

8. Улучшение условий труда на горнообогатительных комбинатах/ С.А.Стежко, А.К. Елисеев, А.П.Янов и др.-М.:Недра,1990. - 170 с.
9. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов/ [Алиев Г.М.-А.: Металлургия, 1986. - 544 с.
10. Клименко А.П., Королев В.И., Швецов В.И. Непрерывный контроль концентрации пыли. Киев: Техника, 1980. - 181 с.
11. Коузов П.А., Скрябина Л.Я. Методы определения физико-химических свойств промышленных пылей. М.: Химия, 1983. - 143 с.
12. Шиман А.М.,Тромза Б.М., Бромберг А.Д. и др.- Автоматизация и контрольно-измерительные приборы, 1978. -№ 8. - 17 с.
13. Бобровников Н.А. Охрана воздушной среды от пыли. М.:Стройиздат, 1971. - 96 с.
14. Безопасность труда в промышленности,1979. - № 9. - С. 12-14.
15. Страус Г.М.- Промышленная и санитарная очистка газов,1976 №7 с.47.
16. Сокол Г.И. Особенности акустических процессов в инфразвуковом диапазоне частот. Днепропетровск: Проминь, 2000. - 143 с.
17. Хмелев, В.Н.Ультразвуковая коагуляция аэрозолей: монография / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, К.В. Шалунова, С.Н. Цыганок, Р.В. Барсуков, А.Н. Сливин; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010.

Рукопись поступила в редакцию 31.03.16

УДК 504.6: 534.83

М. І. ШВИДКИЙ, д-р техн. наук, проф., В. Д. АФАНАСЬЄВ, канд. техн. наук,  
Н.О. РАЧЕНКО, Науково-дослідний інститут безпеки праці та екології в гірничорудній  
і металургійній промисловості Криворізького національного університету  
А.М. СТРАСБУРГЕР, ПАТ «Кривбасзалізрудком»

## ЗАСОБИ ЗНИЖЕННЯ ШУМУ НА ТЕРИТОРІЯХ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ УСТАНОВОК ГОЛОВНОГО ПРОВІТРЮВАННЯ ШАХТ

Необхідність забезпечення ефективного провітрювання під час збільшення додаткових гірничих виробок вимагає, у ряді випадків, переведення вентиляційних установок на підвищений режим роботи. Значна кількість вентиляційних установок головного провітрювання (ВУГП) шахт у Кривбасі розташовані в селитебних зонах або в безпосередній близькості від них. Необхідність переведення вентиляторів на підвищений режим роботи за рахунок збільшення числа обертів ротора призвело до різкого зростання шуму як в приміщеннях вентиляторних установок, на їх санітарно-захисних зонах та на територіях, які прилягають до цих зон. Проблема ускладнюється також тим, що між гранично-допустимими рівнями шуму на території санітарно-захисної зони вентиляторних установок та допустимими рівнями шуму на територіях житлових забудов селитебної території існує значне нестикування. Вирішення вказаних проблем підтверджує актуальність виконання даної роботи.

Особливості визначення селитебної території в Кривбасі полягає в тому, що вони наближаються до територій таких інтенсивних випромінювачів шуму як вентиляторних установок головного провітрювання шахт та компресорних станцій із відцентровими компресорами (РКСЦВ). Ця проблема для ВУГП була встановлена ще в 60-х роках, а для РКСЦВ в 90-х роках, але актуальність цієї проблеми продовжує зростати.

В роботі наведені дані про рівні звуку на територіях вентиляторів і показано, що вони досягають 80-81 дБА, а в приміщенні приводних двигунів вентиляторів - 85-89 дБА. Конструктивні особливості виконання вентиляторної установки із використанням екрануючих плит, які розташовані над дифузorzом призвело до зростання рівнів звуку на відстань в горизонтальній площині до 800 м для  $n=300$ об/хв та до 1600 м для  $n=600$  об/хв ротора.

Для зменшення рівнів звуку на території вентиляторів виконано ліквідацію плит над дифузorzами, встановлення акустичних екранів вздовж стінок дифузorzів з розворотом напрямку звукових хвиль від  $60^\circ$  до  $90^\circ$ , перетворення акустичних екранів в камерний глушник шуму із розворотом напрямку звукових коливань на  $90^\circ$  в горизонтальній площині. Для підвищення ефективності камерного глушника шуму виконані дослідження звукопоглинаючих матеріалів і доведена можливість використання загартованого шлаку «керамзиту» із врахуванням також економічності та доступності. Комплекс вказаних засобів дозволив знизити рівні звуку на території вентиляторів на 11 дБА.

