

# СНИЖЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ

УДК 628.517

**А.Л. Терехов**, д.т.н., ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Москва, РФ),  
A\_Terekhov@vniigaz.gazprom.ru

**А.М. Семенцев**, д.т.н., ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,  
A\_Sementsev@vniigaz.gazprom.ru

**В статье рассматриваются проблемы, связанные с необходимостью снижения профессиональных рисков на компрессорных станциях (КС). Указано, что воздействие на организм человека шума с высокой интенсивностью излучения может привести к возникновению аварийных ситуаций в связи со снижением уровня концентрации внимания работников, занятых на опасных производственных объектах. Доказана необходимость проведения организационных и технических мероприятий, способствующих повышению безопасности и социальной защищенности персонала на предприятиях газовой отрасли, а также мероприятий по снижению шума для уменьшения профессиональных рисков. Разработан алгоритм борьбы с шумом на КС.**

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ ШУМА, КОМПРЕССОРНАЯ СТАНЦИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, СНИЖЕНИЕ ШУМА.

Одним из основных направлений деятельности ПАО «Газпром» является транспортировка газа и газового конденсата. Технологические процессы транспортировки углеводородов требуют использования специального оборудования компрессорных станций (КС) – энергетического, насосно-компрессорного, систем подготовки газа, газоперекачивающих агрегатов (ГПА).

Активное развитие нефтегазовой отрасли требует использования мощного современного оборудования. В то же время в связи с ростом энергоемкости производственных процессов, увеличением их интенсивности, расширением перечня применяемого оборудования и используемых материалов растет вероятность возникновения нештатных и аварийных ситуаций, появления и развития профессиональных заболеваний. В связи с этим изучение профессиональных рисков, методики их достоверной оценки и управление соответствующими процессами в целях

снижения рисков становится ключевым направлением современных высокотехнологичных производственных процессов в любой отрасли, в том числе столь быстро развивающейся, как газовая.

Приоритетным направлением государственной политики в производственной области является снижение уровня смертности и травматизма от несчастных случаев и профессиональных заболеваний за счет перехода от реагирования на свершившиеся страховые случаи к управлению рисками повреждения здоровья. Данная задача может быть решена созданием системы оценки и управления рисками, что становится основой управления сохранением жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Использование традиционных и инновационных технологий в деятельности глобальной энергетической компании ПАО «Газпром» определяет обязательность безусловного управления рисками на

всех направлениях производства. Широкая география проектов Общества требует специфических подходов к повышению безопасности производственных процессов и уменьшению профессиональных рисков.

В ПАО «Газпром» принята методика количественной субъективной оценки профессиональных рисков в виде обязательного к применению отраслевого стандарта [1], определяющего порядок идентификации опасностей, оценки рисков, оформления результатов оценки рисков и разработки мероприятий, направленных на снижение или исключение рисков в структурных подразделениях, дочерних обществах и организациях ПАО «Газпром».

В результате оценки используемых технологий, оборудования и материалов для транспортировки природного газа были определены основные группы профессиональных рисков при эксплуатации КС:

- воздействие неблагоприятных гигиенических факторов условий труда;

**Terekhov A.L.**, Doctor of Engineering Science, Gazprom VNIIGAZ LLC (Moscow, RF), A\_Terekhov@vniigaz.gazprom.ru

**Sementsev A.M.**, Doctor of Engineering Science, Gazprom VNIIGAZ LLC, A\_Sementsev@vniigaz.gazprom.ru

### Reduction of professional risks at gas-compressor stations

The article reviews the issues related to the necessity to reduce professional risks at gas-compressor stations (GCS). It is specified that high intensity noise that affects the human body can lead to emergency situations since the concentration level of employees working at hazardous production facilities decreases. It is proved that it is necessary to take organizational and technical measures that boost personnel's safety and social protection at gas industry enterprises, as well as measures to abate noise to reduce professional risks. An anti-noise algorithm for GCS is developed.

