

УДК 614.89:006.354

© С.І. Чеберячко, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ СЛУХУ

В статті наведено аналіз методів з вибору засобів органів слуху у відповідності з ДСТУ EN 458:2005.

В статье приведен анализ методов по выбору средств органов слуха в соответствии с ДСТУ EN 458: 2005.

In the article the analysis methods of the choice of means hearing in accordance with EN 458: 2005.

Актуальність. Охорона праці в гірничорудній промисловості України є пріоритетним напрямком наукових досліджень, які пов'язані з вивченням низки шкідливих факторів: шкідливі та небезпечні гази, пил, висока температура, вологість повітря, шум, вібрація та інше.

Загострення обстановки з аварійністю й травматизмом в гірничорудній галузі в різні роки сприяло прийняттю Урядом України низки нормативних актів, що направлені на покращення ситуації. Перш за все це Закон України Про охорону праці, Закон Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві і професійного захворювання, що призвели до втрати працездатності», Програми підвищення безпеки праці на вуглевидобувних і шахтобудівних підприємствах на 2009–2017 років, які направлені на покращення умов праці, удосконалення процесів соціального захисту гірників та металургів від професійних захворювань. Однак офіційна статистика з професійної захворюваності, як одного з основних показників здоров'я населення України, свідчить про недостатню дієвість вище перелічених нормативних актів. Так, найбільш шкідливі виробничі фактори на робочих місцях гірничо-металургійних комбінатів є шум (84,1%), та запиленість (65,9%) (рис. 1) [1].

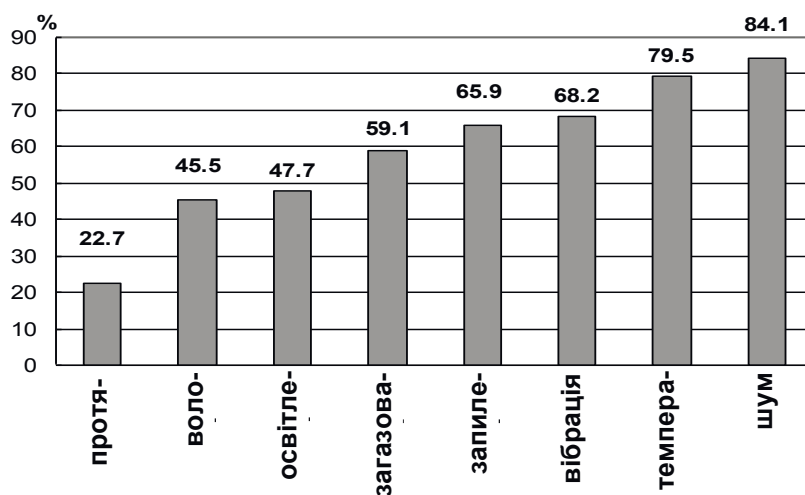


Рис. 1. Розподіл шкідливих факторів за ступенем впливу на людину [1]

Виходячи з наведених даних, можна зробити висновок, що захист органів слуху і дихання є одним і пріоритетних завдань на підприємствах гірничо-металургійного комплексу, які здебільшого вирішуються за допомогою застосування адекватних індивідуальних засобів захисту.

Аналіз існуючих публікацій. Вважається, що велике розмаїття конструкцій засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОС) дозволить забезпечити всі існуючі потреби працівників із захисту органів слуху. Цьому сприяє велика кількість каталогів різних виробників, де наведені переваги тих чи інших пристроїв, їх основні характеристики та вказівки до вибору галузі застосування. Так, на ринку України представлені не менш шести видів ЗІЗ органів слуху, як зарубіжних так і вітчизняних виробників (табл. 1).

