|  |  |
| --- | --- |
| *voenmeh* | МИНОБРНАУКИ РОССИИ  федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  **(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»)** |
| БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-01 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Факультет |  | О |  | Естественнонаучный |
|  |  | шифр |  | наименование |
| Кафедра |  | О1 |  | Экология и безопасность жизнедеятельности |
|  |  | шифр |  | наименование |
| Дисциплина |  | Разработка шумовиброзащитных мероприятий | | |

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

на тему

|  |
| --- |
| Разработка мероприятий по снижению шума |
| от компрессорной установки |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнил студент группы | | | |  | | О1М31 |
| Чеботарева Е.Ю. | | | | | | |
| Фамилия И.О. | | | | | | |
| **РУКОВОДИТЕЛЬ** | | | | | | |
| Шашурин А.Е. | |  |  | | | |
| Фамилия И.О. Подпись | | | | | | |
| Оценка |  | | | |  | |
| «\_\_\_\_\_» |  | | | | 20\_\_\_\_ г. | |

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2018 г.

**РЕФЕРАТ**

Курсовой проект 29 страниц, 7 рисунков, 9 таблиц, 10 источников.

ШУМ, КОМПРЕССОРНАЯ УСТАНОВКА, ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИЙ КАПОТ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

Цель работы ­ разработка мероприятий по снижению шума от компрессорной установки.

В данной работе, рассматриваются вопросы, связанные с исследованием акустической характеристики и со снижением шума компрессорного агрегата винтового типа.

В ходе работы была проведена экспериментальная оценка шумового воздействия компрессорного агрегата в свободном звуковом поле. Получены характеристики внешнего шума компрессора на разных расстояниях и рассчитан уровень звуковой мощности. Произведен анализ и оценка средств шумоглушения компрессорных установок.

В результате работы был предложен эффективный метод снижения шума компрессорного агрегата винтового типа АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2. Произведен расчет акустической эффективности звукоизолирующего капота.

.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc517159351)

[1 ОБЗОР ВЫПУСКАЕМЫХ КОМПРЕССОРОВ 5](#_Toc517159352)

[1.1 Области применения компрессорных станций 5](#_Toc517159353)

[1.2 Оборудование для выработки сжатого воздуха 6](#_Toc517159354)

[1.3 Агрегат компрессорный винтовой типа АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2 8](#_Toc517159355)

[2 АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ШУМА И ВИБРАЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРЕДВИЖНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ 12](#_Toc517159356)

[3 ИЗМЕРЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПРЕССОРНОГО АГРЕГАТА 13](#_Toc517159357)

[4 АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СРЕДСТВ ШУМОГЛУШЕНИЯ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК (КУ) 18](#_Toc517159358)

[4.1 Шумоглушение ПКС с поршневыми компрессорами 18](#_Toc517159359)

[4.2 Глушение шума ПКС с винтовыми компрессорами 20](#_Toc517159360)

[4.3 Шумоглушение компрессорного агрегата АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2 22](#_Toc517159361)

[5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАПОТА 25](#_Toc517159362)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 27](#_Toc517159363)

[СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ 28](#_Toc517159364)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ 29](#_Toc517159365)

**ВВЕДЕНИЕ**

Уровень шума, который создается при работе современного производственного оборудования, при эксплуатации техники и транспортных средств существенно вырос. В связи с этим снижение шума в жизнедеятельности человека остается актуальной проблемой.

Во многих отраслях промышленности, в том числе, в машиностроении применяют компрессорные установки: стационарные воздушные компрессоры и передвижные компрессорные станции. Для всего компрессоростроения в целом проблема снижения шума становится все более важной ввиду увеличения мощности и числа оборотов компрессоров, а также роста парка машин.

Основные мероприятия по борьбе с шумом - это технические мероприятия, которые включают устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике, ослабление шума на путях передачи, непосредственная защита работающих. Для снижения шума компрессорных станций используются различные методы в зависимости от типа применяемых компрессоров.

**1 ОБЗОР ВЫПУСКАЕМЫХ КОМПРЕССОРОВ**

**1.1 Области применения компрессорных станций**

В настоящее время оборудование, использующее сжатый воздух и, соответственно, оборудование для его выработки широко применяется в таких отраслях экономики, как:

* машиностроение,
* химическая промышленность,
* цветная и черная металлургия,
* мебельное производство и деревообработка,
* пищевая промышленность,
* стройиндустрия,
* транспорт и дорожное строительство,
* коммунальное хозяйство и ремонтная отрасль,
* геологоразведка.

На промышленных предприятиях сжатый воздух используется для такого оборудования, как:

* пневмооборудование кузнечных цехов,
* пневмодвигатели,
* формовочные машины,
* выбивные устройства и машины,
* вибраторы,
* машина для мытья под давлением,
* пневмотолкатели,
* пневмомолотки,
* пневмодрели,
* пневмо-шлифовальные машины

В строительстве с расходом сжатого воздуха, требующим компрессорные станции с производительностью 5 /мин, так и оборудования с меньшим расходом на единичный инструмент, но при одновременном применении сразу нескольких инструментов:

* оборудование для подъемно-транспортных работ,
* перемещение сыпучих материалов,
* очистки и декоративной отделки фасадов зданий,
* окраски и нанесение покрытий,
* подачи и уплотнения растворнобетонных смесей,
* пневмоиспытаний и продувки трубопроводов.