**Ключові слова:** шахта, вентилятор, шум, захисна зона, засоби зниження шуму, селитебна територія.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Інтенсифікація добування залізної руди підземним способом вимагає ефективного забезпечення провітрювання шахтних виробок та робочих місць. Це привело до більш широкому використанню потужних відцентрових вентиляторних установок головного провітрювання шахт (ВУГП). Характерним для таких вентиляторів є більш інтенсивне (чим у осьових вентиляторів) випромінювання шуму, в ряді випадків, інфразвукових складових [1].

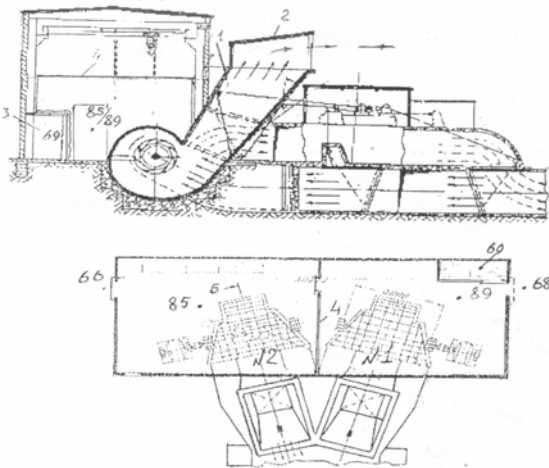
Це призвело до зростання рівнів шуму на промплощадках вентиляторних установок, а також зростанням зон підвищених рівнів шуму вздовж напрямку викиду стисненого повітря та розширенням такої зони в горизонтальній площині.

Проблема зниження шуму вентиляторних установок головного провітрювання вперше в гірничорудній промисловості виникла в 50-х роках.

В інституті НДГІ засновником лабораторії боротьби з шумом та вібрацією Б.Я. Конограєм була доведена необхідність проведення науково-дослідних робіт для вирішення цієї проблеми.

На основі результатів досліджень для шахт Кривбасу були розроблені пластинчасті глушники шуму, особливістю яких було використання евпаторійського ракушняка для виготовлення звукопоглинаючих пластин.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Зниження шуму вентиляторних установок головного провітрювання шахт, які знаходяться в експлуатації, накладає великі обмеження на можливість використання раніше розроблених конструктивних рішень [2]. Переважно використовуються методи та засоби зниження шуму на шляху його розповсюдження від вентилятора [3]. У більшості випадків в таких конструкціях використовуються пластинчасті глушники шуму, елементи яких розташовуються у повздовжній горизонтальній частині повітроводу для викиду стисненого повітря із шахти в атмосферу. Разом з тим, ВУГП шахт, в яких використовуються вентилятори типу ВЦД 31,5 згідно схеми, наведеної на рис. 1, виключають можливість використання такої компоновки глушників шуму.



**Рис. 1.** Схема розміщення вентилятора ВЦД-31,5 М та рівні звуку в приміщенні вентилятора і за приміщенням: 1 - дифузор вентиляторів; 2 - екрануюча пластина; 3 - кабіна спостереження

**Постановка завдання.** На основі результатів досліджень особливостей формування звукового поля навколо ВУГП ш. «Флангова» ВАТ «Кривбасазалізрудком» поставлено завдання розробити та випробувати в промислових умовах засоби зниження шуму, які забезпечують захист обслуговуючого персоналу під час виконання робіт у приміщенні та на території вентиляторної установки, а також визначити величини проміжних зон між санітарно-захисної зони навколо вентиляторів та зоною розташування

житлових забудов на селитебній території.

**Викладення матеріалу та результатів.** Конструктивне виконання ВУГП шахти із використанням вентиляторів типу ВЦД 31,5, схема якої наведена на рис. 1, передбачає використання короткого повітроводу, розташованого під кутом  $60^\circ$  до горизонту і наявності захисних екранів 2 над дифузорами. Орієнтування вісей повітроводів виконано в напрямку до території житлових масивів, а встановлення екранів призвело до концентрації звукових коливань в цьому ж напрямі. Для визначення особливостей шумоутворення ВУГП шахт проведено вимірювання рівнів звуку в приміщеннях привідних двигунів вентиляторів, дані про які наведені на рис. 1, також рівні звукового тиску і рівні звуку на промплощадці вентиляторів на відстані 35 м від дифузорів (табл. 1).

