

Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

Научная статья

УДК 624.922

<http://doi.org/10.24866/2227-6858/2022-2/126-135>

М.В. Соколов, А.В. Покатилов, И.В. Кузнецов, В.П. Тациенко, Н.В. Крупина

СОКОЛОВ МИХАИЛ ВАЛЕРЬЕВИЧ – к.т.н., доцент кафедры автомобильных дорог и городского кадастра, smv.ad@kuzstu.ru

ПОКАТИЛОВ АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ – к.т.н., директор Строительного института, pav.tsp@kuzstu.ru

КУЗНЕЦОВ ИЛЬЯ ВИТАЛЬЕВИЧ – к.т.н., заведующий кафедрой строительных конструкций, водоснабжения и водоотведения, kuznetcov-ilia@yandex.ru

ТАЦИЕНКО ВИКТОР ПРОКОПЬЕВИЧ – д.т.н., профессор кафедры горных машин и комплексов, tatsienkovp@kuzstu.ru

КРУПИНА НАТАЛЬЯ ВАСИЛЬЕВНА – доцент кафедры автомобильных дорог и городского кадастра, smv.ad@kuzstu.ru

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
Кемерово, Россия

Разработка мобильного шумозащитного укрытия для шахтных вентиляционных установок

Аннотация. Представлен анализ научных публикаций по шумозащитным укрытиям. Выполнено моделирование мобильной шумоподавляющей установки для надшахтной вентиляционной установки. Указаны основные параметры разработанных узлов и элементов металлической конструкции. Определена область внедрения запроектированной установки в производственных условиях. Проведены измерения шумовой нагрузки в зоне действия надшахтной вентиляционной установки УВЦГ-9. Разработаны рекомендации для оптимизации условий труда при эксплуатации мобильной установки.

Ключевые слова: шум, вентиляционная установка, шумозащитное укрытие, шумопоглощающий материал, шахтные вентиляторы, шумоподавление, надземные конструкции

Для цитирования: Соколов М.В., Покатилов А.В., Кузнецов И.В., Тациенко В.П., Крупина Н.В. Разработка мобильного шумозащитного укрытия для шахтных вентиляционных установок // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2022. № 2(51). С. 126–135.

Введение

При добыче полезных ископаемых подземным способом важными условиями обеспечения нормальных условий для производства работ являются обеспечение циркуляции воздуха и снижение уровня загазованности в шахтах. Для решения данной проблемы применяют вентиляционные стволы и скважины в совокупности с вентиляционными установками, которые размещаются на поверхности. Данная совокупность инженерных решений обеспечивает принудительную циркуляцию воздуха в шахтах, а также извлечение вредных газов на поверхность.

Как правило, надшахтные вентиляционные установки имеют типовые решения и состоят в основном из входного и выходного патрубков, высокочастотного и оборотистого двигателя. Однако данные установки имеют ряд недостатков:

- из-за значительных габаритов двигателя размещение установок допустимо только на поверхности, что в свою очередь требует полного комплекса временных вспомогательных зданий и сооружений (трансформаторная подстанция, станция управления установками, молниеотводы, забор и др.);

- из-за высокой частоты и мощности двигателей, а также скорости воздушного потока из выходного патрубка вентиляционные установки являются источниками высокочастотного шума (гула) мощностью свыше 100 дБ.

Цель и задачи

Цель статьи – обосновать внедрение шумозащитной конструкции вентиляционной установки для оптимизации условий проживания и работы людей в зоне воздействия шумовой нагрузки. Для этого необходимо:

- 1) выполнить анализ научной литературы по шумоподавляющим конструкциям;
- 2) запроектировать мобильное укрытие для надшахтной вентиляционной установки;
- 3) ввести в эксплуатацию разработанную модель;
- 4) провести измерения шумовой нагрузки при использовании мобильного укрытия и выполнить анализ результатов.

Проектирование мобильного укрытия для вентиляционной установки УВЦГ-9

Для решения указанных проблем наиболее перспективны временные мобильные сборно-разборные конструкции (укрытия), сооружаемые вокруг вентиляционных установок и предназначенные для монтажа шумоотражающих и шумопоглощающих материалов. К таким сооружениям предъявляются обязательные требования: обеспечение прочности и устойчивости сооружения и его защита от вибраций; соответствие требованиям пожарной безопасности; создание нормальных условий отвода вредных газов; обеспечение защиты от шума. В качестве дополнительных требований необходимо учитывать габариты отдельных конструктивных элементов с целью упростить процесс транспортировки по дорогам общего пользования.