Таблиця 1

Придатність ЗІЗОС до умов використання [3]

Умови застосування	Одно-разові вкладиші	Сформовані вкладиші	Вкладиші на дужці	Вкладиші на шнурку	Біруші	Навушники
Коротке застосування	○	○	●	○	○	●
Прийом сигналів	●	◇	◇	◇	◇	◇
Підвищена температура і вологість повітря	●	●	●	●	●	○ ¹
Наявність пилу	●	●	○	○	◇	◇ ²
Наявність вібрації	●	●	◇	◇	●	◇
Використання захисних окулярів	●	●	●	●	●	●
Використання захисної каски.	●	●	◇ ³	●	●	○

Примітки:

- – принципово підходять;
- – принципово не підходять;
- ◇ – можливо підходять або не підходять залежно від конкретного випадку;
- 1 – підходять при наявності прокладки, що вбирає вологу;
- 2 – пил та інші забруднення можуть накопичуватися на засобах захисту та подразнювати шкіру, наприклад, при шліфуванні внутрішніх стінок ємностей і т.п.;
- 3 – можна прикріпити на потиличній дужці або до каски.

Останнім часом з'явилась, низка проведених виробничих досліджень із визначення реальної ефективності засобів індивідуального захисту органів слуху (ЗІЗОС) опублікованих Національним інститутом охорони праці США показала, що наведені показники в цих каталогах є значно завищені (рис. 2). Отримані дані говорять про неможливість забезпечити традиційними навушниками

захист від низькочастотних шумів [2]. Тому вибір, який заснований тільки на даних каталогів виробників може збільшити ризик розвитку професійних захворювань.

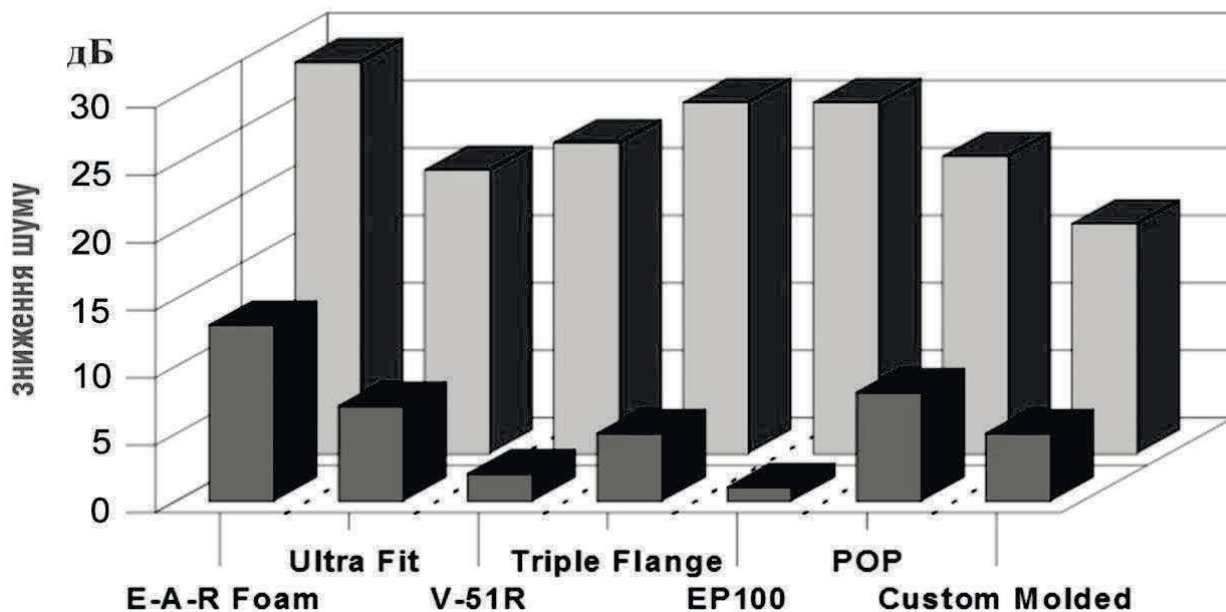


Рис. 2. Порівняння коефіцієнтів ослаблення шуму, виміряних в лабораторних умовах (далекій ряд) і на практиці (ближній ряд) у противошумних вкладишів 7 різних конструкцій [7]