На железнодорожном и общественном транспорте:

* системы ручного и автоматического обдува стрелочных переводов,
* пневмосистемы подвижного состава.
  1. **Оборудование для выработки сжатого воздуха**

Основными типами компрессоров, которыми оснащаются компрессорные установки, являются следующие:

* поршневые,
* роторные винтовые,
* пластинчатые,
* мембранные,
* поршнемембранные.

Наибольшее применение в передвижных и унифицированных с ними стационарных компрессорных станций имеют классические поршневые, винтовые, пластинчатые и, более ограничено, мембранные.

Поршневые компрессорные станции являются самыми распространенными в строительстве. Это объясняется отработанностью конструкции, большим диапазоном производительности и давлений. Основными областями их применения в строительстве являются следующие:

* производство малярных и штукатурных работ,
* производство монтажных, сантехнических и других работ с небольшим расходом воздуха.

Недостатки поршневых компрессорных станций:

* большие ресиверы, компенсирующие высокий коэффициент пульсации давления нагнетания, а также необходимые для работы в циклическом режиме, объемом от 0.5 до 1 минутной производительности по воздуху, что утяжеляет конструкцию.
* большое количество клапанов, подшипниковых узлов, сложных в изготовлении деталей,
* трудоемкое техническое обслуживание,
* меньшая надежность в эксплуатации.

Винтовые компрессорные станции, по сравнению с поршневыми, имеют существенные преимущества, определяющие их высокие потребительские качества:

* значительно меньшие габариты и удельную металлоемкость,
* более равномерную подачу сжатого воздуха, что позволяет отказаться от массивного громоздкого ресивера,
* малую вибрацию, а следовательно и отсутствие необходимости в тяжелом фундаменте для стационарных компрессорных станций, массивных громоздких рам и подвесок, для передвижных компрессорных станций,
* малую чувствительность к толчкам и ударам,
* высокую надежность,
* высокую безопасность,
* длительный межремонтный цикл,
* хорошую ремонтопригодность.

Как правило, винтовые компрессоры требуют приводной двигатель меньшей мощности, чем поршневые.

Пластинчатые компрессоры по отношению к винтовым являются морально устаревшими, более сложная конструкция и высокая металлоемкость, меньшая надежность и долговечность не позволяют им конкурировать с винтовыми. Перспективы расширения их использования маловероятны. В западных странах подобные компрессоры при производстве компрессорных станций практически не применяются.

Мембранные компрессоры применяются в ограниченном количестве для специализированных видов работ, требующих сжатый воздух без примесей масел ипри производительности до 0,25 /мин и давлении 0.5 МПа.

Таким образом, можно сделать вывод, что основными типами компрессоров, используемых в настоящее время в производстве компрессорных станций, применяемых в строительстве, как важнейшем их потребителе, так и в других рассматриваемых областях – являются винтовые и поршневые компрессоры.

При этом в области производительности до 1,5 /мин и давлении 0.4-0.6 МПа преобладают поршневые, а в области производительности 1.8 - 10 /мин и давлении 0.7-0.8 МПа винтовые. [1]

**1.3 Агрегат компрессорный винтовой типа АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2**

Компрессор предназначен для снабжения сжатым воздухом пневмосистем троллейбуса, трамвая, а также других потребителей, в интервале рабочих температур окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 .

Технические характеристики:

* тип компрессора – винтовой;
* максимальное давление нагнетания – 0,9 МПа (9,0 кг/;
* производительность – 0,42/мин;
* потребляемая мощность – не более 3,6 кВт;
* расход масла – не более 0,12 г/час;
* сопротивление изоляции электродвигателей – не менее 10 МОм;
* сопротивление изоляции между корпусом и элементами крепления рамы АКВ в раме троллейбуса – не менее 8,5 МОм;
* температура масловоздушной смеси в компрессоре – не более 110 ;
* габаритные размеры (длина, ширина, высота) – не более 740×390× 473;
* масса – не более 80 кг;

Основные параметры приводного электродвигателя указаны в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Основные параметры приводного электродвигателя

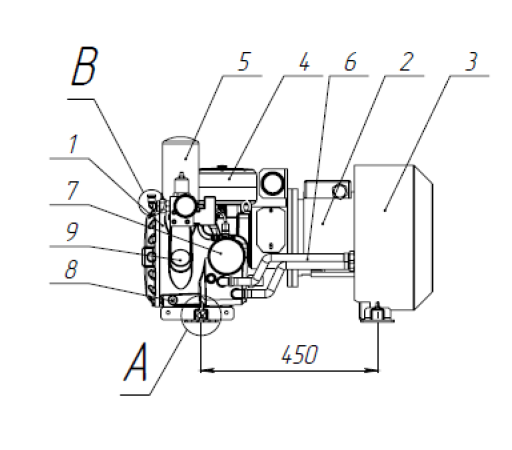
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип  электродвигателя | Мощность,  кВт | Напряжение,  В | Номинальное число оборотов, об/мин | Масса,  кг |
| АИР100L2У3 | 5,5 | 220/380 | 2850 | 32,2 |

Состав и устройство станции.

Компрессорный состоит из следующих основных составных частей:

* винтового компрессорного модуля;
* электродвигателя;
* воздушного фильтра;
* маслоотделителя (с фильтром);
* предохранительного клапана;
* масловоздушного радиатора (маслоохладителя);
* вентилятора (крыльчатки вентилятора);
* масляных трубопроводов.

Схема и устройство станции представлены на рисунке 1.1 и сам компрессорный агрегат представлен на рисунке 1.2



1 –винтовой компрессорный блок, 2 - электродвигатель, 3 - радиатор охлаждения в кожухе, 4 - фильтр воздушный, 5 - фильтр-сепаратор, 6 - РВД,

7 - масляный фильтр, 8 - контур для слива масла,

9 - пробка маслозаливной горловины

Рисунок 1.1 - Агрегат компрессорный винтовой АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2

Режим работы агрегата компрессорного винтового (АКВ) повторно-кратковременный с продолжительностью включения от 0 % до 50 % при продолжительности цикла до 10 мин включительно.

