

Н.А. Дудля, канд. техн. наук

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет),

И.Е. Данильченко, канд. техн. наук, Г.Н. Кириченко

(Украина, Днепропетровск, Днепропетровское отделение УкрГГРИ)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ШУМА НА УСТАНОВКАХ КОЛОНКОВОГО БУРЕНИЯ

Основной объем работ при колонковом бурении выполняется стационарными станками типа ЗИФ, СКБ и самоходными установками комплексов технических средств КГК, УРБ. Кроме того, применяют еще более 10 типов станков, доля которых в общем парке занимает менее 20 %.

Разведочные работы ведутся как в поле, так и в населенных пунктах в непосредственной близости от жилых сооружений. Поэтому шум, создаваемый буровым оборудованием, действует не только на рабочих буровой бригады, но и жителей близлежащих районов. Большое количество машин и механизмов, сконцентрированных в помещении буровой, создают высокие уровни шума.

Шум механического характера возникает в результате динамических и упругих деформаций в сцеплениях машин и механизмов. Упругие деформации деталей машин приводят к вибрации узлов и агрегатов, распространяются через фундаменты и конструкции установок, вызывая структурный шум. Диапазон слышимости звука человеком находится в пределах 20 – 20000 Гц с длиной волн 17 – 11 мм. Нормируется диапазон 60 – 8000 Гц.

Производственные шумы по частотному составу, временным характеристикам и продолжительности действия обычно делят на: *высокочастотные* – свыше 800 Гц; *среднечастотные* – 300 – 800 Гц; *низкочастотные* – ниже 300 Гц.

Наиболее вредное действие оказывают шумы, содержащие большое число звуков средних и особенно высоких (свыше 800 Гц) частот. Интенсивный шум в условиях производства может способствовать возникновению несчастных случаев, снижению производительности труда [1-4].

Физиологическое воздействие шума на человека зависит от многих параметров (уровня звукового давления, частотного спектра шума, времени воздействия). Международной организацией по стандартизации (ИСО) разработаны рекомендации по нормированию шума, основанные на: предельно допустимых уровнях звукового давления в октавных полосах частот – предельных спектрах (ПС), регламентировании уровня звука по шкале «А» (дБА), который измеряют при включении частотной характеристики шумомера А.

Шум считается допустимым, если измеренные уровни звукового давления во всех октавных полосах нормируемого диапазона частот будут ниже значений, определенных соответствующим предельным спектром. При оценке шума по предельному спектру предусматривается также продолжительность его действия. Минимальный индекс предельного значения при $t \geq 120$ мин – ПС – 85; максимальный – соответственно при $t \leq 5$ мин – ПС – 120. Для ориен-

тировочной оценки шума принята эквивалентная спектру ПС–80 величина 85 дБА, утвержденная в санитарных нормах по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий (табл. 1).

Таблица 1.

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Норма шума на рабочих местах в производственных помещениях и на территории, дБ	99	92	86	83	80	78	76	74

Предел шумового восприятия громкости звука или шума человеком составляет 130 – 140 дБ, шум в 150 дБ для человека непереносим, а в 180 дБ вызывает усталость металла. Ухо человека улавливает изменение частоты шума (Гц) не на какое-то количество единиц, а в какое-то число раз. Эта особенность слуха человека в значительной степени обуславливает применение в графиках логарифмического масштаба шкалы частот.

В основу норм шума положены рекомендации Комитета акустики Международной организации по стандартизации. Они представляют собой группу кривых, расположенных одна над другой на расстоянии 5 дБ. Каждая кривая является графическим изображением спектра шума и имеет свой номер, который определяется количеством децибел на частоте 1000 Гц. Так, для рабочих мест производственных помещений принята кривая 80. Допустимый для рабочих мест шум различных уровней в разных октавных полосах оказывает на человека одинаковое воздействие, равное воздействию шума в 80 дБ с частотой 1000 Гц (99 дБ с частотой 63 Гц, 92 дБ с частотой 125 Гц и т.д.). Уровни звука по шкале шумомера А и показывают в дБ ощущение звука по данной кривой (85 дБ). В нормативных документах обычно принимается уровень звукового давления

$$L = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (1)$$

где P – звуковое давление измеряемого объекта, Па; P_0 – стандартное значение звукового давления, соответствующее порогу слышимости звука на частоте 1000 Гц (самый слабый звук, еле слышимый ухом человека).