У «Керівництві з профілактики професійної втрати слуху» [6] з метою обізнаності працівників були проаналізовані основні фактори, які погіршують захисну ефективність ЗІЗОС. Перш за все до них відносять нещільний контакт корпусів ЗІЗОС з головою користувача (рис. 3), або з вушною раковиною (рис. 4) через невміння правильно користуватись, відсутності підготовки або у достатній мірі мотивації. Також потрібно враховувати і збільшення гучності мови на 5–6 дБ з кожними 10 дБ підвищення рівня шуму навколишнього середовища.

Зараз перед виробниками гостро стоїть задача з пошуку шляхів підвищення індивідуального захисту людей від шуму. Пошук ведеться за декількома напрямками. Перш за все серйозну увагу приділяють конструкції захисних пристроїв з метою досягнення максимального її співпадання з формою слухового каналу та вух [4]. Інші виробники вбачають вирішення цієї проблеми у використанні спеціальних технологій з шумогасіння. Наприклад, фірма «Honeywell International Inc.» пропонує технологію управління повітряним потоком «Air Flow Control™» завдяки якій поліпшується акустична ефективність засобу по всьому спектру частот [5]. Також широке розповсюдження набирає використання активних навушників, які одночасно зі зменшенням шумового впливу за допомогою вбудованих в них мікрофонів і динаміків дозволяють чути навколишнє оточення і комфортно спілкуватися [6].