Таблиця 1

Рівні звукового тиску та рівні звуку на промплощадці вентиляторної установки ш. Флангова на відстані 35 м від дифузорів

Вентилятор	Число обертів, об/хв	Середньогометричні частоти октавних смуг, Гц								Рівні звуку, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
<u>№1</u>	300									
$\varphi$ : 45°		85	72	75	70	65	57	50	42	71
90°		90	73	76	70	62	55	49	40	71
<u>№2</u>	600									
$\varphi$ : 45°		93	86	87	78	72	65	59	52	81
60°		92	87	88	78	73	67	60	52	81
90°	82	81	87	77	72	67	61	54	80	

Результати досліджень рівнів звуку в приміщенні вентиляторних установок показали, що для режиму роботи 600 об/хв. Рівні звуку на площадці робочого вентилятора досягають 84-85 дБА, а на площадці резервного вентилятора - 78-79 дБА. Рівні звуку в кабіні нагляду, яка розташована на площадці резервного вентилятора, досягають 62-63 дБА. Під час роботи резервного вентилятора вони досягають 69-70 дБА.

Результати вимірювань шуму на площадці (табл. 1), які виконані санітарною лабораторією ПАТ «КЗРК», показали, що переведення вентиляторів на режим роботи 600 об/хв привело до зростання рівнів звуку на 10 дБА. Показано, що рівні звуку практично не залежать від кута установки спрямляючого апарата за винятком складових в діапазоні частот 45-90 Гц. Основні частоти імпульсного випромінювача звукових частот для  $n=300$  об/хв. становлять 40 і 80 Гц, а для  $n=600$  об/хв. - 80 та 160 Гц. Це привело також до зростання сприйняття працівниками та мешканцями селитебної території підвищеного рівня шуму.

Подальше дослідження особливостей формування звукового поля навколо дифузorzів вентиляторів показали, що максимальні рівні звуку на відстані 45 м вздовж вісі повітроводу зі сторони викиду повітряного потоку досягають 77 дБА, а із протилежної сторони від дифузorzів - не більше 60-61 дБА.

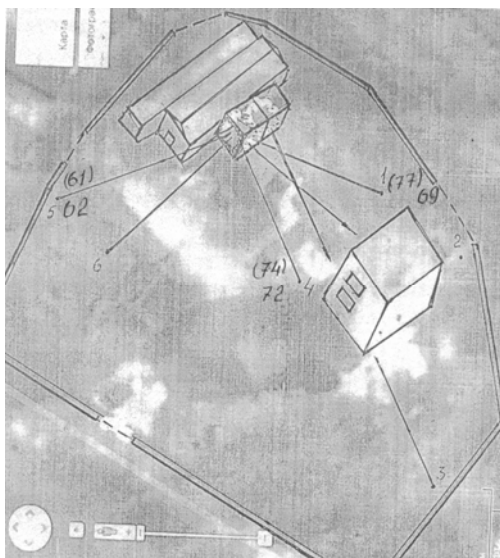
Дослідження інфразвукових коливань показали, що в діапазоні частот 2-16 Гц рівні досягають 67-70 дБ. У діапазоні частот із середньо геометричною частотою 1 Гц рівні інфразвукових коливань не перевищує 78-80 дБ.

Для забезпечення допустимих рівнів звукового тиску в межах санітарно-захисної зони вентиляторів виконано ряд технічних рішень згідно із виразом

$$\Delta L = \Delta L_{\text{екр}} + \Delta L_{\text{нап}} + \Delta L_{\text{зм}} + \Delta L_R$$

де  $\Delta L_{\text{екр}}$  - ефект від зменшення рівнів шуму за рахунок ліквідації екранів над дифузorzами;  $\Delta L_{\text{нап}}$  - ефект від зміни направленості випромінювання звукових коливань;  $\Delta L_{\text{зм}}$  - зменшення інтенсивності звукових коливань за рахунок взаємодії із звукопоглинаючим матеріалом;  $\Delta L_R$  - зниження рівня звукового тиску за рахунок збільшення відстані від території промплощадки вентиляторів.

Результати випробувань засобів зниження шуму вентиляторів показали, що рівні звуку на території санітарно-захисної зони (рис. 2) на відстані R45 м зменшилися від 77 дБА до 69 дБА (табл. 3) в напрямку розповсюдженню звукових коливань у бік селитебної території, а радіус санітарно-захисної зони для території житлової забудови зменшився від 1500 до 700 м.



**Рис. 2.** Розташування точок вимірювання та території ВУПІ після встановлення камерного глушника та розвороту потоку на 90° в горизонтальній площині

Тому, під час наближення селитебних територій до інтенсивних випромінювачів шуму необхідно передбачити проміжну зону для розташування зелених насаджень та забудов допоміжних призначень.