Примером такого сооружения является разработанное авторами мобильное укрытие для вентиляционной установки УВЦГ-9 (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид мобильного укрытия вентиляционной установки УВЦГ-9
Здесь и далее иллюстрации авторов

Мобильное укрытие вентиляционной установки УВЦГ-9 запроектировано в стальном исполнении согласно каркасной схеме с выделением основных сборно-разборных панелей,

связанных между собой болтовыми соединениями. Укрытие относится к временным сборно-разборным сооружениям. Устойчивость и геометрическая неизменяемость укрытия обеспечиваются благодаря жесткости стеновых панелей и панелей покрытия полной заводской готовности и горизонтальных связей из прокатного профиля.

В плане укрытие имеет размеры 6,000×5,990 м общей полезной площадью 31,9 м², при этом предусмотрено расположение вентиляционной установки УВЦГ-9, основных габаритов 3,9×2,5 м, входного и выходного патрубков, зоны для осмотра и обслуживания агрегатов установки УВЦГ-9 шириной не менее 0,8 м (рис. 2).

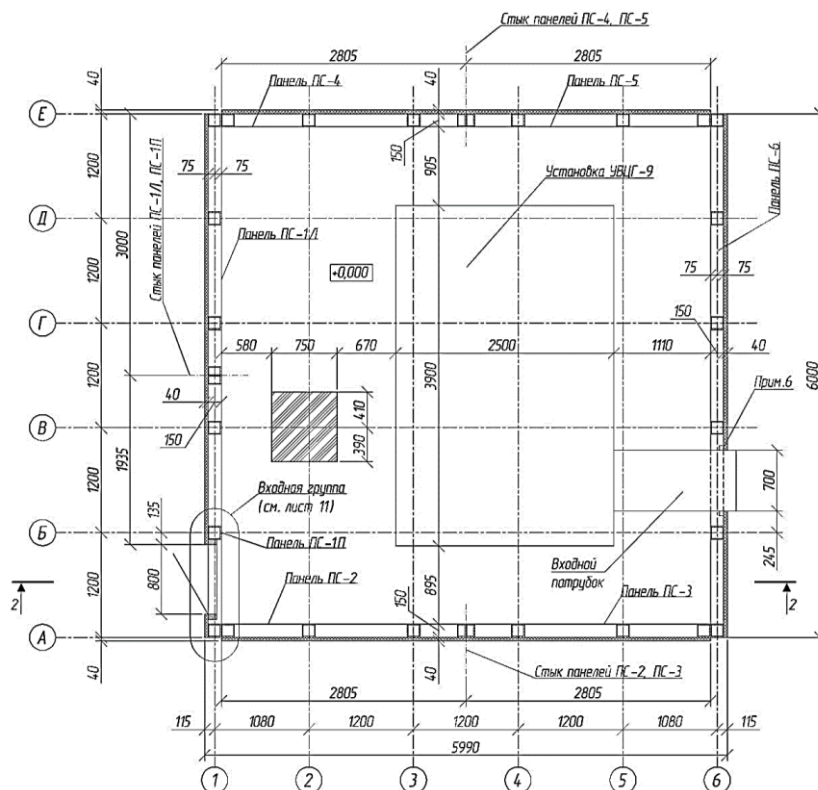


Рис. 2. План мобильного укрытия вентиляционной установки УВЦГ-9

В качестве стен выступают металлический каркас панелей, обшивка из шумозащитных плит и акустических матов. На отметке +2,960 м предусмотрены металлические связи из прокатного профиля. Расположение связей подобрано с учетом технологического обслуживания установки УВЦГ-9.

Укрытие имеет односкатное покрытие в сторону входного патрубка. Уклон крыши принят 33 град для обеспечения схода снега и осадков. Перепад высот составляет от +3,250 м до +6,395 м. Покрытие имеет горизонтальный открытый участок для отвода газозвдушной массы от выходного патрубка.