Увеличение шума на 1 дБ соответствует возрастанию силы звука на 26%, только при таком значении ощущается повышение громкости тона [5-8].

Уровень звука L_a дБА, вычисляется по формуле

$$L_a = 20 \lg \frac{P_A}{P_0}, \quad (2)$$

где P_A – средняя квадратичная величина звукового давления с учетом «коррекции А» шумомера, Па;

Для измерения шума в производственных помещениях и на территории введен в действие стандарт „Здания и сооружения промышленных предприятий“. Метод измерения распространяется на фактические уровни шума на рабочих местах и в производственных помещениях, допустимые по действующим нормам, оценки шумового режима в производственных помещениях, разработки мероприятий по снижению шума, а также на оценки эффективности этих мероприятий. Стандарт устанавливает *измеряемые* и *рассчитываемые* величины, *средние* уровни звукового давления L (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц; уровни звука L_a (дБА) – внесистемная единица дБА применена для постоянных широкополосных и импульсных шумов. *Эквивалентный уровень звука непостоянного шума* – это уровень звука постоянного, широкополосного неимпульсного шума, оказывающего такое же воздействие на человека, как и непостоянный шум при продолжительности измерения в одной точке не менее 30 мин и числе отсчетов 360. Определяется эквивалентный уровень звука так:

$$L_{A_{\text{экв}}} = 10 \lg \frac{1}{100} \left(\sum_{i=1}^n f_i 10^{0,1L_i} \right), \quad (3)$$

где f_i – доля числа отсчетов в данном интервале уровней, %; L_i – средний уровень звука в данном интервале, дБА; $i = 1, 2, \dots, n$ – номер отсчета.

Измерения производят в точках, соответствующих рабочим местам. Если рабочие места – непостоянные, то измерения следует выполнять в нескольких точках, чтобы охватить возможно большую часть зоны. Минимальное число точек в зоне измерения будет равняться трем.

При измерении микрофон шумомера должен быть направлен в сторону источника шума и удален не менее чем на 0,5 м от человека. Причем располагаться он должен на высоте 1,5 м над полом (рабочей площадкой), если работа выполняется стоя или на уровне головы человека, подвергающегося воздействию шума, если работа выполняется сидя.

Измерения для контроля соответствия фактических уровней шума на рабочих местах по допустимым уровням следует проводить при работе не менее 2/3 установленных в данном помещении единиц технологического оборудования.

Общие уровни шума – уровень звука (дБА) необходимо измерять шумомером при включенной частотной характеристике. В обоих случаях шумомер включают в положение «медленно» и отсчёт снимают по среднему показанию стрелки (если она колеблется).

Уровень звукового давления в частотах октавных полос сопоставляется с допустимым уровнем шума на рабочих местах по предельному спектру ПС–80. Уровни звукового давления измеряются при помощи шумомера, включенного на линейную частотную характеристику (или шкалу С), и подключенного к нему частотного анализатора – октавного полосового фильтра.

Измерения проводятся на рабочих местах при различных технологических режимах бурения. Результаты хронометража рабочего дня позволяют отметить, что время чистого бурения занимает 25 – 35%, спуско-подъемных операций 15 – 50% и вспомогательных 5 – 15%. Во время выполнения спуско-подъемных операций шум и вибрация действуют на всех членов бригады, при бурении наибольшим уровням шума и вибраций в основном подвержен бурильщик. При 8-часовой рабочей смене рабочие бригады находятся в контакте с вибрирующим оборудованием, создающим шум общего характера. Наряду с этим бурильщики испытывают дополнительно и вибрации местного характера.

