|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *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-К5-02 | | | |
| 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 промышленной прачечной |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнил студент группы | | | | О1М31 | |
| Бабамуратов Б.Р. | | | | | |
| Фамилия И.О. | | | | | |
| Руководитель: | | | | | |
| Шашурин А.Е. | |  |  | | |
| Фамилия И.О. Подпись | | | | | |
| Оценка | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |  |
| «\_\_\_\_\_\_» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | 2018 г. |

Санкт - Петербург

2018 г.

# Реферат

В курсовом проекте на тему: «Разработка мероприятий по снижению шума от промышленной прачечной» были описаны пути распространения шума в прачечной и особенности источников шума на данных предприятиях.

Также была представлена характеристика и замеры шума на рабочих местах до и после применения мер по снижению шума (модернизации прачечной).

Проведены исследования шумозащитных материалов, архитектурно-строительных решений, и возможность их применения в целях повышения шумоизоляции помещения промышленной прачечной.

Был проведён опрос, посредством анкетирования работников прачечной и сотрудников, что находятся вблизи прачечной, в ходе которого была дана оценка эффективности мероприятий по снижению шума.

Произведен расчет виброизоляторов (амортизаторов) из упругих материалов для защиты постоянных рабочих мест производственных помещений прачечной от технологической вибрации, создаваемой компрессором.

Ключевые слова: шум, источники шума, шумозащита, виброзащита, уровень звукового давления, охрана труда, промышленная прачечная, архитектурно-строительные решения, технологические решения.

Данный курсовой проект содержит:

Страниц - 26;

Таблиц - 5;

Рисунков - 5;

Источников использованной литературы - 13.

**Содержание**

[Реферат 2](#_Toc518249546)

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc518249547)

[1. Источники шума и особенности работы промышленной прачечной 5](#_Toc518249548)

[1.1. Нормативы для производственных прачечных и алгоритм работы 5](#_Toc518249549)

[1.2. Шум и вибрация в помещениях прачечной 7](#_Toc518249550)

[1.3. Источники шума в помещениях прачечной 8](#_Toc518249551)

[1.4. Пути распространения шума в прачечной 9](#_Toc518249552)

[1.5. Замеры шума в ходе работы прачечной 10](#_Toc518249553)

[2. Методы борьбы с шумом 12](#_Toc518249554)

[2.1. Конструктивный метод 12](#_Toc518249555)

[2.2. Пассивный метод 12](#_Toc518249556)

[2.3. Практические приемы борьбы с шумом 12](#_Toc518249557)

[2.4. Применение шумозащитных методов на практике 13](#_Toc518249558)

[2.5. Расчет виброизоляторов (амортизаторов) из упругих материалов для защиты от общей технологической вибрации, создаваемой компрессором 21](#_Toc518249559)

[Заключение 24](#_Toc518249560)

[Список принятых сокращений 25](#_Toc518249561)

[Список использованных источников 26](#_Toc518249562)

# ВВЕДЕНИЕ

Шум — беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры. Под шумом понимается беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, мешающие получению полезной информации.

Превышения нормы воздействия шума на человека является вредным фактором рабочей среды и трудового процесса, воздействие которого на работника может вызывать профессиональное заболевание или другое нарушение состояния здоровья. Шум с уровнем звукового давления 30-35 дБ является привычным для человека и не беспокоит его. Повышение уровня звукового давления до 40-70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, снижение производительности умственного труда, а при длительном действии может явиться причиной невроза, язвенной и гипертонической болезни. Длительное воздействие шума свыше 75 дБ может привести к резкой потере слуха — тугоухости или профессиональной глухоте [1].

Предельно допустимые уровни шума на рабочих местах установлены с учетом тяжести и напряженности трудовой деятельности.

Главными источниками шума в промышленной прачечной являются стиральные и сушильным машины, компрессоры и система вентиляции.

Помимо стирки, следующие этапы обработки белья – это отжим и сушка. В процессе отжима влага удаляется из обрабатываемого белья при помощи центробежной силы, действующих на изделия во время вращения перфорированного барабана высокоскоростной машины. Скорость отжима в центрифугах может достигать 1500 оборотов в минуту, а загрузка – 60-120 кг, поэтому аппарат также необходимо крепить к полу.

В настоящее время проблему снижения шума решают не только конструкционно, путём замены оборудования на более современное, но и за счет применения широкого ассортимента вибро- и звукопоглощающих материалов при отделке помещений, перепланировки зданий в ходе проектирования или капитального ремонта помещений прачечных [2].

# 1. Источники шума и особенности работы промышленной прачечной

В данной работе рассмотрено снижение шума в помещениях прачечной.

Различают шум внешний, оказывающий воздействие на окружающих, так и шум внутренний, оказывающий воздействие на работников прачечной. Значение показателей шума для нежилых помещений нормируется ГОСТ, СНиП и международными стандартами.

# 1.1. Нормативы для производственных прачечных и алгоритм работы

Прачечная находится на 1 этаже одноэтажной части здания. В процессе работы потоки движения чистого и грязного белья не пересекаются.