Доступ в помещения укрытия осуществляется через входной узел размерами 0,8х2,1 м. В тыльной стеновой панели предусмотрено технологическое отверстие для пропуска входного патрубка.

Основанием укрытия является свайный фундамент на буронабивных сваях диаметром 325 мм в количестве не менее 8 штук, устраиваемых в угловых точках и местах стыка каркасных панелей. В качестве ростверка выступают опорные балки из прокатного профиля.

Отличительный признак укрытия – разделение всей конструкции на 7 стеновых панелей и 3 панели покрытия габаритами не более 3,5х6,5 м для обеспечения условий транспортировки без сопровождения сотрудниками автоинспекции.

Архитектурные решения укрытия обоснованы цветовыми и текстурными исполнениями шумозащитных материалов. В качестве шумозащитного материала применялись жесткие

шумозащитные плиты и акустические маты, отвечающие следующим требованиям: температурный режим работы до -25°C ; устойчивость к воздействию влаги; материал плит, не поддающийся коррозии.

Основной несущий каркас и опорные балки выполнены из прокатных труб сечением $150 \times 150 \times 10$ по ГОСТ 8639-82. Каркас панелей объединен поперечными элементами из прокатных прямоугольных труб сечениями $150 \times 100 \times 10$ и $150 \times 80 \times 10$ по ГОСТ 8645-68. В местах продольного стыка панелей предусмотрены вертикальные элементы из прокатных труб сечением $150 \times 150 \times 10$ по ГОСТ 8645-68. Для дополнительной жесткости каркаса отдельной панели предусмотрены угловые элементы из прокатной листовой стали $200 \times 200 \times 10$ по ГОСТ 19903-2015 (рис. 3).