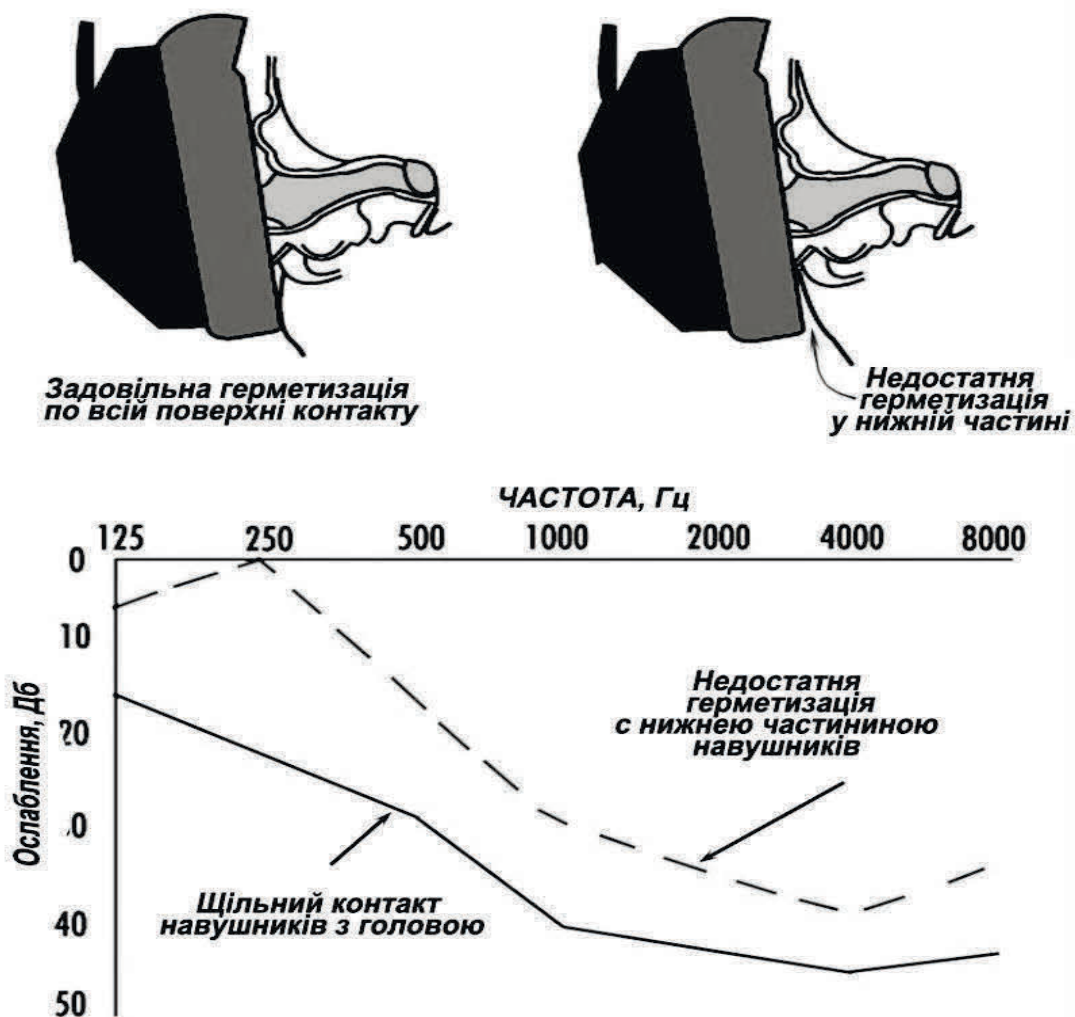


Рис. 3. Правильне і неправильне положення навушників і відповідне ослаблення рівня шуму [5]

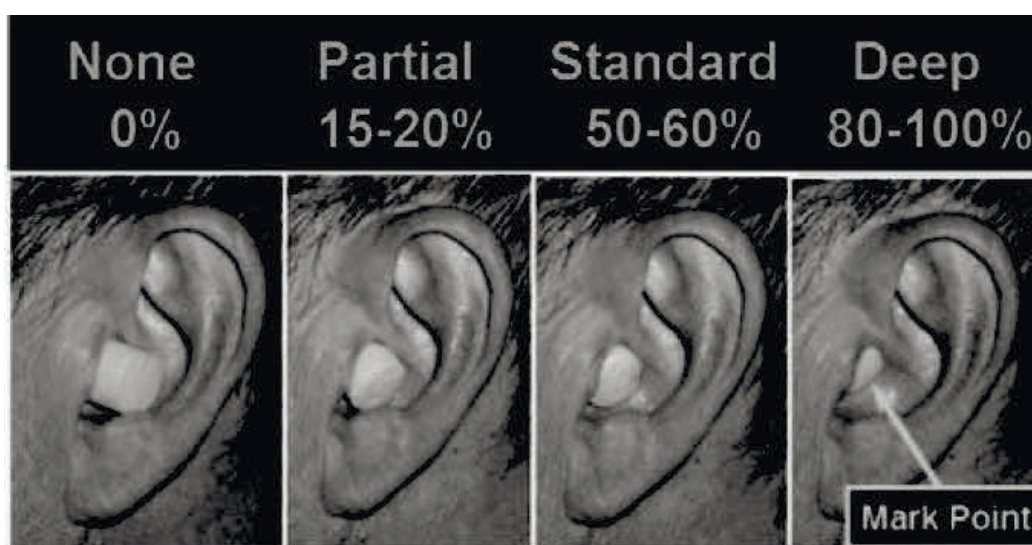


Рис. 4. Ілюстрація ступені зменшення захисту вкладишами при не правильному їх використанні [6]

Постановка задачі. Невідповідність між лабораторними і виробничими даними та велика їх кількість, яка присутня на сучасному ринку, призводить до необхідності вивчення особливостей правильного вибору. Крім того, важливо враховувати, що висока ефективність ЗІЗОД досягається тільки при постійному носінні та їх відповідності будові органів слуху користувачів.