В промышленной прачечной проводится стирка, дезинфекция и глажка. Суточная потребность в стирке: до 500 кг/сутки. Часы работы: с 8:00 до 17:00. Одна рабочая смена составляет 9 часов в сутки.

Средняя производительность (кг/сут) по цехам:

1. Стиральное отделение – 500 кг/сут.
2. Сушильно-гладильное отделение 500 кг/сутки.

Прачечная обслуживает: пациентов, медперсонал, пищеблок и обслуживающий персонал.

Загрузка в прачечной не механизированная, соответственно можно выделить следующую логистическую цепочку (алгоритм работы прачечной).

По мере накопления грязного белья, но не более сменного запаса (в выходные дни не более трехсменного запаса), белье на маркированных тележках отправляется в прачечное отделение. Загрузка производится один раз в сутки. Прием в прачечной грязного белья производится путем пересчета всех предметов белья с проверкой наличия на белье штампа установленного образца. В помещении для приема белья оно сортируется по степени загрязнения, цвету и ассортименту. Обеззараживание загрязненных выделениями и биологическими жидкостями изделий из текстильных материалов (нательного, постельного белья, полотенец, спецодежды медицинского персонала и др.) осуществляют в процессе стирки согласно технологии обработки белья в медицинских организациях. Остальное белье отправляется на временное хранение в кладовую грязного белья, откуда забирается с помощью маркированных тележек. Стирка и дезинфекция осуществляется в проходных стиральных машинах. Остальное белье стирается в обычных стиральных машинах [3].

После стирки из стирального цеха белье передается в сушильно-гладильную на тележке, где при необходимости сушится в сушильной машине и гладится с помощью каландера, гладильного пресса и гладильного стола.

Для предотвращения возможного загрязнения чистое белье транспортируется в подразделения, упакованное по 10 кг в чистые холщовые мешки.

Для прачечной требуется электрооборудование, системы горячего и холодного водоснабжения, канализации; приточная и вытяжная вентиляционные системы с механическим побуждением. Система отопления должна соответствовать требованиям, предъявляемым к производственным помещениям.

Обработка в прачечной текстильных изделий медицинских учреждений должна обеспечивать их полное обеззараживание, что достигается стиркой с кипячением, дезинфекцией химическими препаратами и глажением при температуре не ниже 110 °C для изделий из смешанных и не ниже 140 °C - из хлопчатобумажных и льняных тканей. В кладовой грязного белья устанавливается бактерицидная лампа. Все оборудование для прачечной является профессиональным оборудованием, которое работает от 3-х фазной сети 380 вольт [4].

По внутреннему и внешнему шуму — не более 65 дБА ( отечественный ГОСТ).

Снижение шума на 3 дБА субъективно воспринимается человеком как, снижение звукового давления примерно в 2 раза. Зависимость изменения шума выраженная в дБА величина — логорифмическая.

Особое значение имеет частотная характеристика шума — важная составляющая акустического комфорта в помещении. Так современное оборудование может соответствовать самым жестким стандартам по общему уровню шума и вибраций, но частотная характеристика шума будет такова что на всех или некоторых режимах работы можно услышать неприятные звуки высокой или низкой тональности.

Воздух забирается из помещения прачечной, проходит сквозь нагревательные элементы и «пронизывает» белье, унося с собой влагу. Далее влажный теплый воздух проходит через фильтр, где он очищается от ворса и очеса, и выводится в вентиляцию. Чтобы белье не скручивалось в комок, используется функция реверса.

Задачи гладильного оборудования – окончательно досушить, продезинфицировать белье и придать ему аккуратный внешний вид. Для разглаживания необходимы опора для белья (то есть поверхность для глажки), высокие температуры и механическое воздействие.

Гладильные катки (прессы) подходят для прямого белья с содержанием влаги не более 20%. Белье в них при помощи подающего вала перемещается вдоль нагретой гладильной поверхности.

Практически на всех предприятиях широко применяются гладильные столы – с нагревающейся рабочей поверхностью, функцией прижима белья к поверхности, функцией поддува для деликатных изделий, позволяющей распрямлять волокна паром.

В качестве примера можно привести сравнение характеристик шума до и после капитального ремонта здания прачечной, ощутимый вклад в шумовое загрязнение вносит устаревшее оборудование, которое проигрывает современному, в виду совершенствования систем современных платформ, на которые устанавливаются промышленные машины, конструкций двигателей и прочих особенностей современного оборудования.

# 1.2. Шум и вибрация в помещениях прачечной

По природе происхождения шумы делятся на воздушные и структурные. Средой распространения воздушного шума является воздух. Средой распространения структурного шума является твердое тело. Применительно к помещению прачечной это выглядит так. Работающий двигатель через элементы крепления и барабаны, передает вибрацию на кузов, панели которого в зависимости от степени вибрации издают звук — структурный шум.