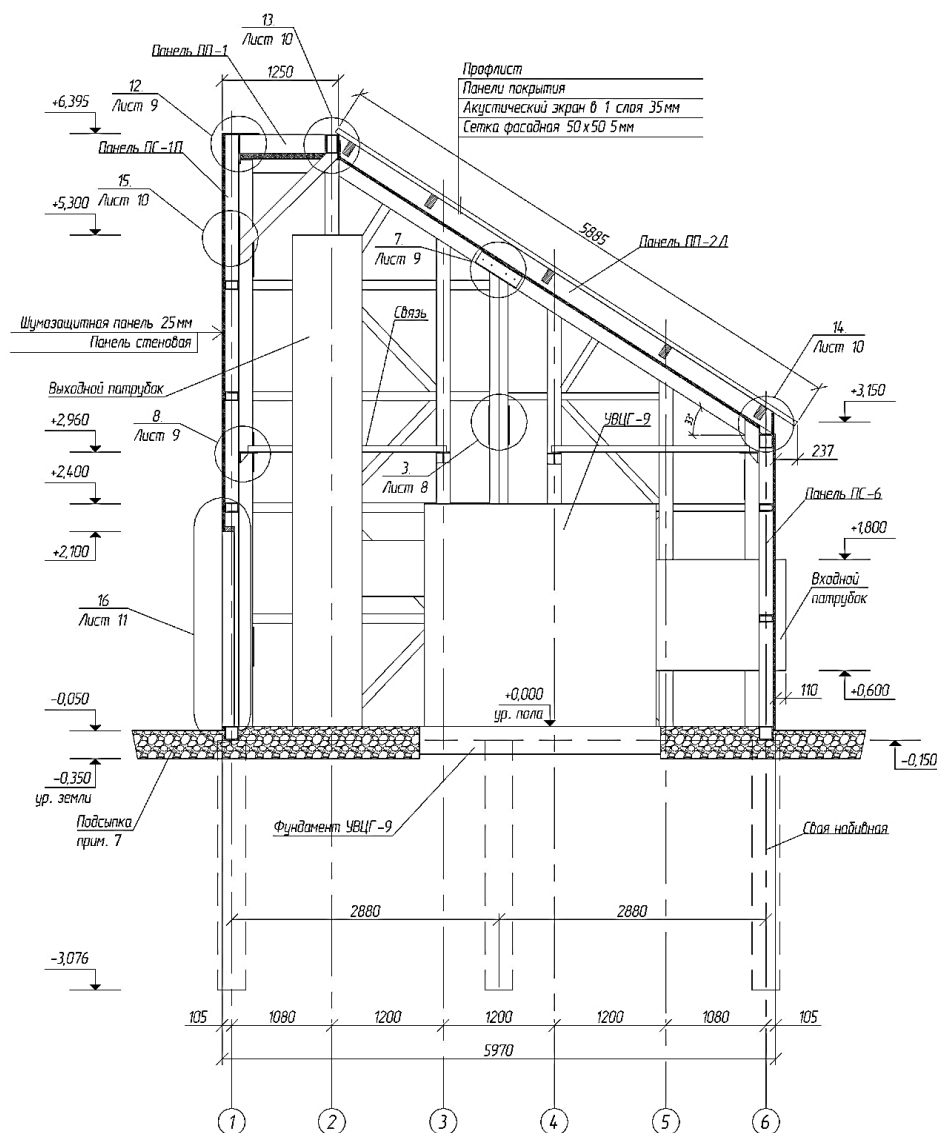


Рис. 3. Продольный разрез мобильного укрытия вентиляционной установки УВЦГ-9

Основной каркас панелей покрытия выполнен из прокатных труб $200 \times 120 \times 8$ по ГОСТ 8645-68. Поперечины выполнены из труб $150 \times 80 \times 8$ по ГОСТ 8645-68. В основных продольных панелях применяются квадратные прокатные трубы $120 \times 120 \times 8$ по ГОСТ 8639-82. Покрытие изготовлено из профлиста Н65-750-0,9 по ГОСТ 24045-2016. Все торцы прокатных труб должны быть закрытыми, для чего предусмотрены заглушки.

Металлические связи выполнены из прокатного профиля № 7 по ГОСТ 8509-93. Соединения связей с каркасом осуществлены на болтах М16 через опорные столики, приваренные к стеновым панелям.

Соединения стеновых панелей выполнены через опорные пластины толщиной 10 мм и болтами М20. Соединения панелей покрытия и стеновых панелей осуществлены через опорные столики и пластины, строжневые элементы диаметром 40 мм. Выделено 6 типовых решений на узлы сопряжения конструкций. В отдельных узлах предусмотрено наличие резиновых прокладок.

В панелях предусмотрены дополнительные обрамления для входного узла из профиля 100х50х4 по ГОСТ 8645-68 и для входного патрубка из профиля 50х50х5 по ГОСТ 8639-82. Элементы для входного патрубка привариваются при монтаже.

Шумозащитные плиты шириной 590 и 1180 мм монтируются по направляющим и опорным профилям № 3 по ГОСТ 8509-93. Профили привариваются к элементам каркаса с шагом не более 300 мм. Между плитами и профилями, а также в месте примыкания к каркасу проложить уплотнительный материал. В шумозащитных плитах предусмотрены вырезы под монтажные планки, опорные столики с учетом сварных швов. Шумозащитные плиты дополнительно прикрепляются самонарезными винтами 4х40 со шляпкой диаметром не менее 10 мм. По высоте плиты стыкуются внахлест. После полной сборки панелей все стыки шумозащитных плит герметизируются.

Акустические маты крепятся дополнительно при монтаже самонарезными винтами 4х40 со шляпкой. Во избежание провисания матов дополнительно закрепляется фасадная сетка с ячейкой 50х50 мм.

Буронабивные сваи устраиваются внутри обсадной трубы диаметром 325 мм. Принято следующее армирование: 4 продольных стрежня диаметром 16 мм, класс А500СП; поперечная – 4 стрежня длиной 200 мм и диаметром 8 мм, шаг 300 мм по длине сваи; закладная скоба СК-1 – 8 штук. Заполнение сваи – бетон класса не ниже В30, W6, F100. В основании сваи устраивать щебеночную подготовку. Оголовок сваи выполняется из пластины 500х500х12 мм, которая приваривается по контуру к обсадной трубе.

Ростверк выполнен из опорных балок П-образного гнутого профиля со стенкой толщиной 12 мм. Опорные балки привариваются к оголовкам свай. Стеновые панели крепятся к ростверку болтами М20, шаг не более 500 мм.

Все элементы конструкции рассчитаны на воздействие временных и постоянных нагрузок: вес конструкции, вес снегового покрова, величина бокового давления ветра. Суммарные усилия определены при сочетании времени постоянных нагрузок, коэффициент сочетания принят 0,95.