Регулирование работы компрессора осуществляется пуском-остановкой приводного электродвигателя.

Компрессор должен эксплуатироваться при напряжениях питающей сети в соответствии с таблицей 1.2

Агрегат компрессорный винтовой АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2 должен функционировать нормально при кратковременном (до 5 мин) превышении давления нагнетания до 8,8 кг/, но не чаще одного раза за один час.

Таблица 1.2 - Напряжение в питающей сети на клеммах электродвигателя.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Напряжение питающей сети, В | | |
| Наименьшее | Номинальное | Наибольшее |
| 185/250 | 220/380 | 320/430 |

Компрессор должен эксплуатироваться в диапазоне рабочих давлений от 6 до 8,2 кг/, при

Компрессорный агрегат должен выдерживать воздействие внешних механических факторов, регламентированных ГОСТом 17516.1 для группы механических исполнений М28.

Агрегат компрессорный винтовой АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2 должен быть работоспособным при температуре окружающего воздуха от минус 40 до + 40 °С включительно и при наклоне троллейбуса до 16 % . [2]

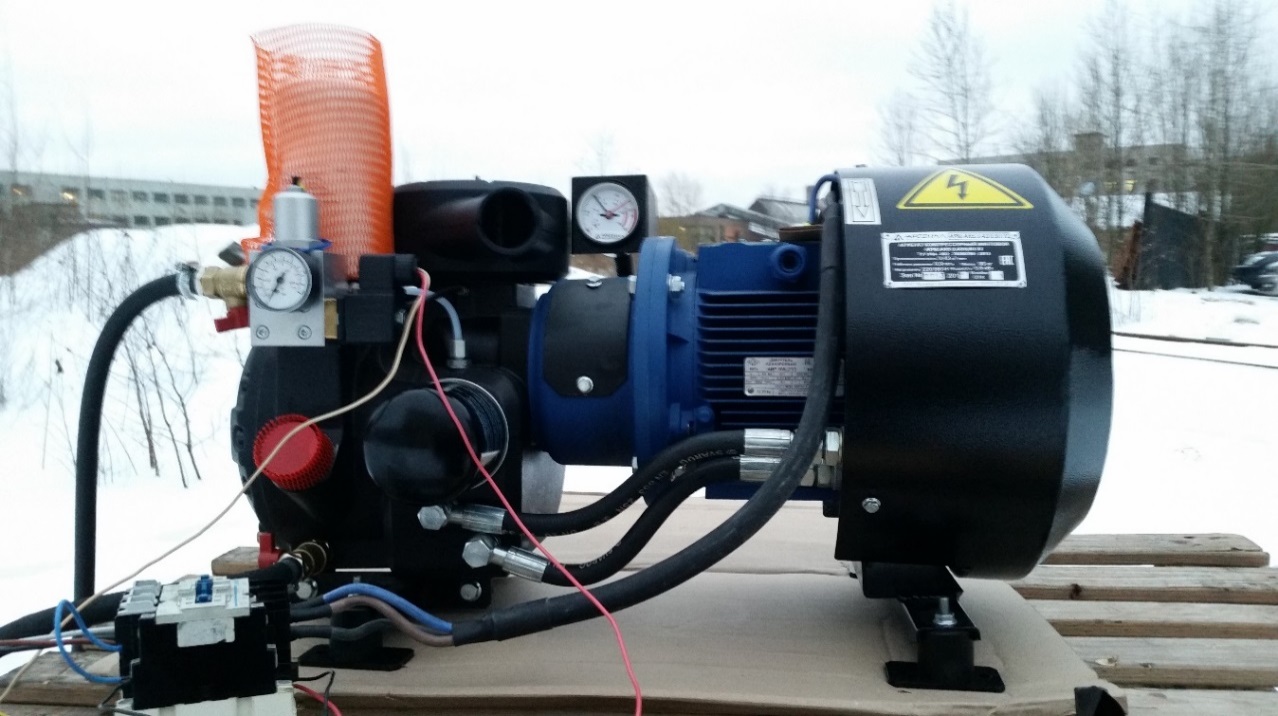


Рисунок 1.2 - Компрессорный агрегат АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2

**2 АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ШУМА И ВИБРАЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРЕДВИЖНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ**

1. Повышенный уровень шума на рабочем месте.

При эксплуатации ПКС различают шумы механического, аэродинамического, гидродинамического происхождения.

Нормы шума на рабочих местах при действии их источников определены ГОСТ 12.1.003-83\* «Шум. Общие требования безопасности».

Различные методы определения акустических характеристик машин, механизмов, установок приведены в ГОСТ Р 51402; классификация методов и средств защиты от шума – в ГОСТ 12.1.029-80; акустические расчеты, расчет и проектирование средств звукоизоляции и звукопоглощения – в СНиП 23.03-2003 «Защита от шума».

Для шумозаглушенных станций уровень звука на рабочих местах в зоне обслуживания станций не должен превышать – 80 дБА. [5]

2. Повышенный уровень вибрации.

При эксплуатации передвижных компрессорных станций нормы технологической вибрации нормы на рабочих местах при воздействии источников вибрации определены ГОСТ 12.1.012 «Вибрация. Общие требования безопасности». Методы измерения вибрации в производственных помещениях и на рабочих местах в ГОСТ 12.1.043-90.

