

**МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ШУМА ВЕНТИЛЯТОРОВ МЕСТНОГО
ПРОВЕТРИВАНИЯ И ШАХТНЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ**

В роботі розглянуті засоби для зниження шуму вентиляторів місцевого провітрювання та шахтних кондиціонерів. Приведена їх класифікація по методам боротьби з шумом. Розглянуті можливості боротьби з шумом вихрового кондиціонера.

**THE METHODS OF NOISE DECREASE THE MINE FANS OF LOCAL
VENTILATION AND MINE CONDITIONERS**

The ways for noise decrease the mine fans of local ventilation and mine conditioners were examined in this article. Their classification by methods of noise abatement is given. Possibilities of noise abatement of vortical conditioner were considered.

Среди глобальных проблем современной экологии (парниковый эффект, чистая вода, озоновый слой, загрязнение атмосферы, радиоактивные отходы и др.) проблеме акустического загрязнения не всегда уделялось должное внимание. Акустическое загрязнение окружающей среды оказывает на человека не меньшее влияние, чем разрушение озонового слоя или кислотные дожди. Широкое внедрение в промышленность новых интенсивных технологий, рост мощности и быстроходности оборудования, широкое использование многочисленных и быстроходных средств наземного, воздушного и водного транспорта, применение разнообразного бытового оборудования - все это привело к тому, что человек на работе, в быту, на отдыхе, при передвижении подвергается многократному воздействию вредного шума.

Существует три аспекта воздействия шума на человека: социальный, медицинский и экономический.

Шум вызывает эмоциональные стрессы. Способствует развитию агрессивности [1]. А это в свою очередь может привести к серьёзным межличностным конфликтам.

Организм человека против шума практически беззащитен. Влияние шума становится опасным примерно при 75 дБ, болезненным при 120 дБ и смертельным при 180 дБ [2]. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений. Артериальное кровяное давление в большинстве случаев изменяется, что способствует общей слабости организма [3]. К симптомам шумовой болезни относятся снижение слуховой чувствительности, изменение функции пищеварения, выражающиеся в понижении кислотности, нейроэндокринные расстройства. При длительном шумовом воздействии возникают головные боли, головокружение, снижение памяти, понижение аппетита и боли в ушах [4].

Шум снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. При работах требующих повышенного внимания,

с увеличением уровня звука от 70 до 90 дБА имеет место снижение производительности труда на 20% [4]. Экономический ущерб из-за неблагоприятного действия шума характеризуется увеличением затрат труда на производство единицы продукции. Это обусловлено ростом числа дней временной нетрудоспособности, частичной утратой общей трудоспособности, повышенным утомлением здоровых рабочих, а в некоторых случаях и более ранним выходом на пенсию и дополнительным отпуском [5], [6].

Для определения шумовых характеристик рабочих мест работниками санитарно-профилактических лабораторий и шахт применяется предварительный и контрольный метод. Предварительный метод применяется для приближенной оценки шумовых характеристик. Так при продолжительных шумах определяемыми параметрами будут уровни звука и характер его спектра. А при действии непродолжительных шумов – максимальные и минимальные значения уровня звука.

Контрольным методом устанавливается соответствие фактических параметров шумовых характеристик, нормируемых санитарными службами. При продолжительных шумах определяются уровни звукового давления в полосах частот и уровни звука. При действии непродолжительного шума – эквивалентный уровень звука, а при действии кратковременного – уровни звука [7].

При измерении шума в горных выработках на постоянных рабочих местах принимают не менее двух измерительных точек, выбираются они на уровне головы работающего на расстоянии 0,5 м от последнего. В стесненных условиях измерительные точки выбираются в сечении выработки (по высоте или ширине) [7].

Особое внимание вызывает шум, производимый вентиляционными установками и холодильными станциями местного проветривания, работающие длительное время. При их работе возникают два вида шума – аэродинамический и механический. Аэродинамический шум образуется вследствие вихреобразования, пульсации воздуха и сверхзвуковых потоков, а механический – из-за вибраций активных узлов и агрегатов.