Внедрение спроектированного мобильного укрытия

Установки УВЦГ-9 в количестве 4 штук располагаются на спланированном участке с преобладающим уклоном в северо-западном направлении (рис. 4).



Рис. 4. Возведенное шумозащитное укрытие для УВЦГ-9

С западной и восточной сторон участок окружен возвышенностями и холмами переменной высоты (среднее значение перепада высот – 4 м). С южной стороны располагаются технологическая дорога и помещения, в том числе для рабочего и обслуживающего персонала. Ближайшие населенные пункты, жилые здания и иные сооружения располагаются в северо-западном и западном направлениях.

Для подтверждения эффективности мобильного укрытия были проведены серии натурных измерений уровня шума.

На первом этапе замеров составляют технологическую схему территории объекта с указанием точек для снятия значения уровня шума. Схема должна учитывать особенности рельефа местности, размеры укрытия и его положение относительно возвышенностей и оврагов (при наличии). Точки для замеров располагают как внутри, так и снаружи укрытия, при этом необходимо учесть характерные точки укрытия: угловые точки, центр сборно-разборных панелей, стыки сборно-разборных панелей, возле входного узла, возле входящего патрубка. Помимо характерных точек замеры производят возле рабочего агрегата установки, по внешней и внутренней сторонам панелей укрытия на расстоянии не менее 1 м от укрытия, на расстояниях 10, 25, 50 м. При нахождении рядом с укрытием (менее 100 м) объектов жилого или административно назначения необходимо производить замеры возле и внутри сооружения. Назначают дополнительные точки на возвышенностях, расположенных выше отметки покрытия укрытия вентиляционной установки.

Для позиционирования используются рулетка и дальномер. Для частоты эксперимента замеры на расстоянии 10, 25, 50 м рекомендуется производить в разных направлениях от укрытия перпендикулярно характерным точкам.

Перед началом замеров рекомендуется произвести настройку шумомера в заданных диапазонах частот работы вентиляционной установки. Замеры производятся только проверенным и исправным шумомером, что должно подтверждаться документально. и только обученным персоналом.

Согласно разработанной схеме замеры важно производить для каждой указанной точки на высоте вытянутой руки (1–1,8 м). Для чистоты эксперимента следует выполнять не менее 3 замеров для каждой назначенной точки. Фиксируются только максимальные значения, которые записываются в журнал. Для уточнения уровня производственного шума рекомендуется произвести замеры при выключенной вентиляционной установке.

В журнале по данным испытаний указываются: место проведения; дата проведения; список исполнителей; погодные и климатические условия, при которых проводились испытания; перечень используемого оборудования и приборов; топографическая схема; данные замеров; пояснения и примечания по ходу проведения испытаний.

Во время испытаний сотрудники должны использовать средства индивидуальной защиты от шума; лица, не имеющие спецсредств, к работе не допускаются.

Для обработки результатов данные действительных замеров сопоставляются с требованиями норм санитарного контроля на производственных предприятиях. При этом учитываются средние значения для каждой характерной точки замера. По результатам сопоставления делается вывод об эффективности материалов, конструкции и положения укрытия на территории.

Анализ полученных результатов

На первом этапе замеры выполнялись при отсутствии укрытия, источником шума являлась установка № 1. Замеры были получены при следующих условиях: температура воздуха 12–18°C; влажность 66–80 %; без осадков, переменная облачность; ветер северо-западный умеренный. На втором этапе замеры производились при наличии укрытия аналогично ранее назначенным точкам (рис. 5, табл. 1).

Замеры были получены при следующих условиях: температура воздуха 10–14°C; влажность 66–80 %; небольшие осадки, переменная облачность; ветер северо-западный сильный.

В точках замеров определялись уровни шумовой нагрузки (табл. 2). Кроме того, за пределами территории шахты были произведены замеры уровня шума вдоль подъездной дороги, на расстоянии около 300 м, при работающих установках без укрытия. Значения уровня шума не превышали 61 дБ.