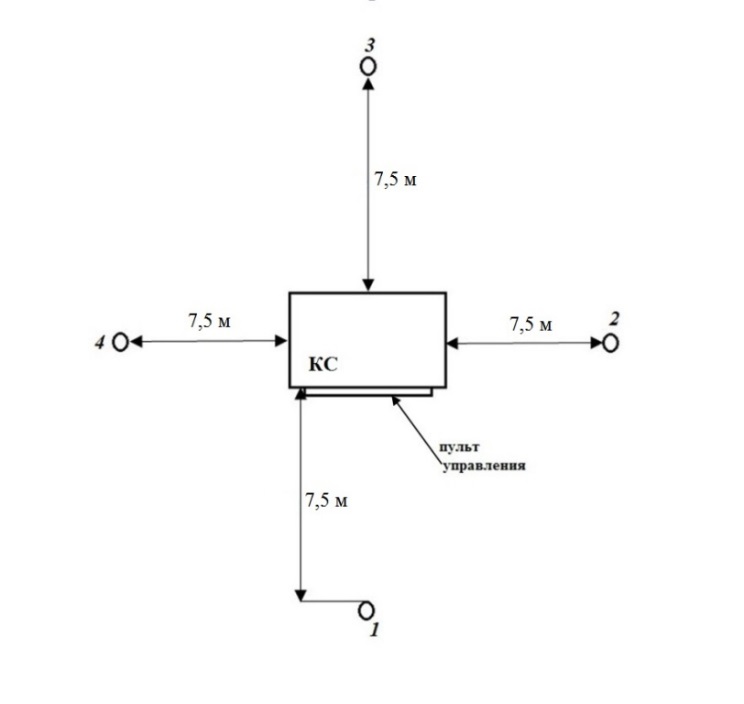
Уровень вибрации на рабочих местах станции не должен превышать установленный ГОСТ 12.1.012-90.

Для обеспечения защиты окружающей среды от акустического загрязнения и обеспечения комфортных условий работы обслуживающего персонала компрессорных агрегатов необходимо разработать мероприятия по снижению шума компрессорных установок.

**3 ИЗМЕРЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПРЕССОРНОГО АГРЕГАТА**

Были проделаны измерения уровней шума агрегата компрессорного винтового типа АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2 с целью определения его акустических характеристик.

Испытываемый ИШ установили в середине испытательной площадки, на звукоотражающей плоскости. Установили точки расположения микрофона от источника шума на расстояние 7,5м и 1 м, как показано на рисунке 3.1 и рисунке 3.3. Высота микрофонов над поверхностью площадки: (1,5±0,1) м. Для защиты микрофона от воздействия ветра использовался ветрозащитный экран. Режим источников шума был номинальный. Результаты измерений представлены в таблице 2.1.



1-4 ­ РТ

Рисунок 3.1 - Схема расположения точек измерений на расстоянии 7,5

Таблица 3.1-Акустические характеристики компрессорного агрегата на расстоянии 7,5 м

| Величина | № точки измерения | | № измерения | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука, дБА |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Фоновый шум | - | | 1 | 84 | 78 | 68 | 58 | 52 | 51 | 50 | 47 | 42 | 59 |
| Шум  компрессора | 1 | | 2 | 70 | 62 | 57 | 66 | 60 | 58 | 56 | 54 | 49 | 64 |
| 3 | 80 | 73 | 63 | 65 | 60 | 58 | 57 | 54 | 49 | 64 |
| 4 | 77 | 70 | 62 | 65 | 60 | 58 | 56 | 54 | 49 | 64 |
| **\*\*** | | | **76** | **68** | **61** | **65** | **60** | **58** | **56** | **54** | **49** | **64** |
| 2 | | 5 | 69 | 62 | 53 | 56 | 61 | 57 | 56 | 53 | 47 | 63 |
| 6 | 80 | 74 | 65 | 58 | 61 | 57 | 56 | 53 | 47 | 63 |
| 7 | 69 | 62 | 53 | 56 | 60 | 57 | 55 | 52 | 47 | 63 |
| \*\* | | | **73** | **66** | **57** | **57** | **61** | **57** | **56** | **53** | **47** | **63** |
| 3 | | 8 | 67 | 61 | 53 | 55 | 59 | 55 | 57 | 59 | 59 | 65 |
| 9 | 70 | 63 | 54 | 56 | 59 | 56 | 56 | 59 | 58 | 65 |
| 10 | 74 | 68 | 57 | 55 | 60 | 56 | 56 | 59 | 58 | 65 |
| \*\* | | | **70** | **64** | **55** | **55** | **59** | **56** | **57** | **59** | **59** | **65** |
| 4 | | 11 | 72 | 64 | 57 | 62 | 58 | 57 | 55 | 54 | 52 | 63 |
| 12 | 64 | 61 | 55 | 64 | 57 | 58 | 55 | 54 | 51 | 63 |
| 13 | 73 | 66 | 57 | 64 | 58 | 58 | 55 | 55 | 51 | 63 |
| \*\* | | | **70** | **64** | **56** | **63** | **58** | **58** | **55** | **54** | **51** | **63** |
| Среднее значение уровней на измерительной плоскости | | | | 72 | 65 | 57 | 60 | 59 | 57 | 56 | 55 | 51 | 64 |
| СН 2.2.4/2.1.8.562-96 | | с 7 до 23 ч. | | 90 | 75 | 66 | 59 | 54 | 50 | 47 | 45 | 44 | 55 |
| Превышения | | | | - | - | - | 1 | 5 | 7 | 9 | 10 | 7 | 9 |
| \*\*- Среднее значение уровней на измерительной плоскости по точкам измерения. | | | | | | | | | | | | | |

Как видно из приведенных в таблице 3.1 и на рисунке 3.2 результатов измерений, шум компрессорного агрегата в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 на территориях, непосредственно прилегающих к жилым домам превышает требования норматива на высоких частотах в дневное время суток.