При оценке вредности воздействия вибрации и шума на рабочих буровой установки следует учитывать также действие сопутствующих неблагоприятных факторов, как метеоусловий, больших физических нагрузок, неудобного положения тела помощника бурильщика во время спуско-подъемных операций.

При измерении и анализе частотных характеристик шума в Кривбассе использовалась следующая аппаратура фирмы «Брюль и Кьер»:

- конденсаторный микрофон типа 4133, предназначенный для точных и специальных измерений, а также обладающий широким динамическим диапазоном от 32 до 160 дБ и частотным диапазоном от 20 до 40 Гц. Диаметр микрофона 12,7 мм, а его чувствительность на выходе катодного повторителя типа 2614 составляет 1 мВ/мкбар. Микрофонный капсюль навинчивается непосредственно на катодный повторитель и составляет с ним одно целое;

- датчик вибраций – акселерометр типа 4314, являющийся преобразователем и создающий электрический сигнал, пропорциональный ускорению вибрирующей поверхности. Частотный диапазон датчика составляет от 2 до 8000 Гц, а собственная резонансная частота около 35 Гц, датчик является прибором контактного типа;

- анализатор звуковой частоты типа 2111, являющийся комбинацией усилителя (шумомера) и полосового фильтра. Микрофонный усилитель (для измерения шумов и вибраций с микрофоном и вибродатчиками) обеспечивает усилие на 100 дБ, коэффициент искажения составляет менее 1%, позволяет производить измерения эффективных, средних и пиковых значений. Выход прибора может быть подключен к самописцу типа 2305. Возможно переключение характеристик с линейной в диапазоне 2 – 40 кГц на линейную в диапазоне 20 – 40 кГц. Набор полосовых фильтров состоит из 11-ти октавных фильтров и 3-х резонансных контуров в соответствии с нормами ИСО для измерения шумов. Переключение полос осуществляется вручную или автоматически при работе с самописцем типа 2305. Входное сопротивление составляет 0 – 2 кОм, выходное – не менее 10 кОм. Фильтры надежно защищены от влияния внешних магнитных полей;

- дополнительный полосовой фильтр типа 1620 состоит из 3-х 1/3 октавных фильтров со средними частотами 5, 12,16, 20 Гц и октавного фильтра со средней частотой 16 Гц. Используется как дополнительный к анализатору звуковой частоты 2111;

- логарифмический самописец уровня, спектра шума и вибраций типа 2305. Прибор регистрирует эффективные, средние и пиковые значения сигналов, а также осуществляет запись постоянных напряжений. Прибор обеспечивает 15 скоростей записи от 4 до 2000 мм/с, 12 скоростей перемещения бумаги от 0,0003 до 100 мм/с с дистанционным управлением от анализатора частоты 2111. Динамический диапазон записи определяется в пределах 10 – 75 дБ в зависимости от установленного потенциометра. Каждый потенциометр имеет 200 контактных положений.

При исследованиях в Донбассе:

- измерения уровней звука и уровней звукового давления выполнялись шумомерами ВМ-292А фирмы «Тесла»;
- спектр шума определялся при помощи тракта: шумомер ВМ-292 – третьоктавный анализатор спектра шума АШ-2М.

Типовая схема размещения оборудования в помещении буровой и точки измерений шума и вибраций приведены на рис. 1.