Профессиональные машины — это усовершенствованные версии бытовых. У них расширенные барабаны, несколько нагревательных элементов, они способны обеспечивать десятки циклов стирки в смену. Приведем перечень характеристик, влияющих на уровень производимого шума и вибраций которыми обладает профессиональная стиральная машина: большая загрузка, возможность программирования; наличие амортизаторов, отсутствие резиновой манжеты; внутренний барабан опирается на ролики, а не жестко крепится к задней стенке; корпус и барабан выполнены из специальных материалов; мощные нагревательные элементы; два входа для воды; высокая степень прочности комплектующих. Максимальный объём загрузки сухого белья в бытовую машину 5-6 кг., в то время как загрузка профессиональной стиральной машины может достигать порядка 110 кг.

# 1.3. Источники шума в помещениях прачечной

Условно подразделяются на две группы:

1) Первичные:

* Двигатели и барабаны стиральных и сушильных машин;
* Компрессоры для сушильных установок;
* Система вентиляции помещений;
* Пресс гладильный;
* Каландр гладильный;

2) Вторичные:

* Электрощитовые;
* Тележки для сухого и мокрого белья;
* Сотрудники прачечной (работа с аппаратами, инструментами, разгрузочные работы, передвижение по помещению прачечной и речь).

Необходимо выделить следующие источники шума, по степени вклада, в общую картину шума в помещении прачечной: Двигатели и бараны, компрессоры, гладильные прессы и каландры, системы вентиляции (в случае с промышленной прачечной N – это огромный вентилятор, расположенный на одном этаже с остальными источниками шума).

# 1.4. Пути распространения шума в прачечной

Воздушный шум от первичных источников проникает в помещение прачечной через неплотности кузова аппаратов (проемы, технологические отверстия с разных сторон, вентиляционные отверстия). Чем толще металл, стекло и панели кузова аппаратов, тем выше их звукоизоляционные свойства. Воздушный шум от первичных источников тем ниже, чем совершенней конструкция самих источников: двигателей, барабанов, системы вентиляции аппаратов и помещения, систем набора и отвода воды. Особенно важно отметить расположение компрессора.

Структурный шум проникает в помещение и на улицу через элементы подвески стиральных и сушильных машин, систем вентиляции, изолированности компрессора. Вибрация передаваемая через пол и стены, заставляет колебаться все без исключения связанные объекты, которые в свою очередь излучают структурный шум. Кроме того, звук, излучаемый элементами систем вентиляции и в ходе работы оборудования , приводит к дополнительному возбуждению пола и стен, что вносит ощутимый вклад в общий уровень внутреннего шума. В общий уровень шума от аппаратов и машин в прачечной немалую долю вносит отраженный звук (звук, получающийся при отражении звуковых потоков, издаваемых первичными источниками, от покрытия стен, потолка и пола).

Профессиональные стиральные машины могут быть низкоскоростными и высокоскоростными. Первые отжимают белье на скорости до 500 оборотов в минуту, влажность белья на выходе составляет до 80% (хлопка – 100%). Барабан в таких машинах жестко крепится к раме, а вибрации передаются в пол. Машина требует жесткого крепления к полу, поэтому устанавливается на бетонное основание, высота которого составляет не менее 300 мм, и фиксируется болтами.

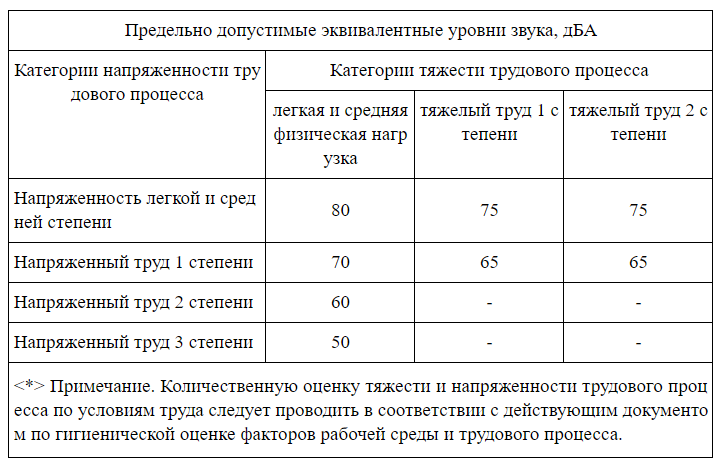
Исходя из объёмов работ, наличия промышленного оборудования, его размеров и количества аппаратуры, необходимой для работы промышленной прачечной можно определить, что уровень шума превышает тот, что можно предполагать, основываясь на данных использования бытовых аппаратов.

Промышленное профессиональное оборудование должно быть установлено в специально подготовленных местах (на усиленном фундаменте, в отдельном помещении с необходимой вентиляцией).

# 1.5. Замеры шума в ходе работы прачечной

Труд бывает разной сложности, поэтому действующий СанПиН это тоже учитывает и вводит лимит шума по классам условий труда. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА представлены на таблице 1.

Таблица 1. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА



Учитывая особенности допустимых уровней звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест являются важным аспектом оборудования рабочих мест [5].

Крайне важно соблюдать установленные законом нормы согласно таблице 2, во избежание заболеваний и нарушений в организме человека, которые может вызвать шум.