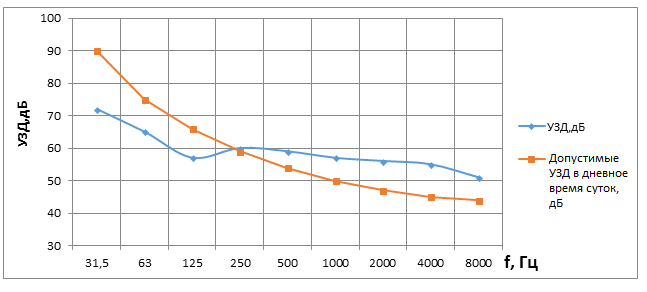
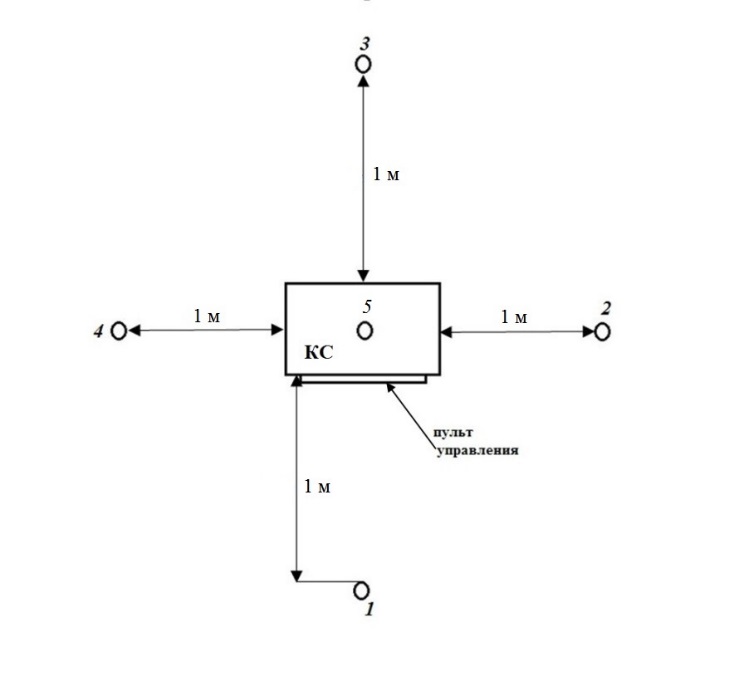


Рисунок 3.2 – Характеристика шума компрессорного агрегата АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2 на высоте 1,5 м и на расстоянии 7,5 м от его контура в сравнении с нормами по СН 2.2.4/2.1.8.562-96

Для определения уровней звуковой мощности определялись УЗ и УЗД на расстоянии 1 м от компрессора при высоте микрофона 1,5 м в точках 1-5.  
Результаты измерений акустических характеристик приведены в таблице 3.2.



1,2,3,4 – РТ; 5 ­– компрессорная станция

Рисунок 3.3 - Схема расположения точек измерений на расстоянии 1 м

Таблица 3.2 - Акустические характеристики компрессорного агрегата на расстоянии 1 м

| Величина | № точки измерения | | № измерения | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука, дБА |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Фоновый шум | - | | 1 | 76 | 69 | 57 | 52 | 52 | 51 | 47 | 40 | 28 | 55 |
| Шум  компрессора | 1 | | 2 | 72 | 66 | 68 | 81 | 74 | 75 | 73 | 71 | 64 | 80 |
| 3 | 80 | 71 | 69 | 82 | 75 | 75 | 73 | 71 | 64 | 80 |
| 4 | 77 | 70 | 68 | 81 | 74 | 74 | 72 | 70 | 63 | 79 |
| **\*\*** | | | **76** | **69** | **68** | **81** | **74** | **75** | **73** | **71** | **64** | **80** |
| 2 | | 5 | 78 | 70 | 67 | 83 | 77 | 74 | 71 | 70 | 67 | 80 |
| 6 | 74 | 67 | 66 | 83 | 76 | 74 | 71 | 70 | 67 | 80 |
| 7 | 75 | 67 | 66 | 83 | 76 | 73 | 70 | 70 | 67 | 79 |
| \*\* | | | **76** | **68** | **66** | **83** | **76** | **74** | **70** | **70** | **67** | **80** |
| 3 | | 8 | 81 | 74 | 67 | 81 | 73 | 71 | 69 | 68 | 69 | 78 |
| 9 | 75 | 68 | 65 | 81 | 73 | 70 | 68 | 68 | 69 | 78 |
| 10 | 78 | 75 | 68 | 81 | 73 | 70 | 69 | 68 | 69 | 77 |
| \*\* | | | **78** | **72** | **67** | **81** | **73** | **70** | **69** | **68** | **69** | **78** |
| 4 | | 11 | 67 | 65 | 68 | 84 | 79 | 75 | 72 | 71 | 68 | 81 |
| 12 | 67 | 65 | 69 | 84 | 79 | 75 | 72 | 71 | 68 | 81 |
| 13 | 67 | 65 | 68 | 84 | 79 | 75 | 72 | 71 | 68 | 81 |
| \*\* | | | **67** | **65** | **68** | **84** | **79** | **75** | **72** | **71** | **68** | **81** |
| 5 | 14 | | 72 | 66 | 65 | 78 | 76 | 72 | 70 | 67 | 60 | 78 |
| 15 | | 74 | 68 | 65 | 77 | 76 | 71 | 69 | 67 | 60 | 77 |
| 16 | | 69 | 64 | 65 | 78 | 76 | 72 | 69 | 66 | 60 | 77 |
| \*\* | | | **72** | **66** | **65** | **78** | **76** | **72** | **69** | **67** | **60** | **77** |
| Среднее значение уровней на измерительной плоскости | | | | 74 | 68 | 67 | 81 | 76 | 73 | 71 | 69 | 66 | 79 |
| \*\*- Среднее значение уровней на измерительной плоскости по точкам измерения. | | | | | | | | | | | | | |