**KEY WORDS:** NOISE EMISSION INTENSITY, GAS COMPRESSOR STATION, PRODUCTION PROCESS SAFETY, NOISE ABATEMENT.

- потенциальная опасность некачественной организации рабочих мест и рабочих зон;
- воздействие экстремальных психолого-социальных условий труда;
- потенциальная опасность при выполнении особых видов работ;
- опасность воздействия негативных факторов, вызванных аварийными ситуациями.

Анализируя данные специальной оценки условий труда на КС [2], можно сделать вывод, что самым неблагоприятным гигиеническим фактором, воздействующим на персонал, обслуживающий технологическое оборудование, является высокий уровень шума. Результаты анализа данных представлены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, рабочие места на предприятиях транспорта газа с вредными условиями труда по шуму составляют более 60 % от всех рабочих мест с вредными условиями труда [2]. В связи с этим разработка рекомендаций по управлению производственными рисками на КС главным образом сводится к вопросам снижения воздействия шума на организм человека.

Неблагоприятные условия труда ремонтного и эксплуатационного персонала КС обуславливают вероятность неблагоприятных событий – получение производственной травмы из-за рассеянного внимания под воздействием интенсивного шума, а также возникновение не замеченного из-за шума инцидента на техно-

логическом оборудовании, который без принятия экстренных мер персоналом может перерасти в техногенную аварию.

Пожары, взрывы, выбросы взрывопожароопасных и токсичных продуктов, другие инциденты и аварийные ситуации ведут к выбытию мощностей, потерям ресурсов и продукции, причинению ущерба третьим лицам, являются причиной нанесения вреда жизни и здоровью работников и иных граждан, оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду, социально-экономическую ситуацию. В связи с этим борьба с шумом является неотъемлемой частью безопасности персонала, охраны труда и защиты окружающей среды.

Для определения уровня профессиональных рисков на КС, вызываемых чрезмерным шумом в современных условиях производства, необходимо учитывать, что трудящиеся, длительное время находящиеся при шумовом воздействии, испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие сдвиги в работе ряда органов и систем организма человека вызывают негативные изменения в эмоциональном состоянии сотрудника, вплоть до стрессовых. При этом появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, снижается концен-

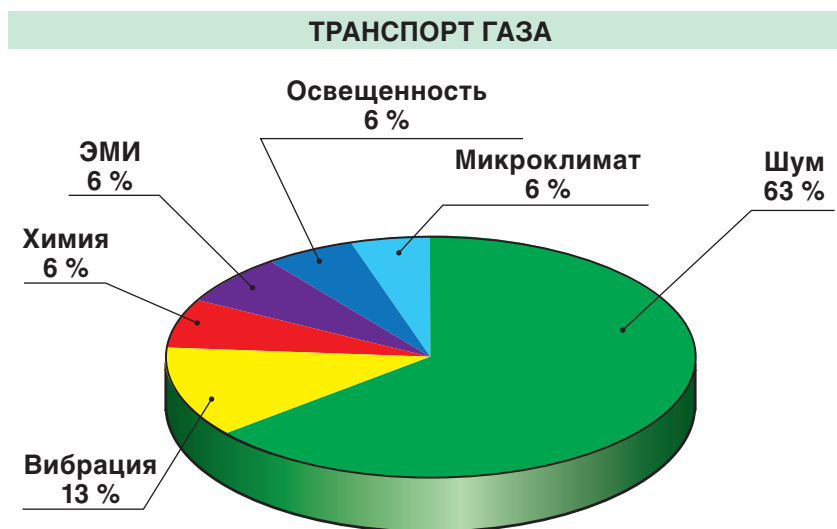


Рис. 1. Вредные факторы, воздействующие на работников предприятий транспорта газа



Рис. 2. Мероприятия по защите от шума на КС

трация внимания, нарушаются физиологические функции, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество труда, повышает опасность возникновения несчастного случая.