Таблица 2. Классы условий труда в зависимости от уровней шума, локальной, общей вибрации, инфра- и ультразвука на рабочем месте

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название фактора, показатель, единица измерения | Класс условий труда | | | | | |
| Допустимый | Вредный | | | | Опасный |
| 2 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 4 |
| Превышение ПДУ до ... дБ/раз (включительно): | | | | | |
| Шум, эквивалентный уровень звука, дБА | <=ПДУ[(1)](#sub_11167) | 5 | 15 | 25 | 35 | >35 |
| Вибрация локальная, эквивалентный корректированный уровень (значение) виброскорости, виброускорения (дБ/раз) | <=ПДУ[(2)](#sub_11168) | 3/1,4 | 6/2 | 9/2,8 | 12/4 | >12/4 |
| Вибрация общая, эквивалентный корректированный уровень виброскорости, виброускорения (дБ/раз) | <=ПДУ[(2)](#sub_11168) | 6/12 | 12/4 | 18/6 | 24/8 | >24/8 |
| Инфразвук, общий уровень звукового давления, дБ/Лин | <=ПДУ[(3)](#sub_11169) | 5 | 10 | 15 | 20 | >20 |
| Ультразвук воздушный, уровни звукового давления в 1/3 октавных полосах частот, дБ | <=ПДУ[(4)](#sub_11170) | 10 | 20 | 30 | 40 | >40 |
| Ультразвук контактный, уровень виброскорости, дБ | <=ПДУ[(4)](#sub_11170) | 5 | 10 | 15 | 20 | >20 |
| (1) В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки".  (2) В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий".  (3) В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4./2.1.8.583-96 "Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки".  (4) В соответствии с санитарными правилами и нормами СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 "Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения". | | | | | | |

# 2. Методы борьбы с шумом

Методы борьбы с шумом разделяются на конструктивный и пассивный.

2.1. Конструктивный метод

1. Применение более совершенных силовых агрегатов машин (инверторных двигателей, современных барабанов и т.д.);
2. Правильный подбор и расчет эластичных элементов подвески силового агрегата;
3. Правильный расчет конструкции системы вентиляции;
4. Рациональное размещение оборудования;
5. Правильное проектировании конструкции фундамента (для стиральных и сушильных машин), стен и чердачных помещений (элементы вентиляции выводить из рабочих помещений);
6. Выбор прогрессивных конструкций уплотнителей окон и дверных проемов и т.д.

# 2.2. Пассивный метод

1. Применение шумоизоляционных и прокладочных материалов.
2. Применение современного оборудования.

Применение архитектурно-строительных, технологических решений, включающих модернизацию или полную замену системы вентиляции являются наиболее эффективными решениями по снижению уровня шума и вибраций. Для достижения максимального эффекта в случае, если это целесообразно производится модернизация или замена оборудования самой прачечной на более современное [6].

# 2.3. Практические приемы борьбы с шумом

Для борьбы с шумом в помещениях проводятся мероприятия как технического, так и медицинского характера. Основными из них являются:

* устранение причины шума, т. е. замена шумящего оборудования, механизмов на более современное нешумящее оборудование;
* изоляция источника шума от окружающей среды (применение кожухов, звукопоглощающих строительных материалов);
* ограждение шумящих производств зонами зеленых насаждений;
* применение рациональной планировки помещений;
* использование дистанционного управления при эксплуатации шумящего оборудования и машин;
* использование средств автоматики для управления и контроля технологическими производственными процессами;
* использование индивидуальных средств защиты (беруши, наушники);
* проведение периодических медицинских осмотров с прохождением аудиометрии;
* соблюдение режима труда и отдыха;
* проведение профилактических мероприятий, направленных на восстановление здоровья.

Интенсивность звука определяется по логарифмической шкале громкости. В шкале — 140 дБ. За нулевую точку шкалы принят «порог слышимости» (слабое звуковое ощущение, едва воспринимаемое ухом, равное примерно 20 дБ), а за крайнюю точку шкалы — 140 дБ — максимальный предел громкости.

Громкость ниже 80 дБ обычно не влияет на органы слуха, громкость от 0 до 20 дБ — очень тихая; от 20 до 40 — тихая; от 40 до 60 — средняя; от 60 до 80 — шумная; выше 80 дБ — очень шумная [7].

# 2.4. Применение шумозащитных методов на практике

Проект архитектурно-строительных решений утверждается на основании целесообразности, затем составляется смета и производится проверка соответствующих фирм и организаций на осуществление необходимых видов работ.

Результаты измерений в расчётных точках показывают, что меры, принятые в ходе капитального ремонта, а также замены оборудования существенно снижают уровень шума.

Были произведены замеры шума в расчётных точках на местах работы персонала прачечной, в ходе которого было установлено снижение уровня шума со средним значением с 87-92 дБ (до принятия мер по снижению шума) до 58-65 дБ (после принятия мер по снижению шума). Данные представлены иcходя из среднего значения, согласно замерам, произведённых на местах РТ в разные промежутки времени. Расположение РТ можно увидеть на рисунке 1.