В соответствии с ГОСТ Р 51402-99 уровни звуковой мощности определялись по формуле (6) и результаты занесены в таблицу 3.3.

Lw=Lp+10lg(S/S0) (1)

где

S =12– площадь измерительной поверхности,

Таблица 3.3 - Результаты расчетов уровней звуковой мощности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Уровень звуковой мощности Lw, дБ | 85 | 79 | 78 | 92 | 87 | 84 | 82 | 80 | 77 |

По результатам проведенных экспериментальных исследований компрессорный агрегат АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2:

1. В соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 не может использоваться на площадках, непосредственно прилегающих к жилым домам, зданиям поликлиник, домов отдыха, школ и других учебных заведений.
2. Возможно его использование на территории производственных помещений шум которых не должен превышать 80 дБА.

При условии применения данного компрессорного агрегата на транспортных средствах, открытых площадках и рабочих местах с более жесткими нормами по шуму, требует разработки мероприятий по снижению шума и средств шумоглушения.

# 4 АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СРЕДСТВ ШУМОГЛУШЕНИЯ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК (КУ)

На КУ преобладают ИШ механического (корпус двигателя и компрессора), аэродинамического (выпуск и всасывание двигателя, всасывание компрессора, вентиляторы систем охлаждения) и электромагнитного (при наличии электродвигателя) происхождения. Основными направлениями снижения шума ПКС является снижение шума в источнике; снижение воздушного шума на пути распространения, снижение структурного шума; организационно-технические мероприятия при обслуживании станции.

Предлагаемый комплекс шумозащиты станций как правило включает в себя: установку эффективного глушителя шума выпуска двигателя; размещение станции под звукоизолирующим капотом, имеющим звукопоглощение и вибродемпфирование; виброизоляцию блока «двигатель-компрессор»; виброизоляцию капота и всех трубопроводов, проходящих через него; виброизоляцию и звукоизоляцию корпуса глушителя шума выпуска. [3]

Для снижения шума компрессорных станций используются различные методы в зависимости от типа применяемых компрессоров. Рассмотрим некоторые из них.

**4.1 Шумоглушение ПКС с поршневыми компрессорами**

Фирма «Demag-FMAPokorny» выпустила одну из самых первых ПКС с производительностью 3 /мин с пониженным уровнем шума еще в 1963 году. Исследование станции показали, что основным источником шума, несмотря на глушитель, является выхлоп дизеля и не менее шумной является пульсация на всасывании компрессора и двигателя.

Размещение компрессора внутри звукоизолирующего капота ограничивает доступ холодного воздуха из окружающей среды к компрессору и промежуточному холодильнику. Поэтому глушение шума таким способом возможно только в следующих случаях:

- при поддержании определенной температуры смазочного масла двигателя и компрессора с тем, чтобы обеспечить достаточную вязкость смазки и избежать коксование;

- при нагреве воздуха, охлаждающего двигатель и компрессор, не более чем на 10 ◦С;

- необходимо избегать перегрева горючего в баке, который расположен внутри капота;

- не допускать нагрева аккумуляторных батарей выше 60-70 ◦С.

К значительному снижению шума поршневого компрессора во всем нормируемом диапазоне частот приводит замена воздушного охлаждения водяным. Водяная охлаждающая рубашка изолирует шум, генерируемый цилиндром, а также шум клапанов за счет значительного увеличения массы.

Шум всасывания в компрессор и ДВС уменьшается за счет установки глушителей всасывания типа трубы Вентури или специальных резонансных камер.

Шум выхлопа рекомендуется глушить специальными однокамерными, сдвоенными глушителями или глушителями, наполненными звукопоглощающим материалом.

Для глушения шума на впуске поршневых компрессоров используют простое и практическое устройство, представляющее собой резонатор Гельмгольца с боковым ответвлением. Эффективность его велика на резонансных частотах, поэтому резонатор целесообразно использовать в случаях, когда на впуске компрессора излучаются очень сильные звуки чистых тонов.

Для предотвращения колебаний от компрессора на другие детали ставят демпферы и устройства, при помощи которых колеблющуюся машину изолируют от фундамента. Наибольшее распространение получили простые и дешевые виброизоляторы [4]. В качестве изоляции используют резиновые прокладки, пружины или материал типа пробки или волокна.

Снижение колебаний трубопроводов достигается установкой дополнительных креплений для изменения жесткости и собственных частот трубопроводов, а также дроссельной шайбы или вентиля в точке, где колебательная скорость стоячих волн достигнет максимума. Для предотвращения передачи энергии соответствующих звуковых частот при установке компрессора на рамные конструкции необходимо предусмотреть его виброизоляцию от рамы.

