

Список літератури

1. НПАОП 0.00-1.34-71 Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом.
 2. ГОСТ 9.602-2005 «ЕСЗКС. Подземные сооружения. Общие технические требования.
- Рукопис подано до редакції 31.03.12

УДК 613.614

В.Д. АФАНАСЬЕВ, канд. техн. наук, А.М. НЕЧАЙ, Н.А. РАЧЕНКО, ГП «НИИБТГ»

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ИЗЛУЧЕНИЯ И СНИЖЕНИЯ УДАРНОГО ШУМА ПРИ ГРАВИТАЦИОННОМ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ КУСКОВОГО МАТЕРИАЛА

Приведены результаты исследований влияния футеровок на излучение и снижение уровней ударного шума при гравитационном транспортировании кускового материала.

Проблема и ее связи с практическими задачами. Современная технология дробления во второй и третьей стадиях предполагает широкое использование гравитационного транспортирования кускового материала во второй и третьей стадии дробления.

Анализ современных проектных решений показывает, что использование в этих стадиях сортировочного (грохоты) и дробильного оборудования (молотковых, конусных и инерционных дробилок) требует использование большого числа перегрузочных устройств, подвергающимся интенсивным ударам, повышенному износу и излучению ударного шума, превышающему 90-100 дБ.

Из большого числа перегрузочных устройств во второй и третьей стадии дробления 40 подвергаются ударам кускового материала крупностью от 250-0 мм до 32-0 мм при высоте свободного падения от 4 до 8 м. При этом перегрузочное устройство превращаются в акустические волноводы и излучатели интенсивного ударного шума.

Без решения проблемы снижения ударного шума перегрузочных устройств не удастся эффективно использовать малозумное сортировочное и дробильное оборудование, а значит, и решить проблему обеспечения нормальных условий труда по шуму при дроблении различных материалов.

Анализ исследований и публикаций. Первые исследования и разработку средств снижения ударного шума при грохочении представлены в работах [1-3]. Было показано, что применение слоистых резинометаллических щитов позволяет эффективно снизить передачу и излучение ударного шума и уменьшить износ поверхности перегрузочных устройств.

Наиболее полный обзор средств снижения ударного шума при гравитационном транспортировании кускового материала рассмотрен в работе [4]. С учетом особенностей ударного взаимодействия и энергетических характеристик ударов представлены различного типа конструкции, обеспечивающие снижение высоты падения до соударения, создания карманов для накопления транспортируемого материала, различного типа резиновых футеровок и способов их крепления.

Однако данные об эффективности снижения ударного шума такими конструкциями весьма скудные, а об излучающей способности отсутствует.

Актуальным является задача исследования передачи ударного шума различными защитными устройствами при их применении в конструкциях перегрузочных устройств, а также особенности излучения различного типа футеровок и защитных конструкций при воздействии на них ударов кускового материала.

Постановка задачи. Целью работы является аналитические и экспериментальные исследования передачи и излучения ударного шума средствами защиты поверхностей перегрузочных устройств от износа при дроблении кускового материала на дробильных фабриках второй и третьей стадии дробления горнообогатительных комбинатов.

Изложение материала и результаты. Результаты исследований, изложенных в работе [5] для случая создания ударного шума стандартной ударной машины (СУМ) показывают, что уровни приведенного шума L_n , излучаемые сплошной плитой, определяются из выражения

$$L_n = 140 - 10 \lg K \rho^{1.5} E^{0.5} h^3 \cdot \eta, \quad (1)$$

где $K = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{с} / \text{кг}^2$; ρ - плотность материала пластины, $\text{кг} / \text{м}^3$; E - модуль упругости материала пластины, $\text{Н} / \text{м}^2$; h - толщина пластины, м; η - коэффициент потери на внутреннее трение материала пластины.

С учетом результатов исследований ударного шума, излучаемого стальными пластинами, качественная оценка уровней звукового давления может быть оценена из выражения (в октавных полосах частот)

$$L=10\lg \frac{I^2 \cdot f_{y\partial}}{7,3V_0^2 \cdot S \cdot \rho^{1,5} h^3 E^{0,5} \cdot \eta}, \quad (2)$$

где $I = mv(1+\gamma)$ – импульс силы, кг·м/с; $f_{y\partial}$ – число ударов в единицу времени, с⁻¹; $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с.