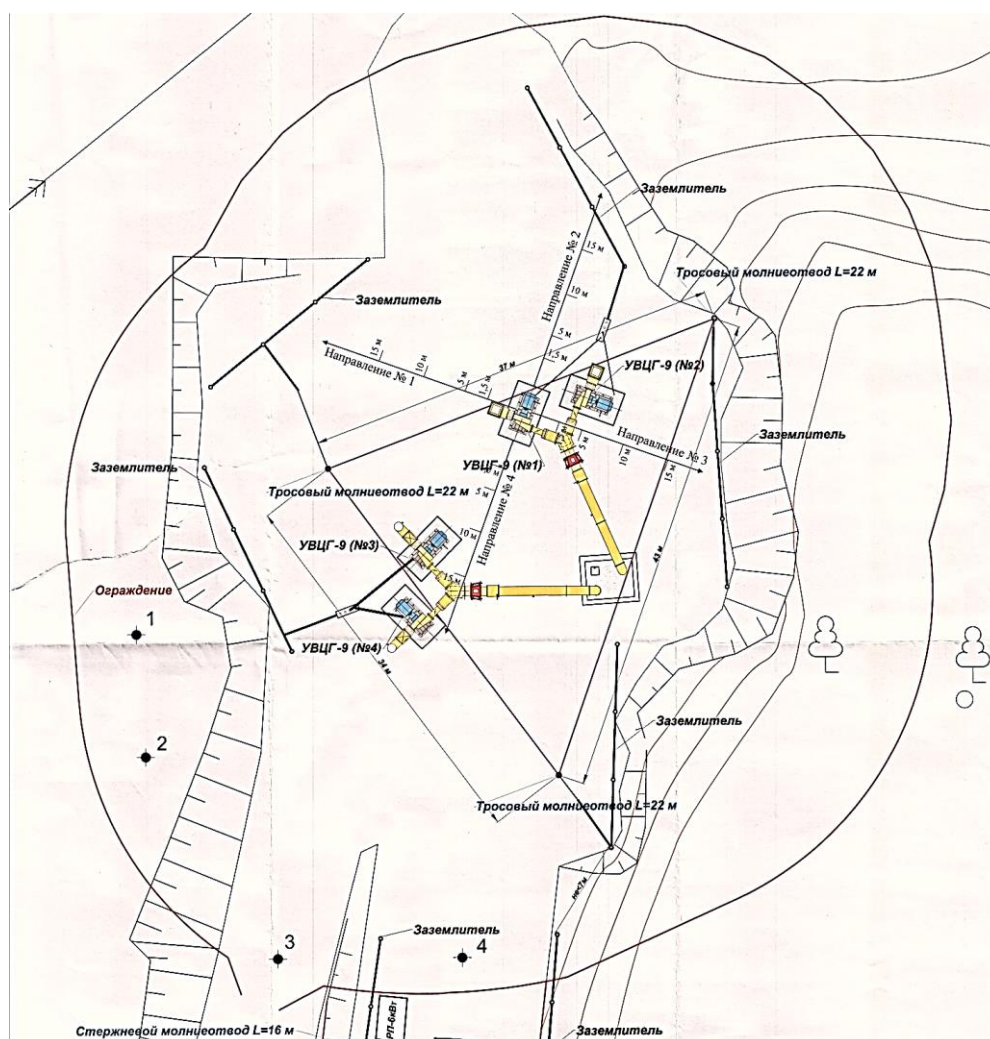


Рис. 5. Схема расположения точек замера

Таблица 1

Результаты замеров уровня шума по направлениям 1-4

Расстояние от источника шума	До монтажа укрытия				При наличии укрытия			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Внутри укрытия УВЦГ-9	106,9	107,0	106,1	100,4	111,0	110,9	105,3	104,3
1 м	102,3	99,7	103,0	100,2	87,2	84,4	83,9	84,0
5 м	96,8	97,8	95,5	94,0	79,9	73,1	79,1	77,5
10 м	94,8	90,6	89,3	91,0	80,1	75,0	76,0	75,1
15 м	95,5	87,4	90,3	87,7	79,0	72,0	76,1	71,0
20 м	90,6	—	—	—	74,2	—	—	—
30 м	88,7	—	—	73,5	76,0	—	—	66,5
35 м	83,4	—	—	80,1	75,9	—	—	71,0

На возвышенности в юго-восточном направлении на расстоянии около 200 м от установки за пределами территории шахты уровень шума составил 64 дБ. На расстоянии около 150 м вдоль подходной дороги за воротами (под линиями электроснабжения территории) значение уровня шума без наличия укрытия было равно 72,4 дБ.

