

УДК 628.311.4:658.26(085.96)

**Ю.С. Рыбнов, Н.М. Сырников, В.Ф. Евменов,
С.Ю. Рыбнов, Г.А. Смелик**

НАТУРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ИНФРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Проведена регистрация инфразвуковых колебаний возбуждаемых горными машинами и оборудованием в условиях работающего рудника. Получена оценка их амплитудно-частотных характеристик и уровней акустической мощности излучения.

Ключевые слова: горные машины, инфразвуковой шум, осевые вентиляторы, амплитудно-частотные характеристики.

Семинар № 3

Y.S. Ribnov, N.M. Sirmikov, V.F. Evmenov, S.Y. Ribnov, G.A. Smelik

THE ACTUAL MEASUREMENT OF INFRASONIC EXPOSURE OF MINING MACHINERY AND FACILITIES ON THE ENVIRONMENT

The registration of infrasonic swaying actuated by mining machinery and facilities during working at pits is carried out. The assessment of its amplitude-frequency characteristics and levels of acoustic power of emission is made.

Key words: mining machinery, subaudio noise, axial ventilators, amplitude-frequency characteristics

Современный этап развития цивилизации характеризуется множеством сложных и динамичных экологических проблем возникающих в результате воздействия человека на окружающую среду. Территории крупных горнодобывающих предприятий являются очагами такого воздействия. При этом они являются не только источниками вредных выбросов пыли и газа в атмосферу, но и источниками сильных звуковых и инфразвуковых (звук с частотой ниже 16 Гц) возмущений. Основными источниками звука и

инфразвука являются энергетические установки, работающие горные машины и оборудование.

К настоящему времени основное внимание было направлено на исследование источников излучающих в области звуковых частот [1, 2].

Однако устойчивое по своей тенденции возрастание инфразвукового воздействия происходящее в течение короткого исторического отрезка времени, не позволяет человеку надежно адаптироваться к изменяющимся условиям, как он адаптировался в результате эволюционного развития к геомагнитному, гравитационному и температурному полям.

Вследствие недостаточности адаптации, инфразвуковое воздействие может привести к физиологическому и биологическому дисбалансу человеческого организма, что чревато развитием разного рода отклонений от нормального режима его функционирования вплоть до возникновения патологий.

Попытки исследования инфразвукового воздействия на среду обитания повышенными амплитудами и



Рис. 1. Датчик акустических колебаний на базе микрофона 4147 с Preamplifiers Delta Tron 2693 A-OS2

динамический диапазон - не менее 86 дБ.

Сбор, хранение и обработка полученной информации проводилась с помощью 14-ти разрядного АЦП Е-440 и ПЭВМ типа Note-book.

ритмами, отличающихся от биологических, пока не перешли из стадии феноменологических исследований в стадию систематических научных разработок. Поэтому многочисленные факты, свидетельствующие о наличии инфразвукового воздействия на био-объекты и раскрывающие его роль в качестве экологического фактора, нуждаются в количественном анализе, систематизации и научном осмыслении с выработкой практических рекомендаций. Кроме того, мощные инфразвуковые возмущения могут оказывать влияние на работу высокоточной техники и тонкие технологии, а в некоторых случаях на целостность зданий и сооружений.

В силу этого возникает необходимость исследования инфразвуковых источников и в первую очередь их амплитудно-частотные характеристики.

С этой целью были проведены натурные измерения инфразвука от горных машин и оборудования. Измерения проводились на Кировском руднике АО «Апатит» в Хибинском горном массиве.

Для проведения указанных измерений использовался датчик акустических колебаний на базе микрофона 4147 с Preamplifiers Delta Tron 2693A-OS2 (Brüel & Kjær, Denmark) (см. рис. 1) полоса регистрации 0.1-18000 Гц, чувствительность 300 мВ/Па,

1. Акустический шум горных машин и оборудования

Горные машины и оборудование является источником квазистационарного во времени акустического шума. Их акустический КПД обычно составляет величину 10^{-5} ч \div 10^{-9} . Поэтому акустическая эмиссия горных машин и оборудования, как правило, оценивается значением излученной за единицу времени звуковой мощности W . Звуковая мощность является величиной характеризующей только данный источник. По существующим нормам шумность источника оценивается через уровень звуковой

Уровень звуковой мощности определяется по формуле

$$L_w = 10 \cdot \log W/W_0,$$

где $W_0 = 10$ Вт - пороговое значение звуковой мощности.