После преобразования выражения (2) и учета угла установки α пластины и коэффициента излучения $S_{изл.}$ получено следующее выражение для оценки излучения ударного шума, для случая излучения в помещении, в виде

$$L=156-10\lg \frac{m^2 H(1+\gamma)^2 f_{y\partial} S_{изл.} \cdot \sin \alpha}{\rho^{1,5} h^3 E^{0,5} \cdot \eta \cdot A}, \quad (3)$$

где m – масса транспортируемого материала, кг; H – высота свободного падения кусков, м; $S_{изл.}$ – коэффициент излучения пластины; α – угол установки пластины к вертикали, град.; γ – коэффициент восстановления; A – общее звукопоглощение помещения, в котором происходит излучение пластины, м².

Анализ выражения (3) показывает, что частотная характеристика уровней звукового давления определяется временной характеристикой импульса I [5], коэффициентом излучения $S_{изл.}$ [6] и коэффициентом потерь η [7].

Существенное отличие коэффициента восстановления γ при ударах стальных молотков (СУМ) о железобетонные плиты, представленное в работах [5,8] потребовало проведения дополнительных исследований. Они также определились с тем, что сведений о величинах γ для транспортируемого кускового материала (кварцитов, железной руды) отсутствуют.

Для оценки диапазона изменения γ привлечены данные результатов исследований, приведенные в работе [9]. Результаты исследований показали, что γ существенно зависят от характеристик соударяемых тел, скорости соударения, радиуса и соотношения масс соударяемых тел. В работе [9] установлено, что изменение начальной скорости от 0,3 м/с до 1,5 м/с приводит к снижению γ от 0,80 до 0,63. Нами были проведены экспериментальные исследования по оценке γ при взаимодействии шариков из разных материалов по высоте отскока их от калиброванной пластины из стали толщиной 30 мм и размерами 0,6×1,1 м ($m_{ш} \ll m_{п.аб}$). Результаты испытаний показали, что $\gamma = 0,83$ для шариков от пинг-понга, $0,30 \div 0,38$ для стальных шаров $\varnothing 25 \div 30$ мм и $0,10 \div 0,20$ для кусков кварцита при скорости соударения до 4,5 м/с.

Результаты экспериментальных исследований излучения ударного шума стальных пластин (Рис.) показали, что существуют ряд факторов, которые нарушают закономерности, которые могут быть установлены согласно выражения (1). Прежде всего, увеличение толщины стальной пластины приводит к снижению ударного шума на $6 \div 7$ дБ ($h^{2,0 \div 2,5}$) а не 9 дБ ($h^{3,0}$) при каждом удвоении толщины пластины.

Нарушение закономерности снижения уровней ударного шума при увеличении толщины пластины происходит также и в диапазоне низших форм собственных колебаний пластины f_{mn} для $m, n \leq 3$ и диапазоне частот $f > 0,5f_{кр}$. Это определяется тем, что увеличение толщины пластины приводит к смещению низших форм колебаний в область более высоких частот, а диапазон действия критических частот в область более низких частот (рис. 1).

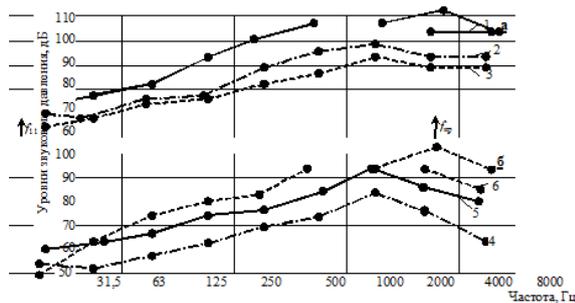


Рис. 1. Спектры ударного шума стальных пластин: а – пластина толщиной 2 мм; 1 – без накладок; 2 – с накладками (удар по пластине толщиной 2 мм); 3 – удар по накладкам; б – влияние толщины пластин; 4 – 30 мм; 5 – 10÷15 мм; 6 – 6 мм

Для фиксированных значений m, ρ, E, η и A основными факторами, которые позволяют снизить уровни ударного шума, являются высота свободного падения H до соударения со стенками перегрузочного устройства, угла установки α отражающего элемента и его толщи-

ны h .