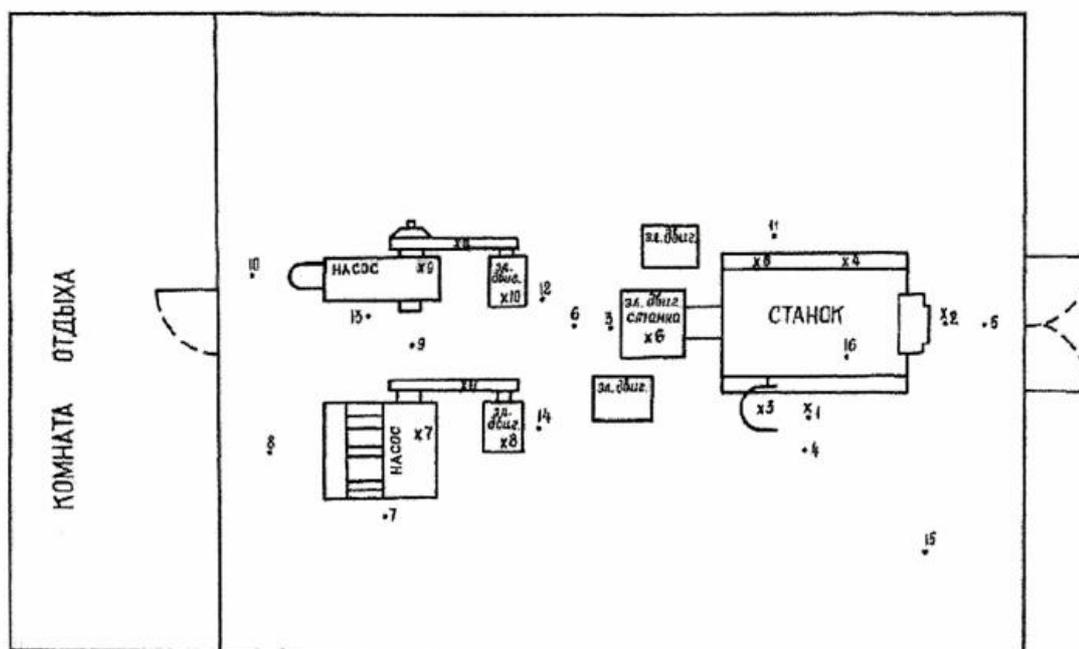


Рис. 1. Типовая схема расположения оборудования в буровой и точки измерения шума и вибраций

При общей оценке уровня шума в помещении буровой микрофон устанавливался на уровне уха работающего – 1,5 м от пола и 1 м от оборудования и стенок помещения. Также проводились измерения шума в характерных точках шумящего механизма. Точки выбирались в зависимости от типа и условий работы машин. Микрофон устанавливался на расстоянии 0,5 м от узлов оборудования.

При измерении шума на рабочих местах бурильщика и его помощника микрофон устанавливался на уровне уха работающего – 1,5 м от пола и на расстоянии 1 м от рукояток или пульта управления. Если шум создавался одновременно несколькими механизмами, то замерялся общий уровень.

Измерения проводились при включенной характеристике «С» шумомера. Кроме того, уровни звука фиксировались по шкале А. Микрофон устанавливался в направлении источника шума. При спуске-подъеме бурового инструмента –

станка ЗИФ-650М (рис. 2 спектры 1 и 3) уровни шума достигают 94 – 98 дБ в диапазонах частот 500 – 2000 Гц и превышают уровни СН 4 – 20 Гц в диапазоне частот 300 – 1000 Гц. Абсолютный максимум спектра шума при подъеме бурового инструмента равен 98 дБ и находится в полосе с центром частот 500 Гц.