Основна частина. Характеристики основних засобів індивідуального захисту органів слуху. Вимоги до пасивних засобів захисту слуху викладені у стандартах України: ДСТУ EN 352-1-2002, ДСТУ EN 352-2-2002, ДСТУ EN 352-3-2002, ДСТУ EN 352-4:2004, ДСТУ EN 352-5:2005, ДСТУ EN 352-6:2005, ДСТУ EN 352-7:2005. Відповідно до основних показників ЗІЗОС, які характеризують їх ефективність, відносять: SNR (Single Number Rating або Sounds Noise Reduction) – усереднений показник зниження рівня шуму за низькими, середніми і високими частотами [8] та NRR (Noise Reduction Rating) або коефіцієнт зниження шуму – являє собою середнє зниження рівня звуку, що отримано під час лабораторних досліджень ЗІЗОС на 10-ти різних випробувачах [8].

Рекомендації щодо вибору ЗІЗ органів слуху. Для вибору придатного ЗІЗОС з огляду на шумове середовище стандартом ДСТУ EN 458:2005 «Засоби індивідуального захисту органів слуху. Рекомендації щодо вибору, догляду та обслуговування» рекомендується приділити увагу на характеристики шуму, тобто рівням звукового тиску, спектр шуму й імпульсивність та важливість зв'язку. У кожному конкретному випадку необхідно вивчити інформацію щодо шумового середовища; акустичної ефективності ЗІЗОС, які надані виробником. Стандарт вимагає проведення оцінювання акустичної ефективності засобів індивідуального захисту органів слуху за частотною корекцією у вухах користувача. Обов'язково повинна бути надана користувачеві інформація щодо ризику завдання шкоди слуху через незастосування ЗІЗ органів слуху, важливість правильного його розміщення.

У країнах Європи існує декілька методів стосовно оцінювання акустичної ефективності пасивних засобів індивідуального захисту органів слуху: метод октавних смуг, метод NML та метод SNR. Для їх використання передбачені законодавством певні вихідні дані, що наведені в табл. 2.

Вибір методу з визначення ефективного ЗІЗОС є досить непростю задачею, яка потребує ще детального дослідження. Зрозуміло, що в кожному конкретному випадку вибрана процедура повинна забезпечити найбільш точний розрахунок ефективності вибраного захисного пристрою, при цьому розрахунки і докази мають бути простими і зрозумілими. З цього приводу самим поширеним є метод октавних смуг, тому що він дозволяє встановити рівень зниження шуму входячи з вимірних даних на робочому місці та даних щодо акустичної ефективності в октавних смугах частот ЗІЗ органів слуху. Тоді як іншими методами, наприклад NML, краще користуватись, коли невідомий звуковий тиск у октавних смугах.

Таблиця 2

Характеристика методів оцінювання

Рекомендований метод	Потрібна інформація
Метод октавних смуг	Постійні шуми. Відомі рівні звукового тиску в октавних смугах та еквівалентний рівень звукового тиску октавної смуг, $L_{\text{окт}}$. Переривчастий або імпульсний шум.
Метод HML	Рівень звукового тиску за частотною корекцією A, $L_A/(L_c - L_A)$ Переривчастий або імпульсний шум. Еквівалентні тривалі дані $L_{A \text{ екв}}/(L_{c \text{ екв}} - L_{A \text{ екв}})$
Метод SNR	Рівень звукового тиску за частотною корекцією A, $L_A/(L_c - L_A)$ Переривчастий або імпульсний шум. Еквівалентні тривалі дані $L_{A \text{ екв}}/(L_{c \text{ екв}} - L_{A \text{ екв}})$

Відмітимо, що у стандарті ДСТУ EN 458:2005 вказується на необхідність забезпечення щоб 84 % випадках розрахований рівень звукового тиску з частотною корекцією A в одягнених ЗІЗ органів слуху був більший від прогнозованого рівня. Також для того, щоб вважати акустичну ефективність ЗІЗ органів слуху достатньою визначається еквівалентний денний рівень, який має дорівнювати чи бути нижчим за гранично допустимий рівень $L_{\text{гдр}}$. А для запобігання надлишку захисту L_{a1} не повинен бути нижчим від $(L_{\text{гдр}} - 15)$ дБ (табл. 3.)