**4.2 Глушение шума ПКС с винтовыми компрессорами**

Шум ПКС с винтовыми компрессорными станциями целесообразно снижать, пользуясь пассивными методами шумоглушения. В основном осуществляют известные меры по глушению выхлопа дизеля и акустической изоляции агрегата компрессор-двигатель.

Для охлаждения компрессора, двигателя, а также межступенчатого и концевого охладителей сжимаемого газа используют специальные вентиляторы с лопастями. Для снижения шума, создаваемого потоком охлаждающего воздуха и вентилятором, устанавливают специальные глушители.

Компрессор, двигатель, радиатор двигателя, масляной холодильник компрессора, вентилятор, ресивер, воздушные фильтры на всасывании в двигатель и компрессор, также располагают под шумоглушащим капотом.

Обслуживание станции осуществляется через герметично закрывающиеся щиты [5].

За рубежом накоплен ценный практический опыт снижения шума компрессорных станций. В качестве основных мер, обеспечивающих снижение уровня звука на 10-15 дБА, используются:

- размещение агрегата «двигатель-компрессор» под звукоизолирующим капотом из металлического листа или стеклопластика, облицованного звукопоглощающим материалом;

- акустическая обработка стенок каналов для подвода и отвода охлаждающего воздуха;

- установка глушителей шума выпуска на выхлопном тракте двигателя (для ДВС);

- виброизоляция агрегата «двигатель-компрессор» от рамы.

Довести эффект до уровня, превышающего 20 дБА (супершумозаглушенные КС), можно в дополнение к перечисленным мерам:

- установить шумоглушители на всасывающие фильтры двигателя и компрессора, а также на предохранительный клапан;

- демпфировать звукоизолирующий капот и основные излучатели вибрации;

- виброизолировать капот, все трубопроводы, глушитель выпуска;

- изготовить лопасти вентилятора из алюминия или пластмассы, обеспечив тщательную его балансировку;

- установить глушитель выпуска под капот или увеличить звукоизоляцию его стенок.

Кроме того, для глушения шума передвижных компрессорных станций их можно размещать в легких звукоизолирующих палатках (эффект не превышает 4-6 дБА). Палатки рекомендуется использовать при эксплуатации ПКС вблизи больниц, школ, детских учреждений.

Анализ технической литературы и проведенный патентный поиск показали, что попытки понизить шум в источнике или не дают существенного эффекта, или не применимы из-за сложности эксплуатации.

Основным направлением снижения шума компрессорных станций является капотирование блока «двигатель-компрессор».

Звукоизолирующий капот является эффективной конструкцией шумозащиты, позволяющей обеспечить при проектировании на основании расчета, требуемые уровни снижения шума. [6]

**4.3 Шумоглушение компрессорного агрегата АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2**

На основании проделанных измерений, мы выявили повышенный шум при работе компрессорного агрегата. Для компрессорного агрегата АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2 источниками повышенного шума являются всасывающий фильтр, корпус электродвигателя и система охлаждения компрессора (всасывающая крыльчатка).

Наиболее простым и дешевым способом снижения шума является устройство звукоизолирующих капотов, полностью закрывающих шумные агрегаты. Существенное преимущество этого способа – возможность снижения шума на любую требуемую величину в расчетных точках. Капоты могут быть съемными или разборными, они могут иметь смотровые окна, открывающиеся дверцы, а также проемы для ввода различных коммуникаций. При этом все перечисленные выше элементы должны быть конструктивно выполнены таким образом, чтобы обеспечить такую же акустическую эффективность, как и у сплошного герметического капота. [7]

Акустическая эффективность капота зависит от большого числа факторов: формы и размеров капота, жесткости элементов ограждения, площади вентиляционных каналов, среднего коэффициента звукопоглощения, звукоизоляции ограждающих конструкций, коэффициента потерь и др. [8]

Для снижения шума компрессорного агрегата предлагается использовать капот:

* габариты капота: длина - 800 мм, ширина 442 мм, высота 501мм
* габариты компрессорного агрегата: длина- 740 мм, ширина- 390мм, высота 473 мм
* материал капота – сталь толщиной 1,5 мм
* в качестве звукопоглощающего материала использован пенополиуретановый лист K-FONIK с открытыми порами, выполненный с выпуклой поверхностью в виде полусферы, толщиной 20 мм.

Конструкция изготовленного капота имеет 6 щелей с каждого торца для входа и выхода воздуха. Изготовленный капот и его сборочный чертеж представлены на рисунке 4.1 и 4.2