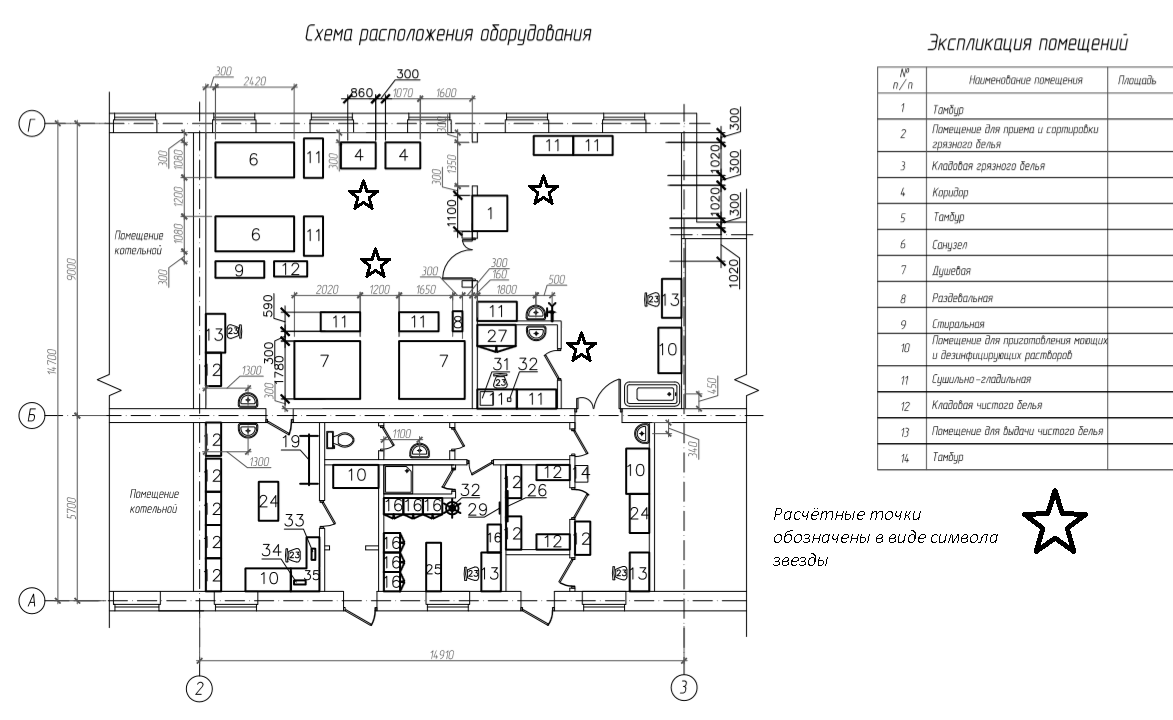


Рисунок 1. Расположение расчётных точек на местах наиболее сильных источников шума в помещении прачечной

Исследователем был проведён опрос сотрудников предприятия посредством анкетирования, в ходе которого было опрошено 100 респондентов (из них 50 – работники, которые контактируют с шумом внутри помещения прачечной, а 50 – работают поблизости, но не в самой прачечной). В таблице 3 представлены результаты опроса «Об изменениях уровня шума в прачечной и вблизи неё во время работы до и после принятия мер по снижению шума». Была использована шкала субъективной оценки от 1 до 5, в которой были представлены следующие определения:

1 – крайне сильный уровень шумового воздействия («дискомфорт»);

2 – достаточно неприятный уровень шумового воздействия («назойливый шум»);

3 – умеренный уровень воздействия («норма»);

4 – комфортный уровень («почти не слышно»);

5 – тишина («отсутствие шума»)

Таблица 3. Результаты опроса «Об изменениях уровня шума в прачечной и вблизи неё во время работы до и после принятия мер по снижению шума»

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | Всего  Респондентов - 100:  50 человек -работники прачечной,  50 – работают поблизости | Вблизи помещения прачечной  (во время работы) | | Внутри прачечной  (во время работы) | | Разница в данных \* | |
| 1. | До | После | До | После | Вблизи | Внутри |
| До | После |
| 2 | Оценки уровня шумового воздействия в баллах |
| 3. | 1 балл | 0 | 0 | 11 | 0 | - | 11 |
| 4. | 2 балла | 0 | 0 | 26 | 0 | - | 26 |
| 5. | 3 балла | 46 | 15 | 48 | 64 | 31 | 16 |
| 5. | 4 балла | 37 | 63 | 15 | 36 | 26 | 21 |
| 6. | 5 баллов | 17 | 22 | 0 | 0 | 5 | - |
| \* « - » - отсутствие разницы в полученных в ходе опроса данных | | | | | | | |

Данные, полученные в результате опроса показывают, что эффективность мер, принятых для снижения уровня шума и вибраций была достаточно высокой, как для непосредственных участников работы на промышленной прачечной, так и для сотрудников, что располагаются в непосредственной близости к зданию прачечной.