Таблиця 3

Оцінювання акустичної ефективності ЗІЗ органів слуху за специфічних шумових обставин

Рівень звукового тиску, що сприймається вухом, L_{a1} , дБ	Ступінь захисту
більше ніж $L_{\text{гдр}}$	Недостатня
від $L_{\text{гдр}}$ до $(L_{\text{гдр}} - 5)$	Задовільна
від $(L_{\text{гдр}} - 5)$ до $(L_{\text{гдр}} - 10)$	Добра
від $(L_{\text{гдр}} - 10)$ до $(L_{\text{гдр}} - 15)$	Відмінна

Приклад вибору ЗІЗ органів слуху за методом октавних смуг.

Вихідні дані з вимірян денних рівнів звукового тиску (дБ) в октавних смугах на робочому місці, (L_f) та акустичної ефективності ймовірного пасивного ЗІЗ органів слуху наведені в табл. 4. Необхідно підвередити або спростувати їх придатність до застосування працівником на робочому місці.

Таблиця 4

Дані для розрахунку

Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виміряні рівні звукового тиску (дБ) (L_f)	80	84	86	88	97	99	97	96	$L_a = 104$ дБ $L_c = 103$ дБ
Акустична ефективність ЗІЗОС, дБ	5	7	11	15,7	19,4	24,4	32,6	29,7	$H = 25$ дБ $M = 19$ дБ $L = 13$ дБ $SNR = 21$ дБ

Примітка. Гранично допустимий рівень $L_{гдп} = 85$ дБдсл.

Розрахуємо рівень звукового тиску з частотною корекцією А сприйнятий вухом у одягнених ЗІЗ органів слуху, L_{a1} за формулою

$$L_{a1} = 10 \log \sum_{f=125}^{8000} 10^{0.1(L_f + A_1 - APV)}$$

де f – середньо геометрична частота смуги, Гц; L_f – рівень звукового тиску в октавній смузі, дБ; A_1 – рівень звукового тиску з частотною корекцією А середньо геометрична частоти октавної смуги, дБ; APV – сумарне значення захисту ЗІЗ органів слуху, дБ.

Результати попередніх розрахунків зручно навести в таблиці (табл. 5).

Таблиця 5

Результати попередніх розрахунків

Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Виміряні рівні звукового тиску (дБ)	80	84	86	88	97	99	97	96
Зважування за характеристикою А, дБ	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1,0	-1,1
Рівні звукового тиску з частотною корекцією А, дБ	53,8	67,9	77,4	84,8	97,0	100,2	98,0	94,9
Різниця між рівнями звукового тиску з частотною корекцією і акустичною ефективністю ЗІЗОС	48,8	60,9	66	69,1	77,6	75,8	65,4	65,2

Тепер визначимо рівень звукового тиску з частотною корекцією А сприйнятий вухом у одягнених ЗІЗ органів слуху

$$L_{a1} = 10 \log(10^{4,88} + 10^{6,09} + 10^{6,6} + 10^{6,91} + 10^{7,76} + 10^{7,58} + 10^{6,54} + 10^{6,52})$$

$$L_{a1} = 80,6, \text{ дБ (А)}.$$

Порівняємо отримане значення з гранично допустимим і встановлюємо, що наш вибір є задовільний.

Зважуємо увагу на те, що наведені методи є рекомендовані стандартом ДСТУ EN 458:2005. Однак, кардинально питання із адекватного захисту органів слуху досі невирішене. Про це свідчать вимоги американського стандарту 29 CFR 1910.95 Occupational noise exposure. Appendix B Methods for estimating the degree of hearing protector attenuation. В якому вказується на необхідність при виборі ЗІЗОС введення деяких поправок і перш за все орієнтуватись не на показник SNR, а на NRR, який триманий під час лабораторних досліджень ЗІЗОС на 10-ти різних випробувачах. І навіть останній для забезпечення надійного захисту рекомендується зменшити на сім децибел, якщо NRR виміряна для С-корекції, а потім ще отриманий результат поділити навпіл. І тільки у такому разі проводити подальші розрахунки.