Сравнение работоспособности человека в различных условиях показало, что при работах, требующих повышенного внимания, при увеличении уровня звука от 70 до 90 дБА имеет место снижение производительности труда на 20 %. Поэтому можно сказать, что шумы средних уровней, ниже 80 дБ, не вызывающие потери слуха, тем не менее оказывают утомляющее, неблагоприятное влияние. Воздействие постоянного шума такого уровня аналогично влиянию стрессового напряженного труда.

Необходимо отметить, что, являясь одним из компонентов рабочей среды, шум усиливает синергетический эффект воздействия неблагоприятных условий труда

на организм человека. Для изучения влияния шума и нервной нагрузки, исходя из предположения о первичности воздействия громкостных эффектов на нервную систему как по непосредственным, так и по отдаленным эффектам, принимают, что изменение громкости в 2 раза соответствует изменению уровня звука на 6 дБ.

Для борьбы с шумом необходимо решать комплексную задачу, предусматривающую снижение интенсивности шума как в источнике, так и на пути его распространения (рис. 2).

Заказчик строительства объекта выдает техническое задание на его проектирование проектной организации, которая на основании результатов акустического расчета объекта прогнозирует акустические характеристики помещений на объекте и спады уровней звукового давления от объекта на жилой территории. Необходимые для расчетов шумовые характеристики определяются по каталогу [3] или прогно-

зируются по методике прогнозирования шумовых характеристик газотранспортного оборудования [4] с учетом известных характеристик оборудования по данным характеристик завода-изготовителя. Измерение шумовых характеристик производится в натуральных условиях по методикам, приведенным в работах [5, 6]. Расчет ожидаемых спадов уровней звукового давления (УЗД) на местности производится по методике, представленной в работах [4, 7], с учетом влияния рельефа местности, импеданса земной поверхности и метеоусловий. Определенные шумовые характеристики оборудования, акустические характеристики помещений и известные спады УЗД позволяют определить ожидаемые условия труда и прогнозируемое загрязнение окружающей среды [4]. Если условия труда ожидаются не соответствующими санитарным нормам или шумовое загрязнение окружающей среды не удовлетворяет требованиям СП 51.13330 [8], необходимое улуч-

Строительно-акустические мероприятия по снижению шума в производственных помещениях

Мероприятия	Акустическая эффективность, дБ	Целесообразный этап внедрения	Условия, влияющие на акустическую эффективность
Противошумные архитектурно-планировочные мероприятия	5–10	На стадиях разработки технологической и строительной частей проекта при новом строительстве и реконструкции	Характер технологического процесса, вид и количество шумного оборудования, требуемые по условиям технологии объемно-планировочные параметры помещений и др.
Группирование оборудования и отдельных участков по степени шумности	5–10		
Звукоизоляция помещения и отдельных участков помещения	10–15		
Снижение шума средствами звукопоглощения	6–10	На стадии проектирования строительной части проекта при новом строительстве и реконструкции	Объемно-планировочные параметры помещения, разница в уровнях шума оборудования, положения расчетных точек относительно источников звукопоглощающих поверхностей ограждений и др.
Экранирование оборудования и отдельных участков	5–10		
Комплексное применение строительно-акустических мер	10–20	На всех стадиях проектирования и реконструкции	Характер технологического процесса, вид и количество оборудования, разница в его уровнях, объемно-планировочные параметры помещений, звукопоглощение поверхностей ограждений, положение рабочих мест относительно источников и др.

шение шумовых характеристик оборудования рассчитывается по СП 51.13330 или по методике [4].

Для снижения шума на рабочих местах следует применять методы, успешно применявшиеся на объектах ПАО «Газпром» и описанные в работах [4–6]. То есть должны быть разработаны и внедрены санитарно-гигиенические мероприятия по снижению шума на рабочих местах, на территории предприятия и прилегающей к ней селитебной зоне, а также использованы конструкторско-технологические решения для снижения уровня шума машин и оборудования, эксплуатируемых на предприятиях газовой промышленности.