На возвышенностях в точках 1 и 2 (см. рис. 5) уровень шума без наличия укрытия равнялся 85 и 87 дБ соответственно; в точках 3 и 4 – 76,1 и 78,0 дБ соответственно.

При эксплуатации шумозащитного укрытия для вентиляционной установки УВЦГ-9 величина шумовой нагрузки меняется от 87,2 до 66,5 дБ, при этом необходимо учесть, что уровень шума сильно зависит от рельефа местности и расположения источника шума.

Таблица 2

Изменение шумовой нагрузки при использовании укрытия для УВЦГ-9 по направлениям 1-4

Расстояние от источника шума	1	2	3	4
Внутри укрытия УВЦГ-9	4,1	3,9	-0,8	3,9
1 м	-15,1	-15,3	-19,1	-16,2
5 м	-16,9	-24,7	-16,4	-16,5
10 м	-14,7	-15,6	-13,3	-15,9
15 м	-16,5	-15,4	-14,2	-16,7
20 м	-16,4			
30 м	-12,7			-7
35 м	-7,5			-9,1
Среднее значение	-11,96	-13,42	-12,76	-11,07

Заключение

Согласно полученным результатам и требованиям СН 2.2.4/2.1.8.562-96 были сформулированы следующие рекомендации:

- на расстоянии не менее 5 м до вентиляционной установки не допускается производить работы любой степени напряженности и физической нагрузки без использования индивидуальных средств защиты;
- на расстоянии от 5 до 15 м до вентиляционной установки допускается производить работы легкой и средней степени физической нагрузки, а также легкой степени напряженности - перемещение тяжестей до 10 кг, охранная деятельность;
- на расстоянии свыше 15 м на территории производственного участка допускается производить работы легкой степени напряженности и тяжелого труда – перемещение тяжестей свыше 10 кг, охранная деятельность, проведение ремонтных и строительных работ;
- за пределами производственного участка на расстоянии свыше 35 м от вентиляционной установки могут располагаться здания поликлиник, амбулаторий, диспансеры, детские дошкольные учреждения, школы и другие учебные заведения, библиотеки (при режиме работы установки только с 7 до 23 ч);
- за пределами производственного участка на расстоянии свыше 50 м от вентиляционной установки могут располагаться жилые здания (дома, пансионаты, общежития).

Вклад авторов в статью: М.В. Соколов – проектирование шумозащитного укрытия, сбор и анализ исходных данных; А.В. Покатилов – общее руководство, подготовка текста статьи; И.В. Кузнецов – проведение и анализ результатов производственных испытаний, подготовка текста статьи; В.П. Тациенко – формулировка цели, задач исследования, общее руководство; Н.В. Крупина – подготовка и корректировка текста статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алешков Д.С., Бедрина Е.А., Сердюк В.С. Исследование и повышение эффективности мероприятий по обеспечению безопасных условий труда по фактору «производственный шум» и минимизации профессиональных рисков в цехе // Охрана труда и промышленная безопасность. 2018. Т. 3, № 4. С. 10–22.

2. Гусев В.П. Из опыта борьбы с шумом оборудования инженерных систем // АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2012. № 3. С. 64–75.
3. Кирсанов В.В. Минимизация шума на пути его распространения способом акустической обработки помещений звукопоглощающими материалами // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 18. С. 161–163.
4. Матисон В.А., Тихомиров С.А., Кочетов О.С. Звукоизолирующие ограждения для производственного оборудования // Вестник МФЮА. 2012. № 1. С. 117–123.
5. Радоуцкий В.Ю., Шульженко В.Н. Характеристика звукоизоляционных строительных материалов // Вестник БГТУ. 2016. № 5. С. 64–66.
6. Рахманова С.Т., Набиуллина Д.Ф. Графическое обоснование выбора мероприятия по снижению шума в газодинамических установках // Проблемы современной науки и образования. 2017. № 5 (87). С. 33–36.
7. Скворцов А.Н. Современное проектно-конструкторское решение для защиты населения от энергии шума // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2016. № 1. С. 78–87.
8. Смирнова Е.В., Васюткина Д.И. Результаты сравнительного анализа акустических свойств строительных материалов // Вестник БГТУ. 2013. № 1. С. 26–29.
9. Черемных Н.Н. Расчет эффективности акустической защиты лесопильных цехов // Известия вузов. Лесной журнал. 2013. № 1. С. 112–115.