Чтобы эффективно бороться с шумом, необходимо разобраться в причинах, способствующих его возникновению, а по результатам проведённых исследований составить план, на основе которых рассматривать возможные архитектурно-строительные и технологические решения.

Необходимо отметить, что меры, принимаемые для снижения шума необходимо рассматривать комплексно. Одним из основных составляющих в процессе модернизации является экономический фактор, ведь необходимо обосновать целесообразность тех или иных затрат на модернизацию или полную замену элементов промышленной прачечной.

Сюда необходимо включать не только работы по усилению фундамента, несущих конструкций и потолка, но и замену системы вентиляции, отопления, коммуникаций (подвода и отвода воды). В добавок ко всему вышесказанному, при необходимости надо производить замену аппаратной части на более современную, для повышения производственных мощностей, а также улучшения условия труда работников, особенно в вопросах, касательно шума, так как специфика работы в промышленной прачечной предполагает повышенный уровень шума, непосредственно вблизи с работающими аппаратами [8].

Природа шумов и вибраций в промышленной прачечной разная: разные источники, разные частотные спектры, разная интенсивность. Самая большая проблема при борьбе с шумом – это то, что металл кузова является прекрасным проводником звука, хоть конструкция машин и предполагает снижение вибрации за счёт основы из бетона. Естественно, что не существует и универсальных материалов, которые одинаково хорошо снижают шумы на всех частотах. Лучший способ – использовать материалы и технические решения, где каждый элемент в совокупности имеет свои определенные свойства, и такое решение в целом обладает оптимальной характеристикой шумо- и вибропоглощения. Целесообразно учитывать бюджет, на этапе подбора методов решения проблем.

При строительстве и отделке помещений используют принцип «многослойности», в ходе которого между слоями бетона в качестве изолирующего материала используют минеральную вату, монтажные пены и другие наполнители, которые помогают снизить уровень шума и вибрации

Одни материалы обладают хорошими демпфирующими свойствами – будучи встроенными в пластмассовой панели или к тонкому листовому металлу корпуса машины, они увеличивают его массу и снижают частоту резонанса.

Другой механизм лежит в основе материалов из вискозоэластичных компонентов, преобразующих энергию "шумовых" колебаний в тепловую. После установки машин на правильные основания вместо сильного шума вибрирующий элемент уже издает намного более тихий и глухой звук, амплитуда которого быстро затухает (в основаниях промышленных машин используют несколько принципов гашения вибрации, которые включены в них заводом производителем) [9].

Основой любого помещения является фундамент, на котором установлено оборудование и находятся все помещения прачечной.

В рассматриваемой промышленной прачечной N было однозначно принято нецелесообразным делать весь фундамент усиленным, так как персонал в ходе работ, включающих погрузку и разгрузку, а также любые передвижения не создавал такого уровня шума и вибраций, чтобы была необходимость полностью усиливать фундамент.

Было решено внести в проект архитектурных решений места, где будут работать стиральные и сушильные машины, включая другие элементы, и уже на основании запланированных мест установки оборудования соорудить для этих аппаратов усиленный фундамент в виде «тумб». Это решение существенно снизило затраты на капитальный ремонт.

Усиленный фундамент погружён в основание участка земли гораздо глубже обычного и помимо углубления представляет из себя монолитную конструкцию, состоящую из металла и бетона, глубого уходящего в основание фундамента, способную выдерживать повышенные нагрузки.

Данное решение проблемы отвода вибраций, в виду особенности конструкции машин и их оснований является частным случаем, в виду особенностей проекта, но может быть применено в отношении других случаев, если это будет целесообразно и допустимо из соображений безопасности строительных работ. Образец усиленного фундамента в виде «тумбы» представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Промышленная машина для сушки, установленная на усиленном элементе фундамента, выполненном в виде «тумбы»

Пол покрыт плиткой, под которой помимо бетонного пола были сделаны две прослойки из разных земельных пород, для большей устойчивости.

Деревянные рамы окон заменены на новые, выполненные из стеклопластика, шумо- и виброзащитные свойства которых на порядок лучше деревянных, в виду применения при их изготовлении современных технологий и материалов, включающий принцип «многослойности». Они имеют меньшие зазоры, вследствие чего почти герметичны и долговечнее по сравнению с деревянными рамами для окон [10].

Замена окон является обоснованной с точки зрения снижения шума как внутри помещений прачечной, так и вокруг неё, так как в процессе работы уровень шума является нормальным для производственного помещений, но не для сотрудников офисов и прочих работников, близлежащих зданий, включая персонал, незадействованный в работе прачечной.

Система вентиляции была заменена, так как предыдущая предполагала наличие огромного вентилятора, который был сильным источником шума. Его можно увидеть на рисунке 3.