Для снижения аэродинамического шума, применяют глушители. Они делятся на две основные группы – отражающие (реактивные, камерные, экранные, резонаторные и др.) и активные (диссипативные). В отражающих глушителях уменьшение шума за глушителем достигается главным образом за счёт отражения энергии набегающих на него волн ($P_{отр} > P_{полл}$), в активных – за счёт превращения звуковой энергии набегающих волн в тепло элементах глушителя. В случаях, когда важны как диссипативные так и отражающие свойства глушителя – применяют комбинированные глушители [4].

Активные глушители – это, в простейшем случае канал, внутренняя поверхность стенок которого облицована слоем звукопоглощающего материала [8]. Выбор звукопоглощающего материал делается исходя из того, какими шумовыми характеристиками обладает поток воздуха и какими физическими свойствами обладает воздух, подаваемый в глушитель. Некоторые виды звукопоглощающих материалов приведены в таблице 1.

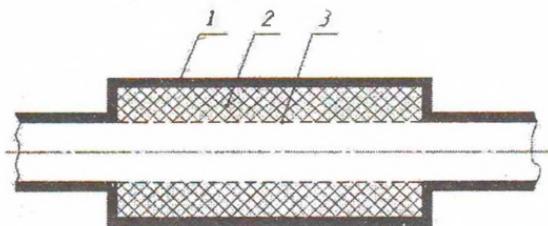
Таблица 1 - Звукопоглощающие материалы рекомендуемые для заполнения шумоглушителей

Материал	Плотность заполнителя, кг/м ³	Рекомендации по применению
Маты (холсты) из супертонкого стекловолокна (СТВ) марки Ш	15-20	Для приточных и вытяжных систем
Холсты из ультрасупертонкого базальтового волокна БСТВ	15-20	
Плиты полужесткие из стекловолокна марки ЦФД	30-40	Для вытяжных систем, за исключением низкочастотных шумоглушителей
Плиты полужесткие из минеральной ваты марки ПП-80	80	
Плиты мягкие из минеральной ваты марок ПМ-40 и АМ-50	40-50	Для низкочастотных шумоглушителей (пластины толщиной 800 мм) вытяжных систем

Для защиты звукопоглощающего материала глушителей от выдувания потоком воздуха при скоростях до 15 м/с без ухудшения звукопоглощения в приточных системах наиболее предпочтительно применять защитное покрытие, состоящее из перфорированного стального или алюминиевого листа толщиной 0,4-1 мм и стеклоткани марок ЭЗ-100, Э2-100, Э2-80. Эти же стеклоткани рекомендуется применять для вытяжных систем [9].

Наиболее распространённые активные глушители – трубчатые, пластинчатые и сотовые, также находят своё применение и цилиндрические, канальные шумоглушители, камерные, экранные и облицованные изнутри воздуховоды (на поворотах). Все они обеспечивают снижения шума до 30-40 дБА в широком диапазоне частот [7].

Трубчатый глушитель (рис. 1) круглого или прямоугольного сечения конструктивно наиболее прост и представляет собой трубу с поглощающими звук стенками. Прозрачное для звука покрытие (перфорированный металлический лист, стеклоткани и пленки) служит для сохранения формы воздуховода, защиты от механических повреждений и предотвращения от выдувания потоком звукопоглощающего материала. Затухание в трубчатом глушителе пропорционально длине активной части (числу его калибров), периметру проходного сечения и коэффициенту звукопоглощения, зависящему от физико-механических свойств и толщины слоя звукопоглощающего материала. При увеличении слоя звукопоглощающего материала эффективность трубчатого глушителя возрастает на низких частотах.