FEFU: SCHOOL of ENGINEERING BULLETIN. 2022. N 2/51

Ecological Safety of Construction and Municipal Economy

www.dvfu.ru/en/vestnikis

Original article

<http://doi.org/10.24866/2227-6858/2022-2/126-135>

Sokolov M., Pokatilov A., Kuznetsov I., Tacienko V., Krupina N.

MIKHAIL V. SOKOLOV, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Department of Highways and Urban Cadastre, smv.ad@kuzstu.ru

ANDREY V. POKATILOV, Candidate of Engineering Sciences, Director of the Construction Institute, pav.tsp@kuzstu.ru

ILYA V. KUZNETSOV, Candidate of Engineering Sciences, Head of the Department of Building Structures, Water Supply and Sanitation, kuznetcov-ilia@yandex.ru

VICTOR P. TACIENKO, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Mining Machines and Complexes, tatsienkovp@kuzstu.ru

NATALIA V. KRUPINA, Associate Professor, Department of Highways and Urban Cadastre, krupinanv@kuzstu.ru

Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev
Kemerovo, Russia

Development of a mobile noise-proof shelter for air-shafts

Abstract. The paper analyses the existing noise-proof shelters and presents a simulation of a mobile noise-canceling unit for an air-shaft. The main parameters of the developed components and elements of the metal structure are indicated. The scope of implementation of the unit in production conditions is determined. The noise load measurements were carried out near the air-shaft UVCG-9. Some recommendations have been developed to optimize the working conditions while maintaining this mobile unit.

Keywords: noise, air-shaft, noise-proof shelter, noise-absorbing material, shaft fans, noise reduction, above-ground structures

For citation: Sokolov M., Pokatilov A., Kuznetsov I., Tacienko V., Krupina N. Development of a mobile noise-proof shelter for air-shafts. FEFU: School of Engineering Bulletin. 2022;(2):126-135. (In Russ.).

Contribution of the authors to the article: M.V. Sokolov – designing a noise shelter, collecting and analyzing initial data; A.V. Pokatilov – general guidance, preparation of the text of the article; I.V. Kuznetsov – conducting and

analyzing the results of production tests, preparing the text of the article; V.P. Tatsienko – formulation of the goal, objectives of the study, general guidance; N.V. Krupin – preparation and correction of the text of the article. The authors declare no conflicts of interests.

REFERENCES

1. Aleshkov D.S., Bedrina E.A., Serdyuk V.S. Research and improve the effectiveness of measures to ensure safe working conditions for the factor production noise and minimize occupational risks in the shop. *Occupational health and industrial safety*. 2018;3(4):10–22.
2. Gusev V.P. From the experience of noise control of engineering systems equipment. *AVOC: ventilation, heating, air conditioning, heat supply and construction Thermophysics*. 2012;(3):64–75.
3. Kirsanov V.V. Minimization of noise in the way of its propagation by acoustic treatment of premises with sound-absorbing materials. *Bulletin of Kazan technological University*. 2014;17(18):161–163.
4. Mathison V.A., Tikhomirov S.A., Kochetov O.S. Acoustic barriers for production equipment. *Bulletin of the MFUA*. 2012;(1):117–123.
5. Rudowski V.Y., Shulzhenko V.N. Characteristics of sound-proof building materials. *Bulletin of BSTU*. 2016;(5):64–66.
6. Rakhmanova S.T., Nabiullina D.F. Graphic justification of the choice of noise reduction measures in gas-dynamic installations. *Problems of modern science and education*. 2017;5(87):33–36.
7. Skvortsov A.N. Modern design solution for protecting the population from noise energy. *Bulletin of the peoples' friendship University of Russia. Series: ecology and life safety*. 2016;(1):78–87.
8. Smirnova E.V., Vasyutkina D.I. Results of comparative analysis of acoustic properties of building materials. *Bulletin of BSTU*. 2013;(1):26–29.
9. Cheremnykh N.N. Calculation of the efficiency of acoustic protection of sawmills. *News of higher educational institutions. Lesnoi Zhurnal*. 2013;(1):112–115.