Однако эффективно использовать эти факторы при проектировании перегрузочных устройств в помещениях дробильных фабрик практически не всегда удается. В проектах в настоящее время преимущественно используются стальные пластины толщиной 20 мм для защиты от износа стенок перегрузок.

В работе [10] рассмотрено влияние не связанных между собой пластин (футеровок) и которые не повышают изгибной жесткости несущей пластины с позиций их влияния на звукоизоляцию в результате изменения диапазона критических частот согласно выражения

$$\Delta f_{кр} = (h_{\phi} / h_o)^{0,5}, \quad (4)$$

где h_{ϕ} - толщина футеровки, мм; h_o – толщина несущей пластины, мм.

Диапазон низших форм колебаний изменяется на величину

$$\Delta f_{mn} = (h_o / h_{\phi o})^{0,5}. \quad (5)$$

Таким образом, расширяется диапазон частот, где влияние критических частот и частот низших форм колебаний не проявляется.

Снижение величины ударного шума за счет установки стальной футеровки в диапазоне частот $\Delta f_{mn} \leq f \leq \Delta f_{кр}$ согласно [11] определяется из выражения

$$(1 + \Delta L_{y\partial} = 15 \lg \left(1 - \frac{h_{\phi}}{h_o} \right)). \quad (6)$$

Для случая, когда защитные пластины не являются набором отдельных, не связанных между собой покрытий, снижение ударного шума определяется из выражения

$$\Delta L_{y\partial} = 10 \lg \frac{(h_o h_{\phi} + h_{\phi}^2)^{1,5}}{h_o^3}. \quad (7)$$

Когда происходит износ футеровки до величины $h_o (h_{\phi} \rightarrow h_o)$ тогда снижение ударного шума уменьшается от 8 дБ до 4 дБ.

Излучение ударного шума стальной пластины при установке стальной футеровки оценивается величиной изменения звукоизоляции за счет изменения поверхностной массы несущей пластины на величину

$$\Delta L_u = 13,3 \lg \frac{(h_o + h_{\phi})^{1,5}}{h_o}, \quad (8)$$

т.е. излучение ударного шума при жесткой установке стальных футеровок будет снижено по мере износа футеровки до толщины $h_{\phi} = h_o$ от 7 дБ до 4 дБ.

Необходимо также учитывать снижение ударного шума за счет изменения коэффициента потерь несущей пластины за счет изменения коэффициента потерь несущей пластины $\eta_{он}$ до величины коэффициента потерь слоистой конструкции (несущая пластина - футеровка) из выражения

$$\Delta L_{ul} = 10 \lg \eta_{к.н} / \eta_{о.н} \quad \text{для } \eta_{к.н} > \eta_{о.н}. \quad (9)$$

где $\eta_{к.н}$; $\eta_{о.н}$ - коэффициенты потерь на внутреннее трение при насыщении [6].

В пределах данной статьи рассмотрено еще два типа футеровок, которые наиболее широко рекомендуются для снижения ударного шума: стальные футеровки на упругой прокладке и резиновые футеровки. При этом необходимо учитывать, что влияние стальной футеровки определено по отношению к несущей пластине, т.е. собственная эффективность, а эффективность стальных футеровок на упругой прокладке и резиновой футеровки определяются по отношению к пластине со стальной футеровкой, т.е. фактическая эффективность.

Исследования Кремера Л. И Заборова В.И., в предположении, что расчетной схемой являются плиты, на которой расположены не связанные между собой элементы, лежащие на упругом основании, показали, что в диапазоне частот $f > (2 \div 3) f_o$ (f_o – собственная частота колебаний элементов на упругой прокладке), снижение ударного шума может достигать 12 дБ/октаву.

В последующем, при исследовании футеровок мельниц, уложенных на упругих прокладках из резины средней твердости, установлено существенное влияние на снижение ударного шума коэффициента формы прокладки K_{ϕ} и наличия связи между футеровкой и несущей плитой.