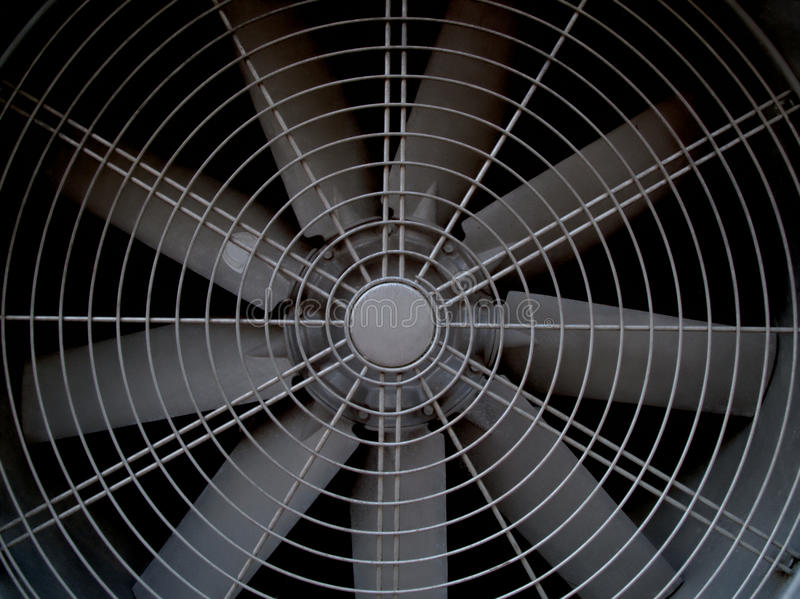


Рисунок 3. Главный винт системы вентиляции

На прачечной была модернизировала система вентиляции. Рекуперация тепла в современной системе вентиляции появилась за счёт перемещения основных элементов вентиляции на чердачное помещение, где потолок представляет из себя трёхслойную прослойку из бетона, стекловаты между слоями ещё одного слоя бетона. Этот «многослойный» потолок одноэтажного здания изолирует помещения прачечной от чердачного помещения [11]. Следовательно за счёт изоляции чердачного помещения и установки на ней современной системы вентиляции, она более не представляет из себя источник шума, влияющий на РТ в виду того, что изолирована от рабочих помещений прачечной. Принцип работы новой вентиляции, установленной на чердачном помещении представлен на рисунке 4.

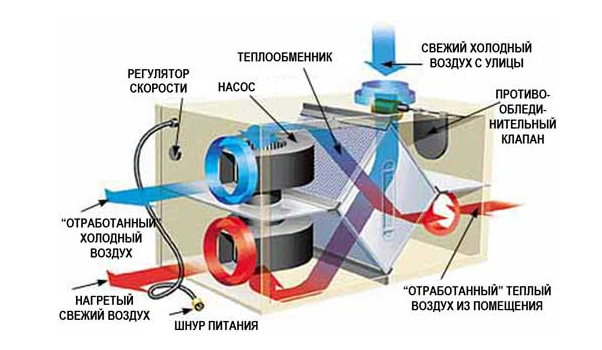


Рисунок 4 Рекуперация тепла в современной системе вентиляции

Одним из «лидеров», среди источников шума и вибраций был и остаётся компрессор, который раньше находился в одном помещении с работниками, а теперь располагается от рабочей зоны за 2-3 стенами помещений в складском помещении, за счёт чего существенно повысился комфорт на рабочих местах в прачечной.



Рисунок 5. Компрессор, установленный в отдельном складском помещении

Практически идеальным вариантом звукоизоляции считается устройство дополнительных стенок, так называемую «комнату в комнате». Такой способ снижает шум практически в шесть раз, то есть постфактум сводит его на «нет».

Но в этом случае есть один огромный недостаток - вы уменьшаете размер помещения, что в условиях современных реалий необходимо лишь при переоборудовании или проектировки прачечной вблизи жилых помещений.

Вопрос экономической и практической целесообразности является первостепенным на сегодняшний день, в виду чего этот вариант рассматривается лишь, как часть отделки особо шумных помещений, который может входить в комплекс мер по снижению шума [12].

# 2.5. Расчет виброизоляторов (амортизаторов) из упругих материалов для защиты от общей технологической вибрации, создаваемой компрессором

По ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность» определяем предельно допустимое значение (гигиеническую норму) корректированного уровня виброскорости , для заданного рабочего места, согласно таблице 4.

Таблица 4. Санитарные нормы показателей вибрационной нагрузки на операторов (фрагмент ГОСТ 12.1.012-90)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категория вибрации по санитарным нормам | Характеристика условий труда | Корректированный по частоте уровень виброскорости, дБ |
| Категория 1  Безопасность | Транспортная вибрация, воздействующая на операторов транспортных средств при их движении по местности | 116 |
| Категория 2  Граница снижения производительности труда | Транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на операторов машин, перемещающихся по производственному помещению, промышленной площадке  или горной выработке | 101 |
| Категория 3 тип «а»  Граница снижения производительности труда | Технологическая вибрация, воздействующая на операторов стационарных машин и оборудования или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации | 92 |
| Категория 3 тип «б»  комфорт | Вибрация на рабочих местах работников умственного труда и персонала, не занимающегося физическим трудом | 75 |

Рассчитываем потребную величину снижения *,* и потребное значение коэффициента передачи (*КП*) вибраций по формуле:

;

По числу оборотов вала электродвигателя найти частоту вынужденных колебаний *f*,Гц и необходимую частоту собственных колебаний по формуле:

, Гц ;

Расчет виброизоляторов, изготовленных из резины 8506, для защиты постоянных рабочих мест производственных помещений предприятия от технологической вибрации с корректированным уровнем виброскорости 106 дБ, создаваемой компрессором массой 130 кг с числом оборотов вала электродвигателя 1980 об/мин.