Для підвищення ефективності звукових коливань використано покриття елементів додаткових конструкцій над дифузorzами із термічно загартованого шлаку «керамзиту», коефіцієнти звукопоглинання якого наведені в табл. 2.

Таблиця 2  
Звукопоглинаючі властивості матеріалів

Тип матеріалу	Питома вага, кг/м <sup>3</sup>	Товщина, мм	Частота, Гц			
			63	125	250	500
Плати ПП-80 [2]	80	60	0,10	0,31	0,7	0,95
ЗП Блоки [2]	1600	100	0,20	0,40	0,80	0,70
Керамзит ø 0÷15 мм	500	100	0,15	0,18	0,32	0,85
Керамзит ø 15÷20 мм	470	100	0,20	0,23	0,35	0,48

У діапазоні частот до 150 Гц, де найбільш інтенсивне випромінювання шуму вентиляторами, коефіцієнт звукопоглинання загортованого кертміту з урахуванням його доступності та вартості, не поступається спеціальним звукопоглинаючим матеріалам.

Дані про послідовність виконання розроблених пропозицій та рівні звуку після їх реалізації наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Послідовність виконання розробок	Рівні звуку на відстані 45 м від дифузorzів		
	Місця виконання вимірювання		збоку від дифузorzів
	вздовж вісі дифузorzів		
	робочий вентилятор	резервний вентилятор	
Без засобів зниження шуму	77	74	61
Зняті екрани над дифузorzами	73	71	57
Установлені акустичні екрани вздовж стінок дифузorzів	72	71	59
Установлено камерний глушник шуму із розворотом потоку на 90°	69	72	62

**Висновок та напрямок подальших досліджень.** Результати виконаних досліджень показують, що:

рівні звуку в приміщенні приводних двигунів вентиляторів та на території промплощині ВУГП в межах санітарно-захисної із радіусом  $R=100$  м перевищують гранично-допустимі величини;

захист від шуму в приміщенні вентиляторів досягається за рахунок використання кабін нагляду із вікнами та дверми підвищеної звукоізоляції, засобів індивідуального захисту від шуму та акустичних екранів між вентиляторами.

Останні в першу чергу захищають від підвищення рівнів шуму працівників, які виконують ремонтні та регламентні роботи на площадці резервного вентилятора;

зниження шуму на території ВУГП досягнуто за рахунок використання камерного глушника шуму та розвороту напрямку викиду повітря на 90° в горизонтальній площині;

подальші дослідження з метою зниження рівнів шуму на територіях, які прилягають до санітарно-захисної зони навколо вентиляторів, повинні проводитись з метою використання звукопоглинаючих пластин в конструкції камерного глушника та можливості використання елементів пластинчастих глушників;

виконання цього завдання дозволить зменшити буферної зони між санітарно-захисною зоною вентиляторів та територією житлових забудов селитебної зони.

#### Список літератури

1. Юдин Е.Я. Борьба с шумом шахтных вентиляторных установк. / Юдин Е.Я., Терехин А.С. // 2-е узд. Пере-раб и доп. – М.: Недра.1985.-191 с., ил.
2. Г.А. Хорошев. Борьба с шумом вентиляторов. / Г.А. Хорошев, Ю.И. Петров, Н.Ф. Егоров // - М.: Энергоиз-дат. 1981.-144 с.,ил.
3. Юдин Е.Я. Исследование шума вентиляторных установок и методов борьбы с ним. Труды ЦАГИ, вып. № 713.-М.: Оборонгиз.1958.
4. Ивановский И.Г. Шахтные вентиляторы. Ивановский И.Г./ Учеб. пособие / Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003.-196 с., ил.86.- табл.7
5. Вентиляторы шахтные главные проветривания. Технические условия. ГОСТ 11004-84 (СТ СЭВ 3830-82).-М., Изд-во стандартов, 1984.-31 с., ил.
6. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. ДСН 3.3.6.037-99.-К., 199,с.-29.
7. СН № 3077-84. Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки.

Рукопис подано до редакції 31.03.16

УДК 622.271.32: 005.61

О.Ю.БЛИЗНЮКОВА, аспирантка, Криворожский национальный университет

#### ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА НА ОБЪЕМЫ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ

Со ссылкой на всемирно известных ученых-горняков обоснована проблема определения минимально необходимых объемов извлечения из недр пустых пород, которые сопровождают добычу полезных ископаемых открытым