Для случая использования резинометаллических шайб в узлах крепления стальной футеровки с несущей пластиной и для значений $h_{\phi} \approx (3 \div 4)h_0$ величина снижения ударного шума определяется из выражения

$$\Delta L'_{y\partial} = 20 \lg \alpha + 10 \lg \frac{m_{\phi}}{m_{np}} - \Delta L_{y\partial} - 3, \text{ для } f \geq 3 f_0, \quad (10)$$

где $\alpha = f/f_0$; $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{K/m_{\phi}}$ - частота собственных колебаний на упругой прокладке; m_{np} , m_{ϕ} , m_0 - соответственно масса единицы площади прокладки, футеровки и несущей пластины; $K = K = E_g/K_{\phi} \cdot h_{np}$ - динамическая жесткость упругой прокладки; E_g - динамический модуль упругости прокладки; h_{np} - толщина прокладки.

Результаты анализа выражения (10) показывают, что в диапазоне частот $f \leq 1,3 f_0$ величина $\Delta L'_{y\partial}$ находится в пределах $4 \div 5$ дБ и затем возрастает, но не более 6 дБ/октаву. Для коэффициента формы $K_{\phi} = 0,12$ фактическое снижение ударного шума до величины 6 дБ/октаву начинается с частоты от 250 Гц.

Снижение излучения футеровки на упругой прокладке определяется из выражения

$$\Delta L_{из} = 10 \lg \frac{\eta_{\phi}}{\eta_{кн}} \text{ для } \eta_{\phi} < \eta_{кн}, \quad (11)$$

где η_{ϕ} - коэффициент потерь на внутреннее трение материала футеровки.

Для оценки снижения ударного шума резиновыми футеровками использовано выражение

$$\Delta L''_{y\partial} = 40 \lg \frac{f}{f_0} - \Delta L_{y\partial}, \quad (12)$$

где $f_0 = 0,465/\tau$ - собственная частота колебаний кусков материала на резиновой футеровке, Гц; τ - величина продолжительности удара, с.

Для прокладок толщиной более 20 мм и приведенного диаметра кусков транспортируемого материала более 50 мм время соударения практически остается мало зависящим от этих величин и достигает $(5 \div 6) \cdot 10^{-3}$ с.

Согласно первой составляющей правой части выражения $\Delta L''_{y\partial}$ снижение ударного шума проявляется в диапазоне частот от 100 Гц, а фактическая эффективность - с частоты 150 Гц и выше.

Снижение излучения ударного шума резиновой футеровкой определяется из выражения

$$\Delta L_{из} = 10 \lg \frac{\eta_p E_p}{\eta_{кн} E_{ст}} \text{ для } \eta_p \gg \eta_{кн}, E_p \ll E_{ст}, \quad (13)$$

где η_p и E_p - собственный коэффициент потерь и модуль упругости материала резиновой футеровки; $E_{ст}$ - модуль упругости стали.

Выводы и направление дальнейших исследований. 1. Результаты исследований позволили оценить величины и диапазоны частот в которых достигается снижение ударного шума от $6 \div 8$ дБ для стальных футеровок и до $6 \div 12$ дБ/октаву при применении футеровок на упругих прокладках и для резиновых футеровок соответственно.

2. Сделана попытка оценить особенности излучения шума стальными футеровками за счет изменения коэффициентов внутренних потерь и учета акустической жесткости для резиновой футеровки.

3. Дальнейшие работы должны проводиться с целью разработки резинометаллических футеровок, различного типа специальных защитных конструкций и исследованию эффективности снижения ими ударного шума, а также обеспечения защиты перегрузочных устройств от износа.

Список литературы

1. Конограй Б.Я. Шум вибрационных грохотов и пути его снижения / Конограй Б.Я., Афанасьев В.Д. // Сб. трудов НИГРИ.-1968.- №9.- Кривой Рог. - С.17-23
2. Конограй Б.Я. Борьба с шумом и вибрациями на предприятиях горнорудной промышленности. / Конограй Б.Я., Животовский А.А., Афанасьев В.Д. // Отчет о НИР по теме №9-63. -№ гос. регист.68000513.-Кривой Рог. - Почтовый ящик Г-4877.-1968.- С.172.
3. Афанасьев В.Д. Методы борьбы с шумом и вибрациями в горнорудной промышленности /Афанасьев В.Д., Животовский А.А., Калинин В.Ф., Конограй Б.Я.// -К. УкрНИИНТИ. -1969.- С.40.
4. Калмыков А.В. Борьба с пылью и шумом на обогатительных фабриках. / Калмыков А.В., Журбинский Л.Ф. //- М. : Недра.- 1984.- С.222.

5. Заборов В.И. Теория звукоизоляции ограждающих конструкций. / Заборов В.И. // Изд. 2-е перераб. и доп.-М.: Стройиздат.- 1969.- С.185.

6. Бородинский Л.С. Снижение структурного шума в судовых помещениях./ Бородинский Л.С., Спиридонов В.М. // Л.: Судостроение.-1974.- С.219.

7. Артоблевский И.И. Введение в акустическую динамику машин / Артоблевский И.И., Бобровницкий Ю.И., Генкин М.Д. // - М.: Наука.-1979.-С.295.

8. Коврыгин С.Д. Борьба с шумом в гражданских зданиях (Ударные и структурные шумы). / Коврыгин С.Д., Захаров А.В., Герасимов А.И. // -М.: Стройиздат. - 1069.- С.327.

9. Герман С.Д. Инженерный расчет коэффициента восстановления при ударе./ Герман С.Д., Сильверстов И.Н., Карпухин И.И. // Сб. Обработка материала давлением. Кузнечно-штамповое производство. - 2006.- №6.- С.7-10.

10. Клюкин И.И. Борьба с шумом и звуковой вибрацией на судах. / Клюкин И.И. // Л. Судостроение.- 1971.- С.416.

11. Заборов В.И. Борьба с шумом методами звукоизоляции./ Заборов В.И., Клячко Л.Н., Росин Г.С.//М.: Стройиздат.- 1964.- С.122.

Рукопись поступила в редакцию 03.04.12

УДК 622.405

В.В. ГЛАДИР, канд. техн. наук, доц., ДП "НДІБПГ"

ОРГАНІЗАЦІЯ РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ НА ШАХТАХ КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ

У статті розглядається управління радіаційними параметрами шахт Криворізького залізорудного басейну та розроблення засобів і способів боротьби з радоном і ДПР.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Джерелами радіаційної небезпеки на Криворізьких залізорудних рудниках є природні радіонукліди ряду урану - 238 та торію - 232, які знаходяться в руді та гірських породах. Радіаційний стан на шахтах Кривбасу характеризується чотирма радіаційними факторами:

пилорадіаційним, що обумовлений присутністю згаданих радіонуклідів;

радоном;

дочірніми продуктами розпаду радону і торону (ДПР і ДПТ);

зовнішнім гама-випромінюванням.

Наявність техногенно-підсиленого джерела природного походження може створювати ризик онкологічних захворювань. Так науково-дослідним інститутом промислової медицини Міністерства охорони здоров'я України (НДІПМ) [1] встановлено, що рівень захворюваності на рак легень підземних працівників Криворізьких залізорудних шахт за 20 років (1970-1989) є високим і у чоловічої статі перевищує середній рівень по місту Кривому Рогу у 2,7 рази. Однак незважаючи на це, змін в системі менеджменту безпеки праці та охорони здоров'я на залізорудних шахтах в цьому напрямку не спостерігається.

Постановка завдання. Як показали дослідження науково-дослідного інституту безпеки праці та екології в гірничорудній і металургійній промисловості (ДП «НДІБПГ») [1,2] з чотирьох наявних радіаційних факторів, що мають місце на залізорудних штатах найбільш вагомим, який впливає на загальний санітарно-гігієнічний стан є наявність радону (торону) і ДПР (ДПТ).

Ці забруднювачі рудникової атмосфери надходять у діючі виробки з відшарованих поверхонь гірничих порід, не ізольованих гірничих виробок та зони обвалень. Відповідно до цього, управління інтенсивністю надходження радону може здійснюватися такими шляхами:

ізоляція зони обвалення шахти і гірничих виробок, які з'єднують її з діючими (робочими) горизонтами;

налагоджування примусової вентиляції очисних та прохідницьких вибоїв, яка забезпечувала б нормальні санітарно-гігієнічні параметри рудникового повітря по фактору «радон».

Але, перш за все, для визначення необхідних обсягів і видів робіт необхідно провести обстеження радіаційної обстановки. В подальшому важливе місце в цих заходах посідає організація робіт з радіаційного контролю. Тому метою цієї роботи є опрацювання управлінських рішень, які дозволяють визначити необхідність і доцільність проведення регламентних заходів на кожній залізорудній шахті.

Викладення матеріалу та результати. Відповідно до норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97) [3] встановлено три рівня дозового опромінення техногенно підсиленими джерела-