в третьоктавных полосах частот, на рабочих местах, где существует вероятность превышения гигиенических норм по ультразвуку.

Ориентировочную оценку уровня инфразвука необходимо проводить по разности общего уровня звукового давления L_{Lin} и уровня звука L_A . В случае выраженности инфразвука следует провести октавный анализ в инфразвуковой области частот начиная с 2 Гц [2].

3.2 Нормирование шумовых характеристик компрессорного оборудования

Систему нормирования шума можно разделить на три основных класса: санитарные нормы (нормы шума на рабочих местах); технические нормы шума машин (транспорт, технологическое, подъемно-транспортное, компрессорное оборудование, различные механизмы и др.) и санитарные нормы шума на территории жилой застройки. Целью всех трёх нормативных классов является установление таких предельно допустимых уровней шума, которые в зависимости от места нахождения человека (рабочее место, помещение в жилом или общественном здании) не вызвали заболеваний и дискомфорта.

Основополагающим документом, устанавливающим не только классификацию шумов, но и допустимые уровни шума на рабочих местах с оценкой воздействия шума, общие требования к шумовым характеристикам машин, механизмов, средств транспорта, и другого оборудования, а также меры по защите работников от воздействий шума является ГОСТ 12.1.003-2014 [9].

В соответствии с ГОСТ 28563-90 [10] допустимые уровни звукового давления на рабочем месте обслуживающего персонала ПКС при её испытании не должны превышать уровни, установленные ГОСТ [9]. Следует отметить, что с 2015 г. в данном стандарте отсутствуют предельно допустимые октавные уровни звукового давления, а приводятся только предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности различной напряженности (табл. 1).

Таблица 1

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА [9]

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Количественную оценку тяжести и напряженности трудового процесса на рабочих местах персонала, обслуживающего компрессорное оборудование, следует проводить эксплуатирующей организацией (потребителем) в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 [11].

В зависимости от тяжести и напряженности труда предельно допустимые уровни звука на рабочих местах определяются по таблице 1.

Для нормирования шумовых характеристик стационарного компрессорного оборудования (уровней звуковой мощности) следует руководствоваться ГОСТ 27409 [12].

Немаловажным фактором для производителей компрессорного оборудования являются шумовые характеристики готового изделия и характеристики шума комплектующих изделий (двигатель, вентилятор, фильтры и т.д.).

Устанавливаемое нормативными документами ограничение шума на рабочих местах в соответствии с [9] не даст ответа о предельных значениях характеристик шума, как стационарных, так и передвижных компрессорных установок. В большинстве случаев они зависят от конкретных условий их эксплуатации: наличия нескольких одновременно работающих компрессорных установок, величины шума, излучаемого каждой установкой и шума от нескольких установок, их расположения и акустических характеристик помещения, в котором они работают. Поэтому в соответствии с ГОСТ 27409 [12] наряду с санитарным нормированием шума и на его базе необходимо проводить техническое нормирование источников шума, состоящее в установлении предельно допустимых шумовых характеристик (ПДШХ) оборудования, удовлетворение которым обеспечивает выполнение норм шума, воздействующего на людей при данных условиях эксплуатации.

Информация о ПДШХ позволит разработчикам в процессе разработки требований к проектируемому компрессорному оборудованию, с учетом практики его применения, решить вопросы по обеспечению допустимых шумовых характеристик как на рабочих местах обслуживающего персонала, так и в окружающей среде (на селитебной территории), выбирать из комплектующих изделий малошумные образцы, осуществлять меры по снижению шума в источнике его возникновения и вести акустическое проектирование малошумного компрессорного оборудования.

Выбор тех или иных шумозащитных мероприятий и целесообразности их применения должен производиться на основе анализа шумовых характеристик отдельных элементов стационарных и передвижных компрессорных установок, предусмотренных проектированием, их размерами, конструктивными особенностями, а также конкретного места эксплуатации компрессорного оборудования (открытое пространство, помещение и др.).

Заключение

Проведенный обзор компрессорного оборудования и анализ требуемых по стандарту шумовых характеристик в зависимости от их типа позволил провести оценку методов определения указанных шумовых характеристик. Выполненный авторами анализ системы нормирования с введенными изменениями в ранее действующие санитарные нормы даёт возможность производителям и потребителям компрессорного оборудования определить пути достижения норм шума, воздействующего на человека и окружающую среду.

Список литературы

1. Дроздова Л.Ф., Кудаев А.В. Оценка и анализ шума компрессорных станций //Noise Theory and Practice, 2016, 3 (2), с. 30-37.
2. ГОСТ 12.2.016.1-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование компрессорное. Определение шумовых характеристик. Общие требования.
3. ГОСТ 12.2.016.2-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование компрессорное. Метод определения шумовых характеристик стационарных компрессорных агрегатов.
4. ГОСТ Р ИСО 3744-2013 Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью.

5. ГОСТ 23941-2002 Шум машин. Методы определения шумовых характеристик. Общие требования.
6. ГОСТ 12.2.016.3-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование компрессорное. Метод определения шумовых характеристик передвижных компрессорных станций.
7. ГОСТ 12.2.016.4-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование компрессорное. Метод определения шумовых характеристик стационарных компрессорных станций и установок.
8. ГОСТ Р ИСО 9612-2013 Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах.
9. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
10. ГОСТ 28563-90 Станции компрессорные передвижные общего назначения. Приемка и методы испытаний.
11. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
12. ГОСТ 27409-97 Шум. Нормирование шумовых характеристик стационарного оборудования. Основные положения.