На практике измеряемой величиной является среднеквадратическая амплитуда звукового давления σP Па по которой оценивается уровень звукового давления L_p равный

$$L_p = 20 \cdot \log \sigma P/P_0$$

где $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па - пороговое значение звукового давления.

Выражение, связывающее уровень звуковой мощности L_w с уровнем звукового давления L_p , расстоянием до источника R и пространственным углом излучения Ω имеет вид

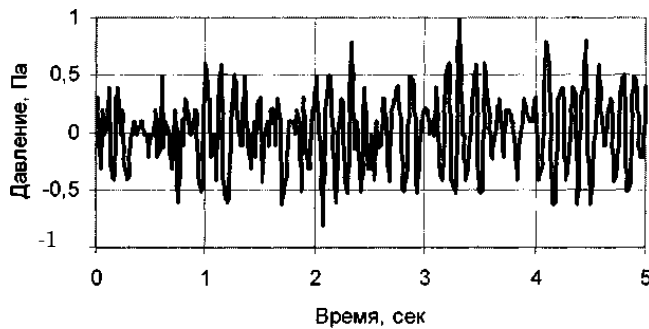
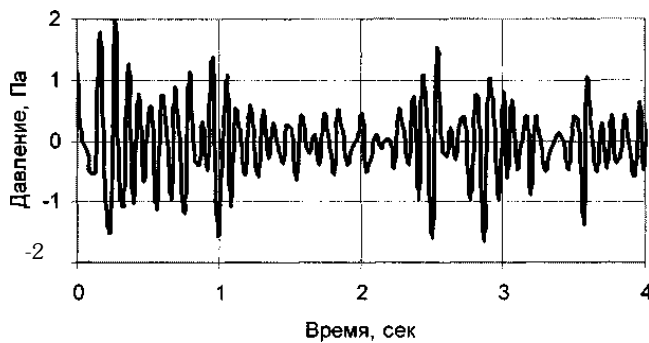
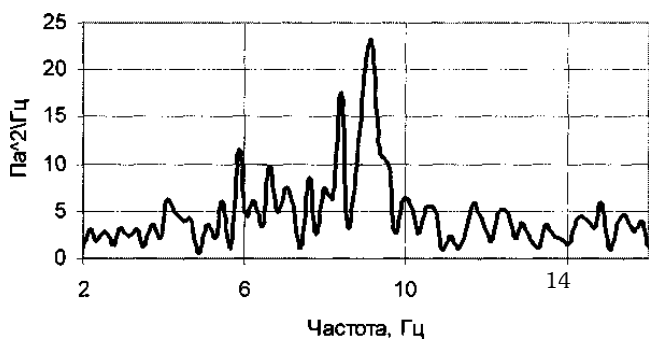


Рис. 2. Инфразвуковые колебания компрессора

Рис. 3. Спектр инфразвуковых колебаний

Рис. 4. Инфразвуковые колебания экскаватора при холостом ходе



2. Оценка уровня инфразвукового шума горных машин и оборудования

2.1. Инфразвуковой шум поршневого компрессора

Поршневые компрессоры для получения сжатого воздуха нашли широкое применение в горнодобывающих предприятиях. Их основу составляют двигатели внутреннего сгорания, которые являются интенсивными источниками акустического шума. Процесс образования шума складывается из трех основных составляющих:

- шума выхлопа возникающего в процессе пульсирующего истечения отработанных газов;
- шума всасывания;
- шума, излучаемого непосредственно двигателем (блок цилиндров, картер с поддоном и т.д.).

На рис. 2 приведена характерная запись инфразвуковых колебаний возбуждаемых работающим компрессором, а на рис. 3 их спектр.