Определив предельно допустимое значение корректированного уровня виброскорости для постоянных рабочих мест производственных помещений предприятия =92 дБ;

Рассчитываем потребную величину снижения уровня вибрации:

*;*

Потребное значение коэффициента передачи (*КП*) вибраций:

*;*

Находим частоту вынужденных колебаний виброизолируемого агрегата:

*;*

Частота собственных колебаний виброизолируемого агрегата:

;

Статическая осадка амортизаторов:

==0,11 см;

#### Таблица 5. Характеристика резин, используемых для виброизоляторов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка резины | Динамический  модуль упругости | Марка резины | Динамический   модуль упругости |
| 3311 | 250 | 199 | 196 |
| 2959 | 63 | 3826 | 236 |
| 2566 | 38 | 9831 | 166 |
| 8506 | 126 | 56 | 72 |
| 4326 | 226 | ИРП-1347 | 54 |

Из таблицы 5 выбираем значение динамического модуля упругости , принимаем значение допустимой нагрузки на сжатие и определяем высоту амортизаторов:

*;*

Суммарная площадь поперечного сечения амортизаторов:

*;*

Выбираем размер стороны квадратного изолятора, *а*=0,05 м;

Полная высота амортизатора:

=5,25 см;

Площадь сечения одного виброизолятора:

;

Число требуемых виброизоляторов:

Для защиты постоянных рабочих мест производственных помещений прачечной от технологической вибрации, создаваемой компрессором массой 130 кг с числом оборотов вала двигателя 1980 (об/мин), необходимо применить 4 резиновых амортизатора высотой 5,25 см [13].

# Заключение

В результате данной работы было разработан комплекс мероприятий по снижению уровню шума в помещениях промышленных прачечной и на прилегающей к ней селитебной территории.

Помимо разбора архитектурно-строительных и технологических решений были изучены особенности аппаратной части современной прачечной, включая дорогостоящее профессиональное производственное оборудование.

В качестве средств шумозащиты были приведены архитектурно–строительные и технические решения, включающие в себя полную замену старой системы вентиляции, усилением фундамента в необходимых местах, изоляцией чердачного помещений, замены оконных рам.

Были приведены данные измерений в расчетных точках до и после принятия мер по снижению уровня шума.

Был проведен опрос, по результатам которого можно сделать вывод, что проведение данных мероприятий по снижению уровня шума было успешно выполнено и может применяться к аналогичным ситуациям.

Был произведен расчет виброизоляторов (амортизаторов) из упругих материалов для защиты постоянных рабочих мест производственных помещений прачечной от технологической вибрации, создаваемой компрессором.

Весь комплекс мероприятий по снижению уровня шума в помещении прачечной и возле неё привёл к получению данных об уровне шума в пределах нормативных значений.

## Список принятых сокращений

ЗИ – звукоизоляция.

ЗП – звукопоглощение.

ИШ – источник шума.

РТ – расчетная точка.

УЗД – уровень звукового давления.

## Список использованных источников

1. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник / Н.И. Иванов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2015 – 424 с.
2. Горлов Ю.П Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий Москва: Высшая школа, 1989 – 384 с.
3. Инструкция по технологии обработки белья медицинских учреждений на фабриках-прачечных, Москва, 1986 – 25 с.
4. Гриванова С.М., Гриванов И.Ю. Методика расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферу для предприятий бытового обслуживания, Владивосток, 2004 – 47 с.
5. Лопашев Д.З., Осипов Г.Л., Федосеева Е.Н. Методы измерения и нормирование шумовых характеристик – М.: Государственное издательство стандартов, 1983 – 232 с.
6. Осипов Л.Г., Бобылев В.Н. Звукоизоляция и звукопоглощение. –М.: Астрель, 2009 – 450 с.
7. Руководство Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда, Москва, 2006 – 125 с.
8. Руководство 2.2.013-94 «Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести, напряженности трудового процесса», Москва, 2003 – 86 с.
9. Eckard Mommertz. Acoustics and sound insulation. Birkhäuser, 2009 – 112 с.
10. Sound Insulation: Theory into Practice. Dr Carl Hopkins. — Routledge, 2008 – 181 с.
11. Malcolm J. Crocker Handbook of noise and vibration control/ Edited by Malcolm J. Crocker, John Wiley and Sons Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2007 – 86 с.
12. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения в промышленных зданиях, Москва: Стройиздат, 1982 – 128 с.
13. Руководство по проектированию виброизоляции машин и оборудования, Москва: Стройиздат, 1972 – 159 с.