Крім того, на такий крок пішли і у Великобританії, де додатково у звіті Інспекції зі здоров'я і безпеки Великобританії [7] наведені значення поправок на використання ЗІЗ органів слуху у реальних умовах, відносно паспортних даних фірмовиробників (табл. 6)

Таблиця 6

Поправки на реальні умови експлуатації ЗІЗОС

№	Тип ЗІЗОС	Умови використання	Поправка до SNR, дБ
1	Навушники	Рекомендація інспекції HSE	4
2		Зношення, еквівалентне одному місяцю	6
3		Руйнування 1/8 амбушюра	2
4		Використання разом з шапкою або капюшоном	14 - 21
5		Використання разом з очками або респіратором	2-10
7	Вкладиші	За умови неповного приживання	9 дБ
8		За умови приживання до вуха	Захист відсутній

Висновки. Таким чином для вибору ефективного ЗІЗОС потрібно врахувати, що погіршення захисного ефекту відбувається через нещільний контакт корпусів з головою користувача, також через невміння правильно користуватись і відсутності в достатній мірі мотивації, тому для розрахунку послаблення шуму ЗІЗОС використовувати надані постачальники значення SNR не можна, оскільки вони є значно завищені і вводять в оману.

Також, слід орієнтуватись на реальні значення ефективності для вкладишів до 5 дБ з корекцією А, і до 10 дБ з корекцією А для навушників, та до 15 дБ з корекцією А – для їх комбінації.

Список літератури

1. Руководство к практическим занятием по гигиене труда. Под ред. проф. В.Ф.Кириллова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 416 с. (ISBN 978-5-9704-0852-0).
2. Денисов Э.И. Проблема реальной эффективности индивидуальной защиты и привносимый риск для здоровья работников / Денисов Э.И // Медицина труда и промышленная экология.-2013.-№ 4.- С.18-25.
3. The Control of Noise at Work Regulations 2005. – Statutory instruments, No.1643. – 16 pp. (URL:http://www.legislation.gov.uk/ukxi/2005/1643/pdfs/ukxi_20051643_en.pdf)
4. Franks J.R., Berger E.H. Hearing Protection // Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. 4 th. ed. - V.1. - Geneva: International Labour Office, 1998. - С. 31.11-31.16.
5. Hempstock TI, Edwards NJ, Needham K. An evaluation of procedures for determining the attenuation of hearing protectors. App Acoust. 1992;36(1):51–74.
6. Murphy W, Franks JR, Shaw PB. Estimating the precision error in hearing protector ratings [abstract]. J Acoust Soc Am. 2001; 115(5):2378.
7. Witt B., Coons Ph. AirFlowControl™Technology // SoundSource™. - 2005. - Volume 1/Issue 7a May. - С. 1-2.
8. Солдатов С.К., Скуратовский Н.И. Инженерно-технические аспекты эволюции средств защиты от авиационного шума // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" (<http://ipb.mos.ru/ttb>). - 2013. - Выпуск № 6 (52). - С. 1-9.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Голіньком В.І.
Надійшла до редакції 17.12.2014*

УДК 622.578.684

© В. А. Зберовский, А.Н. Коробочка

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Рассмотрено влияние топливно-энергетических и скоростных характеристик карьерных автосамосвалов на загрязнение атмосферы. Рекомендовано скорость движения автосамосвалов в карьерах и на прилегающих к ним территориях нормировать по экологическому фактору.

Розглянуто вплив паливно-енергетичних і швидкісних характеристик кар'єрних автосамоскидів на забруднення атмосфери. Рекомендовано швидкість руху автосамоскидів в кар'єрах і на прилеглих до них територіях нормувати по екологічному фактору.

The effect of fuel-energy and high-speed characteristics of the quarry dump trucks on air pollution. It is recommended to dump speed in the pits and in the adjacent areas to ration by environmental factors.