Из экспериментальных данных получено, что среднеквадратическое значение инфразвукового шума компрессора (σP_k) в полосе частот 1÷20 Гц на расстоянии ≈ 10 м равно 0,3 ÷ 0,4 Па.

Тогда уровень шума будет равен

$$L_w = L_p + 20 \cdot \log R + 10 \cdot \log \Omega,$$

где Ω - телесный угол; $\Omega = 2\pi$ — источник расположен на поверхности; $\Omega = 4\pi$ — источник расположен в пространстве); R - расстояние, м.

Данное выражение используется на практике для определения уровня звуковой мощности по результатам измерения акустического давления в свободном поле.

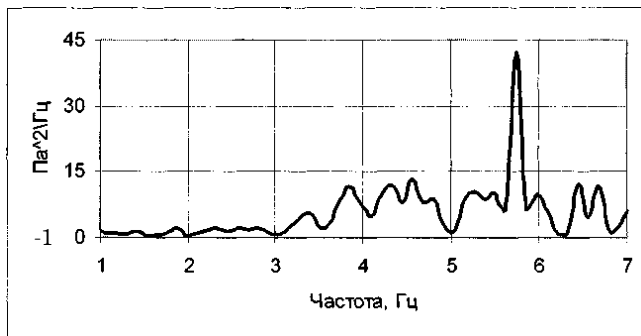


Рис. 5. Спектр инфразвуковых колебаний

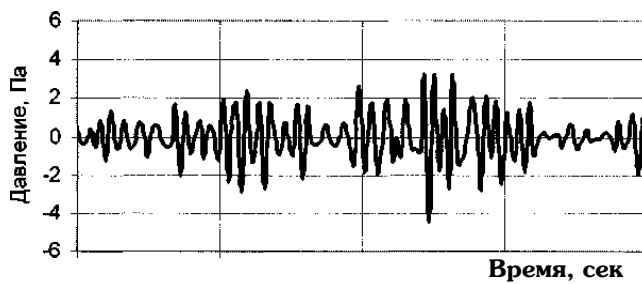


Рис. 6. Инфразвуковые колебания экскаватора при работе

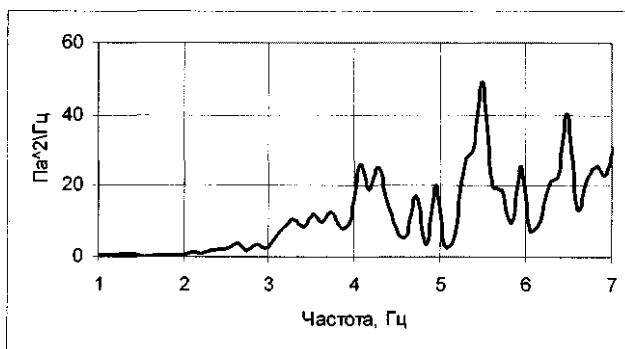


Рис. 7. Спектр инфразвуковых колебаний

2.2. Инфразвуковой шум работающего экскаватора

В практике работы горнодобывающих предприятий большое распространение получили различные типы экскаваторов. В настоящее время наибольшее применение получили экскаваторы с электрическим приводом и приводом от двигателя внутреннего сгорания. В данной работе исследовался инфразвуковой шум от экскаватора с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Измерения проводились как в режиме холостого хода, так и при заборе породы.

На рис. 4 приведена характерная запись инфразвуковых колебаний возбуждаемых экскаватором, работающим в режиме холостого хода, а на рис.5 их спектр.

На рис. 6 приведена характерная запись инфразвуковых колебаний возбуждаемых экскаватором при заборе породы, а на рис. 7 их спектр.

Из экспериментальных данных получено, что среднеквадратическое значение инфразвукового шума экскаватора ($\sigma P_{\text{экс}}$) при холостом ходе в полосе частот 1 ÷ 20 Гц на расстоянии ≈ 20 м равно 0,5 ÷ 0,6 Па.