Учитывая все сказанное, предлагается следующий алгоритм борьбы с шумом на КС. На первом этапе предусматривается анализ исходных данных:

- определение нормы допустимого шума;
- мониторинг необходимости пребывания обслуживающего

персонала у источника шума по времени и числу сотрудников;

- изучение и анализ шумовых характеристик источников шума;
- исследование закономерностей распространения шума;
- изучение проектных характеристик – количества единиц оборудования, расстояния от исследуемых объектов до других помещений, в том числе до жилой застройки, и др.

В результате проведенного анализа определяются методы и средства защиты от воздействия шума. Из предлагаемого комплекса строительно-акустических, организационно-технических и конструкторских вариантов защиты находится оптимальный метод с учетом технико-экономического обоснования предлагаемых мероприятий.

К основным мероприятиям по снижению уровня шума на КС следует отнести:

- снижение шума в источнике его возникновения;
- установку глушителей на выхлопе и всасывании ГПА;

- покрытие агрегатов звукоизолирующими кожухами;
- устройство звукоизолирующих кабин наблюдения, управления, отдыха;
- рациональную планировку территории КС с учетом взаимного расположения шумных установок и других производственных (административных, служебных и др.) помещений;
- использование современных звукопоглощающих облицовок потолка и стен, ограждений, перекрытий, дверей и окон;
- установку акустических экранов или выгородку наиболее шумных агрегатов;
- применение виброизолирующих и вибродемпфирующих покрытий;
- использование индивидуальных средств защиты от шума.

Практический опыт расчета и внедрения мероприятий по снижению шума на КС рассмотрен в работах [4–6].

В таблице приведен перечень основных акустических мер по

снижению шума в помещениях с источниками шума [4].

Методики расчета средств шумоглушения технологического оборудования КС подробно рассмотрены в работе [9].

Результаты исследований были внедрены в практике шумоглушения как при создании новых ГПА, так и при проектировании и эксплуатации КС [4–6].

Для оценки эффективности внедрения мер по снижению профессиональных рисков за счет уменьшения интенсивности шума обязательно должны быть учтены социальные факторы. Социальное значение проблемы борьбы с шумом в первую очередь заключается в улучшении условий труда и отдыха, снижении текучести кадров, проявлении периода активной деятельности работающих, повышении удовлетворенности трудом. При разработке страте-

гии борьбы с шумом с социальной точки зрения большое значение имеет определение численности людей, подвергающихся воздействию шума высоких уровней.

На предприятиях нефтегазовой промышленности велика доля работающих в условиях с достаточно высоким уровнем шума. Оценка социально-экономической эффективности мероприятий по снижению шума связана со степенью акустической безопасности труда, которая характеризуется вероятностью отсутствия повреждения слуха. Социальный ущерб от производственного шума определяется числом рабочих, получивших повреждение слуха, а социальная эффективность мероприятий по снижению шума – их оздоровительным эффектом, т. е. снижением заболеваемости [10]. Внедрение мероприятий по снижению шума на предприятиях

газовой промышленности позволило достичь как социального, так и экономического эффекта [5].

## ВЫВОД

Современные методы снижения шума основаны на многолетних теоретических и экспериментальных исследованиях в области технической акустики и опыте практического внедрения средств снижения шума на предприятиях газовой отрасли. В результате разработаны мероприятия, позволяющие достичь существенного снижения уровня шума, что скажется на защищенности персонала, а следовательно, обеспечит повышение безопасности выполнения технологических процессов и снижение профессиональных рисков при сохранении надежности и экономичности используемого оборудования. ■