1 - стальная оболочка, 2 - звукопоглощающий материал, 3 - перфорированная труба или сетка

Рис. 1 - Схема глушителя трубчатого типа

При больших сечениях воздухопроводов следует применять пластинчатые или сотовые глушители, канал которых разбит на ряд узких параллельных каналов. При этом значительно возрастает отношение облицованного периметра к сечению канала и повышается критическая частота [8].

Эффективность пластинчатого глушителя не зависит от количества пластин (каналов для воздуха), а также от высоты пластин и от схемы компоновки глушителя.

Сотовый глушитель по своим акустическим качествам не уступает пластинчатому практически во всем диапазоне рабочих частот, а на самых низких и высоких частотах он даже несколько эффективнее. Недостатки сотовых глушителей выражаются в весьма высоком аэродинамическом сопротивлении и больших габаритах, что часто является препятствием для их применения.

Канальный глушитель - это вариант пластинчатого глушителя с одной крайней пластиной, толщина которой равна половине поперечного размера канала. Такие глушители устанавливают в основном в воздуховодах прямоугольного сечения. При установке в узких воздуховодах их эффективность сравнима с эффективностью соответствующих пластинчатых глушителей, но с увеличением поперечных размеров воздуховода она быстро уменьшается.

У комбинированных (из трубчатых и цилиндрических) глушителей эффективность выше, чем у взятых по отдельности элементов. Вместе с тем, они имеют более высокое аэродинамическое сопротивление и стоимость их изготовления и эксплуатации выше, чем у трубчатых и цилиндрических глушителей, а это часто исключает возможность их применения.

Эффективность всех рассмотренных глушителей возрастает по мере увеличения их длины. Увеличивая длину, можно обеспечить заданное снижение шума. Однако длина глушителя более 3 м нецелесообразна из-за неизбежных косвенных путей распространения шума. В тех редких случаях, когда требуется длина более 3 м, следует делить глушитель на две-три части. Длина воздухопроводов между этими частями должна составлять 800–1000 мм.

Глушители реактивного типа (рис. 2) используются для снижения шума в узких полосах частот. Простейшие из этих глушителей состоят из одной или нескольких камер расширения, связанных воздухопроводом. Чем больше число

камер, тем более эффективен глушитель в заданном диапазоне частот. Глушитель работает по принципу акустического фильтра. Он способен пропускать без заметного ослабления одни частоты и подавлять другие.



Рис. 2 - Схема двухкамерного (а) и однокамерного (б) реактивных глушителей

Реактивные глушители широко применяются для уменьшения шума компрессорных станций, вентиляционных систем с побудителями движения воздуха (эжекторы, вентиляторы), имеющими большие угловые скорости.

Резонаторные глушители (рис. 3) представляют собой полости, сообщающиеся с воздуховодом. Эти глушители могут быть конструктивно оформлены в виде одиночного или группы резонаторов. Резонаторные глушители применяются для подавления дискретного диапазона частот шума.

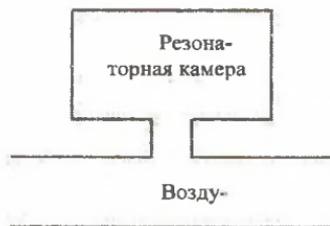


Рис. 3 - Схема глушителя резонаторного типа

Глушители резонаторного типа - это колебательная система с затуханием шума, которая будучи возбуждена падающей на нее звуковой волной, рассеивает акустическую энергию на частотах, близких к собственной частоте резонатора.

К глушителям, настроенным на дискретные частоты, можно причислить резонаторные трубки, закрытые с одного конца, а другим введенные в воздуховод. В такой трубке начнется рассеивание акустической энергии в том случае, когда учетверенная ее длина будет равна длине падающей на ее входное отверстие звуковой волны. Применяя набор разных по длине трубок или ячеек, можно организовать широкополосное заглушение. Необходимо учитывать, чтоб диаметры трубок были значительно меньше длины полуволны заглушаемой частоты.

Камерные глушители шума состоят из камер расширения, линейные размеры которых больше половины длины звуковой волны. Они представляют собой

расширение канала, переходящее в параллелепипедообразную или цилиндрическую камеру, линейные размеры которой соизмеримы или больше половины длин звуковых волн, попадающих в нее. В такой камере предполагается диффузное звуковое поле.

В камерных глушителях использован принцип поглощения звуковой энергии слоями звукопоглощающего материала, расположенного по площади внутри глушителя. Звуковые волны, падая на абсорбент, теряют часть звуковой энергии. Глушители этого типа не находят широкого распространения из-за больших размеров [3].

Глушители в виде экранов (рис. 4) применяются в тех случаях, когда система глушителей других типов оказывается недостаточной. Они устанавливаются у выхода из воздуховода. Для повышения звукопоглощения глушитель со стороны, обращенной к трубопроводу, облицовывается звукопоглощающим материалом. Это приводит к снижению уровня шума в области средних и высоких частот [3].

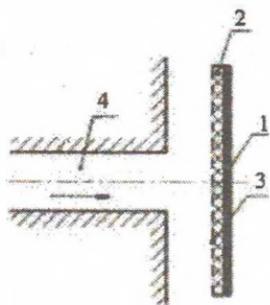


Рис. 4 – Схема глушителя экранного типа

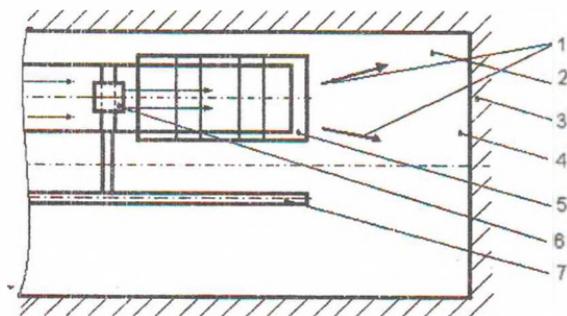
Механический звук, создаваемый узлами и агрегатами, а также небольшими по габаритным размерам машинами снижается с помощью звукоизолирующего кожуха. По конструктивному выполнению кожухи могут быть разнообразными. Обычно кожух состоит из корпуса, выполненного из стального листа, облицовки из звукопоглощающего материала и перфорированного листа или сетки. Для повышения звукоизоляции стенки кожуха дополнительно покрывают вибродемпфирующими материалами, толщиной в 2-3 раза больше толщины стенки кожуха. Эффективность эксплуатируемых кожухов составляет 8-20 дБА [7].

В связи с созданием и использованием нового оборудования – вихревых кондиционеров, устанавливаемых в призабойной части выработки, существует проблема снижения шума [10]. Расчёты показывают, что скорость звука на выходе вихревого кондиционера будет составлять 500-700 м/с. Подобная скорость воздушной струи непременно приведёт к возникновению турбулентностей, и, как следствие, высокого уровня шума в зоне работы людей,

находящихся в призабойной части выработки.

Учитывая проведенный анализ методик, материалов и конструкций, изложенных выше, а также учитывая специфику горного производства, рекомендуем:

- устройство глушителя не должно содержать в себе ядовитых, канцерогенных и других биологически опасных материалов;
- подобрать материалы в состав глушителя такие, в которых не будет накапливаться статическое электричество;
- отсутствие трущихся между собой частей;
- исключить разогрев элементов глушителей до температуры достаточной для возникновения пожарной опасности в шахте;
- простота эксплуатации (при ведении горных работ осуществляется наращивание вентиляционного рукава и, как следствие, перемещается и перемонтируется блок «вихревой кондиционер – глушитель»).



1 – направление заглушенного звука, 2 – выработка, 3 – горный массив, 4 – забой выработки, 5 – глушитель резонаторного типа, 6 – вихревой кондиционер, 7 – пневмосеть

Рис. 5 – Схема использования блока «вихревой кондиционер – глушитель» в призабойной части выработки

При исследовании разнообразия конструкций глушителей выбор сделан на резонаторный тип. Его применение в блоке с вихревым кондиционером изображено на рис. 5. Так как глушитель резонаторного типа обеспечивает эффективное снижение дискретного диапазона частот, которые перекроют дискретный диапазон частот шума, исходящего от вихревого кондиционера. В конструкции не применяются звукопоглощающие материалы, которые могли бы быть опасны как сами по себе (асбест), так и при нагревании, так и при случайном разрушении глушителя (стекловолокно).

При дальнейших исследованиях системы шумопонижения вихревого кондиционера будут определены конструктивные особенности резонаторного глушителя и их количество.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миркин В.М. Экология России / В.М. Миркин, В.Н. Кузнецов - М.: АО «МДС», 1995. – 54 с.

- 2.Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек / Новиков Ю.В. - М.: Гранд, 1998. – 320 с.
- 3.Алексеев С.П. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении / С.П. Алексеев, А.М. Казаков, Н.Н. Колотилов – М.: Машиностроение, 1970. – 208 с.
- 4.Юдин Е.Я. Борьба с шумом на производстве / Е.Я. Юдин - М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.
- 5.Зборов В.И., Методика оценки экономических потерь вследствие неблагоприятного действия производственного шума / В.И. Зборов, А.Ш. Шаниро /В кн. Вопросы улучшения окружающей среды, №187 Челябинск ЦПИ, 1976. – С. 125 – 134.
- 6.Рекомендации по расчёту экономической эффективности мероприятий по снижению производительного шума / Челябинск.: ВНИИТБчермет, 1977. – 19 с.
- 7.Рассолов Н.И., Борьба с шумом на предприятиях угольной промышленности / Н.И. Рассолов, В.Г. Грачёв, Л.Н. Якуба, В.В. Попов – К.: Техника, 1983 - 80 с.
- 8.Лагунов Л.Ф. Борьба с шумом вентиляционных систем / Л.Ф. Лагунов, Е.Е. Валюженнич, Ю.Г. Федоров – М.: ВЦСПС, 1974. – 51 с.
- 9.Осипов Л.Г. Звукоизоляция и звукопоглощение / Л.Г. Осипов, В.Н. Бобылев, Л.А. Борисов /Учебное пособие для студентов вузов. – М.: АСТ Астрель, 2004. – 450 с.
10. Перепелица В.Г. О возможности повышения эффективности вихревых шахтных кондиционеров / В.Г. Перепелица, С.В.Тынына, В.В.Власенко, К.К. Подолях, М.В. Стецюк // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. № 82 / ИГГМ. – Днепропетровск, 2009. – С. 211-218.

УДК 622.277

В.П. Надутый, д т.н.,
В.В. Сухарев, асп.,
(ИГГМ)
О.Н. Прокопюк, асп.
(НУВХП)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАГИ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУФА ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧКИ

Представлено експериментальні результати визначення впливу вологи на міцнісні характеристики і ступінь поглинання вологи туфами глибокого підземного залягання.

ANALYSIS OF INFLUENCE OF MOISTURE ON THE BOND PERFORMANCES OF TUFF OF UNDERGROUND PRODUCTION

The experimental results of definition of influence of moisture on the bond performances and degree of absorption of a moisture tuffs of deep underground deposition are submitted.

Фізико-механічні характеристики туфів досліджені недостатньо. Учитывая різноманітність туфів, розробити єдині показники їх характеристик не представляється можливим. В нинішнє час стає актуальним питання комплексної переробки туфів, оскільки вони мають багатий мікроелементний склад, великий відсоток силікатної маси. Всі ці складові частини знаходять широке застосування в промисловості, сільському господарстві, тваринництві і в медицині. Для їх вилучення при комплексній переробці добутої гірної маси туфа необхідно виконати цілий ряд технологічних операцій по дробленню, змельченню, класифікації, сепарації, які потребують урахування фізико-механічних характеристик, осо-