Уровень шума равен

$$L_p = 20 \cdot \log \sigma P_k / 2 \cdot 10^{-5} = 83 \div 86 (\text{дБ})$$

Уровень акустической мощности будет равен

$$L_w = L_p + 20 \cdot \log R + 10 \cdot \log \Omega = 111 \div 114 (\text{дБ})$$

а акустическая мощность источника равна 0,13 ÷ 0,25 Вт.

Необходимо отметить, что измерялся суммарный шум трех составляющих. Вклад каждой из них в данных исследованиях не оценивался.

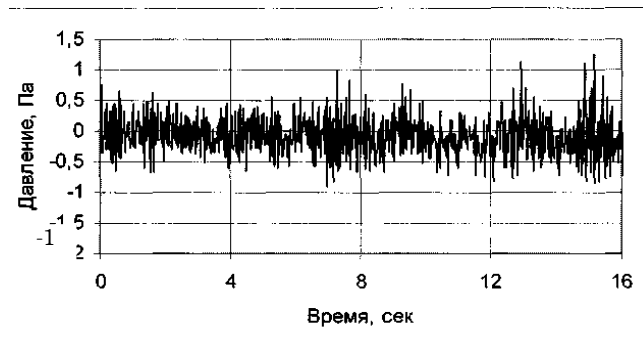


Рис. 8. Инфразвуковые колебания от осевого вентилятора

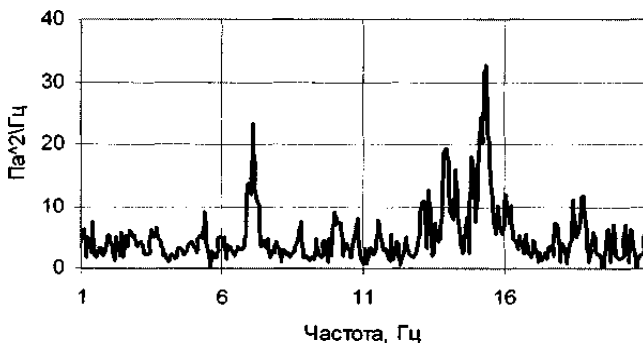


Рис. 9. Спектр инфразвуковых колебаний. Уровень шума вентилятора равен

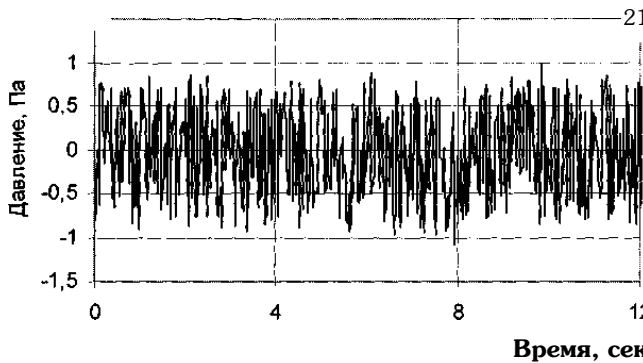


Рис. 10. Инфразвуковые колебания градирни

$$L_p = 20 \cdot \log \sigma P_{\text{экс}} / 2 \cdot 10^{-5} = 96 \div 97 (\text{дБ})$$

Уровень акустической мощности равен

$$L_w = L_p + 20 \cdot \log R + 10 \cdot \log \Omega = 124 \div 125 (\text{дБ})$$

а акустическая мощность источника равна 2,5÷3,2 Вт.

2.3. Инфразвуковой шум осевых вентиляторов

Для проветривания подземных выработок наибольшее распространение получили осевые вентиляторы, имеющие большую производительность.

На рис. 8 приведена характерная запись инфразвуковых колебаний возбуждаемых осевым вентилятором, а на рис. 9 их спектр.

Из экспериментальных данных получено, что

$$L_p = 20 \cdot \log \sigma P_{\text{экс}} / 2 \cdot 10^{-5} = 88 \div 89 (\text{дБ})$$

Уровень акустической мощности равен

$$L_w = L_p + 20 \cdot \log R + 10 \cdot \log \Omega = 116 \div 117 (\text{дБ})$$

а акустическая мощность источника равна 0,4÷0,5 Вт.