## ЛИТЕРАТУРА

1. СТО Газпром 18000.1-002-2014. Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «Газпром». Положение по идентификации опасностей и управлению рисками. М., 2014.
2. Терехов А.Л., Щепочкин С.В., Каширин А.Б. Анализ результатов экспертизы неустраимости вредных производственных факторов на рабочих местах ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2012. № 9. С. 81–83.
3. СТО Газпром 2-3.5-041-2005. Каталог шумовых характеристик газотранспортного оборудования. М.: ВНИИГАЗ, 2005. 7 с.
4. Терехов А.Л., Дробаха М.Н. Современные методы снижения шума ГПА / Под ред. Р.О. Самсонова. СПб.: Недра, 2008. 368 с.
5. Терехов А.Л. Шум газоперекачивающих агрегатов на компрессорных станциях магистральных газопроводов и способы его снижения. М.: ООО «ВНИИГАЗ», 2003. 499 с.
6. Терехов А.Л., Власов Е.Н. Снижение шума на компрессорных станциях магистральных газопроводов. М.: ИРЦ Газпром, 2005. 372 с.
7. Методика расчета уровня шума от КС на местности. М.: ВНИИГАЗ, 1999. 24 с.
8. СТО Газпром 2-2.1-127-2007. Регламент проведения акустического расчета на стадии проектирования компрессорных станций, дожимных компрессорных станций, компрессорных станций подземных хранилищ газа. М.: ИРЦ Газпром, 2007. 45 с.
9. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: Учеб. пособие. М.: Логос, 2013. – 432 с.
10. Терехов А.Л. Повышение безопасности персонала при внедрении мероприятий по снижению шума на предприятиях газовой промышленности // Труд и социальные отношения. 2016. № 1. С. 117–131.

## REFERENCES

1. Gazprom Company Standard 18000.1-002–2014. Uniform System for Labor Protection and Industrial Safety Management at Gazprom OJSC. Regulation on the Identification of Dangers and Risk Management. Moscow, 2014. (In Russian)
2. Terekhov A.L., Shchepochkin S.V., Kashirin A.B. Analysis of the Expert Appraisal's Results of the Inability to Eliminate Harmful Production Factors at Gazprom OJSC's Workplaces. *Gazovaya Promyshlennost'* = Gas Industry, 2012, No. 9, P. 81–83. (In Russian)
3. Gazprom Company Standard 2-3.5-041-2005. A Catalogue of Noise Characteristics of Gas Transport Equipment. Moscow, VNIIGAZ, 2005, 7 p. (In Russian)
4. Terekhov A.L., Drobakha M.N. Modern Methods of Gas Compressor Unit's Noise Abatement, Edited by R.O. Samsonov. Saint Petersburg, Nedra, 2008, 368 p. (In Russian)
5. Terekhov A.L. Gas Compressor Unit's Noise at Compressor Plants of Main Gas Pipelines and Means to Abate it. Moscow, VNIIGAZ LLC, 2003. 499 p. (In Russian)
6. Terekhov A.L., Vlasov E.N. Noise Abatement at Compressor Plants of Main Gas Pipelines. Moscow, Gazprom Information and Advertising Center, 2005, 372 p. (In Russian)
7. Method for Calculating the Noise Level at a Compressor Plant In-Situ. Moscow, VNIIGAZ, 1999, 24 p. (In Russian)
8. Gazprom Company Standard 2-2.1-127-2007. Regulation on Carrying out Acoustic Assessment at the Stage of Design of Compressor Plants, Boosting Compressor Stations, Compressor Plants of Underground Gas Storage Facilities. Moscow, Gazprom Information and Advertising Center, 2007, 45 p. (In Russian)
9. Ivanov N.I. Engineering Acoustic. Theory and Practice of Noise Abatement. A Study Guide. Moscow, Logos, 2013, 432 p. (In Russian)
10. Ivanov A.L. Enhancement of Personnel's Safety when Implementing Noise Abatement Measures at Gas Industry Enterprises. *Trud i social'nye otnoshenoya* = Labor and Social Relations, 2016, No. 1, P. 117–131. (In Russian)