Рисунок 4.1 – Изготовленный капот

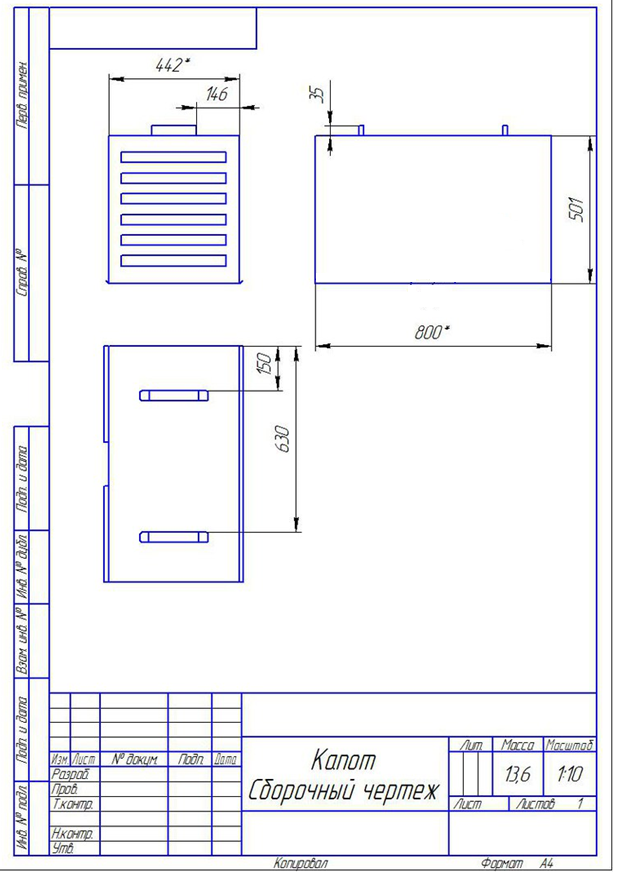


Рисунок 4.2 – Сборочный чертеж капота

**5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАПОТА**

Габариты машины: длина 0.74 м, ширина 0.39 м, высота 0,473 м.

Определяем акустическую эффективность капота по формуле [9] :

∆ +10lg - ∆отв (2)

где

∆- акустическая эффективность капота, дБ;

– звукоизолирующая способность стенки капота, дБ, представлены в таблице 5.1 [10]

Таблица 5.1 - Звукоизолирующая способность стен и перегородок акустически однослойной конструкции, дБ.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал конструкции | Толщина | Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц | | | | | | | |
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Сталь  (панели с ребрами жесткости) | 1 | 13 | 17 | 21 | 25 | 28 | 32 | 36 | 35 |

- площадь воображаемой поверхности вплотную окружающей источник шума, ;

- площадь поверхности капота, .

Определяем площадь воображаемой поверхности, окружающей машину и проходящей через расчетную точку,

S≈12.

Определяем поверхность источника шума:

Из конструктивных соображений выбираем капот с плоскими гранями и определяем площадь его поверхности. Допустим, что =3 .

**** (3)

где

αзпм - коэффициенты звукопоглощения облицованных внутренних поверхностей капота, представлены в таблице 5.2.

αн. - коэффициенты звукопоглощения необлицованных внутренних поверхностей капота

αист. – коэффициент звукопоглощения источника

αотв — коэффициент звукопоглощения отверстий.

Приведенный коэффициент звукопоглощения представлен в таблице 5.3 и значения расчетной эффективности капота приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.2 - Коэффициент звукопоглощения облицованных внутренних поверхностей капота

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f,Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|  | - | 0,23 | 0,16 | 0,25 | 0,65 | 0,75 | 0,81 | - |

м2 - площадь облицованных поверхно­стей,

м2 - площадь необлицованных внутренних поверхно­стей,

м2 - площадь источника,

м2 *-* площадь отверстий.

Приведенный коэффициент звукопоглощения капота

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f,Гц | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|  | 0,18 | 0,16 | 0,18 | 0,28 | 0,3 | 0,3 | 0,22 |

Таблица 5.4- Расчетная эффективность капота

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f,Гц | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| ∆, дБ | 1 | 4 | 7 | 12 | 14 | 14 | 16 |

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В процессе выполнения курсового проекта получены следующие результаты:

1. Произведен информационный поиск в области применения компрессорного оборудования.
2. Произведен анализ и оценка средств шумоглушения компрессорных установок;
3. Произведен расчет акустической эффективности предложенного капота. Как видно из таблицы 5.4 применение шумозащитного капота является эффективным методом снижения шума компрессорного агрегата АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2, поскольку его эффективность выше требуемого снижения.

**СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ**

ДВС ¬ двигатель внутреннего сгорания

ИШ – источник шума

КС – компрессорная станция

КУ – компрессорная установка

ПКС – передвижная компрессорная станция

РВД – рукав высокого давления

РТ ¬ расчетная точка

УЗ – уровень звука

УЗД – уровень звукового давления

***Уровень звука*** – уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднеквадратичное звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

***Допустимый уровень шума*** – уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму.

Термины и определения приведены в соответствии с СН-2.2.4/2.1.8.562-96.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 нормируемыми параметрами для постоянного шума являются уровни звукового давления , дБ, и уровни звука , дБА.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

[1] Дроздова Л.Ф., Кудаев А.В. Оценка и анализ шума компрессорных станций // Noise Theory and Practice. - 2016. – Т. 2. - №3. –30–37 с.

[2] ООО «Арсенал машиностроение». Агрегат компрессорный винтовой АРМ.АКВ.0,42/0,9Л.У2: руководство по эксплуатации. – СПб, 2015. –7–29 с.

[3] Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник / Н.И. Иванов. - 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Логос, 2013. – 201с.

[4] Кирпичников В.Ю. Вибровозбудимость конструкции и пути ее уменьшения / В.Ю. Кирпичников; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2011. –104 с.

[5] [Noise control guidelines written for gas compressor stations](https://elibrary.ru/item.asp?id=2715101). Frank L., Matthews N. Pipe Line & Gas Industry. 2010. Т. 79. № 4. p. 31-34.

[6] Subhro Nathak, Anand Puranik, Jeff Schut and Mohan D. Rao. Study of Noise Transmission from an Air Compressor. NOISE-CON 2008.

[7] Современные компрессорные станции. Воронецкий А.В. – М., 2009. -13 с.

[8] Инженерная экология и экологический менеджмент / под ред. Н.И. Иванов, И.М. Фадин. – М.: Логос, 2013. –214 с.

[9] Безопасность жизнедеятельности. Коллективные средства защиты. Справочное пособие по дипломному проектированию / под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадина. – СПб.: БГТУ, 1999. –122 с.

[10] Юдин Е.Я. Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1974. – 54 с.