При выемке породы среднее квадратическое значение инфразвукового шума экскаватора ($\sigma P_{\text{экс}}$) равно 1,3÷1,4 Па.

Тогда уровень шума будет равен

среднеквадратическое значение инфразвукового шума вентилятора ($\sigma P_{\text{экс}}$) в полосе частот 1÷20 Гц на расстоянии ≈ 40 м равно 0,2÷0,3 Па.

$$L_p = 20 \cdot \log \sigma P_B / 2 \cdot 10^{-5} = 80 \div 83 (\text{дБ}).$$

Уровень акустической мощности равен

$$L_w = L_p + 20 \cdot \log R + 10 \cdot \log \Omega = 120 \div 123 (\text{дБ})$$

а акустическая мощность источника равна 1,0÷2,0 Вт.

2.4. Инфразвуковой шум градирни

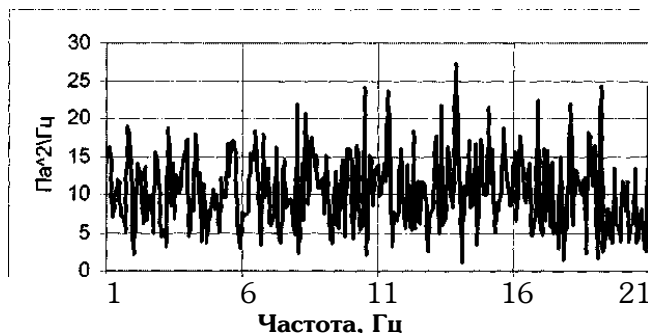


Рис. 11. Спектр инфразвуковых колебаний

В больших градирях источником шума является свободное падение воды с высоты нескольких метров.

На рис. 10 приведена характерная запись инфразвуковых колебаний возбуждаемых свободным падением в градири, а на рис. 11 их спектр.

Из экспериментальных данных получено, что среднеквадратическое значение шума градири (σP_T) в полосе частот 1÷20 Гц на расстоянии ≈ 10 м равно $0,3 \div 0,4$ Па.

Уровень шума градири равен $L_p = 20 \cdot \log \sigma P_T / 2 \cdot 10^{-5} = 83 \div 86$ (дБ),

Уровень акустической мощности равен $L_w = L_p + 20 \cdot \log R + 10 \cdot \log \Omega = 111 \div 114$ (дБ) а акустическая мощность источника равна $0,13 \div 0,25$ Вт.

Заключение

Проведенные натурные наблюдения за горными машинами и оборудованием показали следующее.

1. Перечисленные горные машины и оборудование являются источниками инфразвука.

2. Большинство источников имеет квазипериодический характер излучения, обусловленный режимом работы горного предприятия.

3. Наблюдается большое количество одновременно функционирующих источников, различных по размерам, мощности излучения, спектральному составу и времени действия.

4. Обращает на себя внимание неравномерность пространственного распределения источников.

Кроме того, анализ полученных материалов регистрации позволил оценить амплитудно-частотных характеристик некоторых горных машин и оборудования.

1. Частотный спектр инфразвукового шума (кроме градири) в диапазоне 1÷20 Гц является широкополосным с характерными тональными составляющими. Тональные составляющие находятся в диапазоне 5÷15 Гц.

2. Частотный спектр инфразвукового шума градири в диапазоне 1÷20 Гц является широкополосным, постоянным.

3. Акустическая мощность излучения находится в диапазоне от долей до единиц Вт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковригин С.Д., Крышов С.И. Строительная акустика // М.: Высшая школа, 1986. С. 255.

2. Рихтер Л.А., Тулов В.Б. Охрана окружающей среды от шума энергетического оборудования // М.: Энергоиздат, 1993. С. 95. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Рыбнов Ю.С., Сырников Н.М., Евменов В.Ф. – Институт динамики геосфер РАН, Тел. (495) 1376611.

Рыбнов С.Ю., Смелик Г.А. – Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru