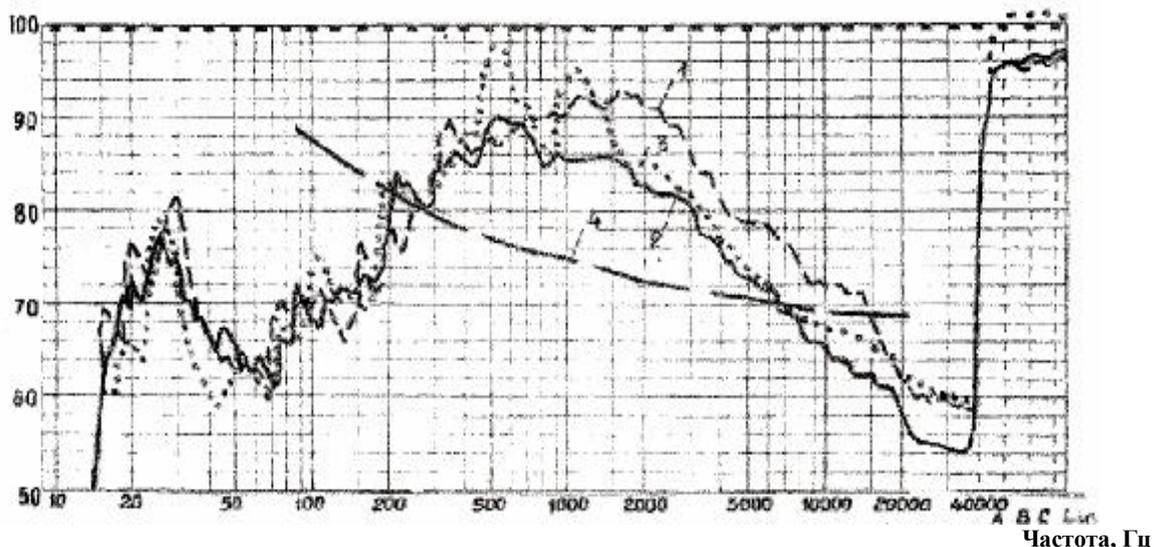


Рис. 2. Спектры шума станка ЗИФ - 650М:

1 – при спуске инструмента; 2 – при бурении; 3 – при подъеме инструмента; 4 – СН 785 - 69

Из рассмотренных характеристик шумов при бурении и спуско-подъемных операциях видно, что спектры, измеренные на одном из рабочих мест, дают полную характеристику условий труда в помещениях буровых агрегатов по фактору шума.

Спектры шума бурового станка ЗИФ-1200М (рис. 3) носят среднечастотный характер. При спуске-подъеме бурового инструмента существует абсолютный максимум с уровнем шума 103 дБ в полосе с центром частот 400 Гц и превышением СН в диапазоне 300 – 5000 Гц на 4 – 25 дБ. При бурении уровни шума также имеют зональные составляющие в полосах с центром частот 400 и 800 Гц и превышают СН на 6 – 17 дБ в диапазоне 300 – 3000 Гц (табл. 2).

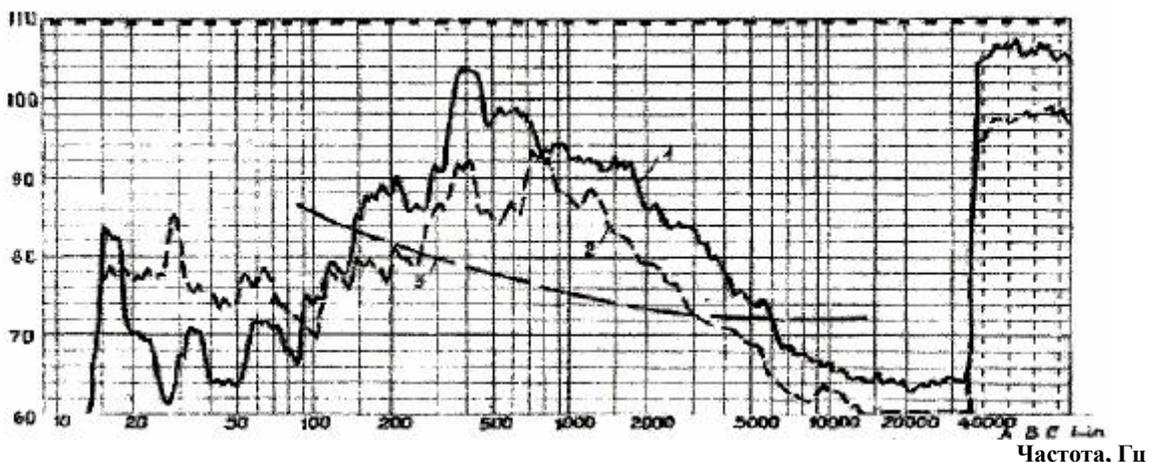


Рис. 3. Спектры шума станка ЗИФ - 1200М: 1 – при спуске инструмента;

Таблица 2.

Источник шума	Среднестатистические частоты, Гц						Операции
	250	500	1000	2000	4000	8000	
ЗИФ-1200А	-	14	19	17	10	-	Спуск буровой колонны
ЗИФ-1200М	5	12	13	16	5	-	Бурение, II скорость
ЗИФ-1200М	11	9	13	12	3	-	Бурение, IV скорость
ЗИФ-650М	-	12	17	12	6	-	Подъем буровой колонны
СБА-500	-	17	15	14	8	5	Бурение, V скорость
БА-2000	-	6	10	5	-	-	Подъем буровой колонны
ВИТР-2000	8	13	17	16	16	-	Подъем буровой колонны

Спектры шума в гараже станка ЗИФ-1200М, оборудованного лебедкой ВИТР-2000, изображены на рис. 4. Спектры шума при спуске и подъеме бурового инструмента, спектр 1, носят среднечастотный характер, достигают в диапазоне частот 300 – 600 Гц уровней 100 – 101 дБ и превышают СН; спектр 3 существует в диапазоне частот 200 – 10000 Гц с абсолютным максимумом в полосе с центром частот 315 Гц, который достигает 96 дБ. Спектр шума превышает СН на 4 – 16 дБ в диапазоне частот 300 – 5000 Гц.

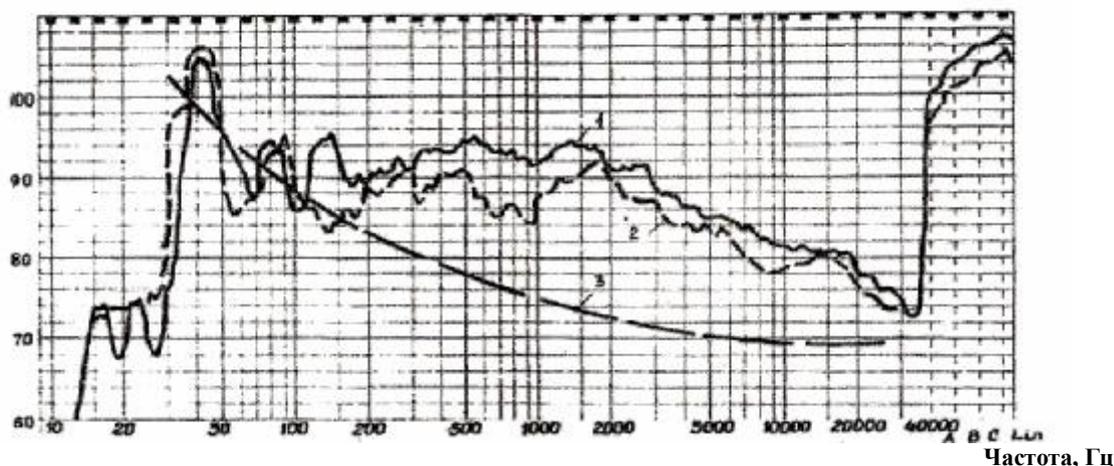


Рис. 4. Спектры шума станка ЗИФ - 1200М с лебедкой ВИТР-2000:

1 – при спуске инструмента; 2 – при бурении; 3 – СН 785 - 69

При бурении (рис. 5, спектр 2) уровни шума бурового станка БА-2000 значительно ниже, достигают 80 – 82 дБ и превышают СН на 4 – 6 дБ в диапазоне частот 500 – 2000 Гц. Низкие уровни шума при бурении наблюдаются на всех рабочих местах гаража БА-2000.

Спектры шума при спуске-подъеме инструмента на станке СБА-500 (рис. 6, спектр 2) достигают 86 – 90 дБ м и превышают допустимые СН на 4 – 14 дБ в диапазоне частот 200 – 10000 Гц. При бурении (рис. 6, спектр 1) уровни шума велики и достигают 93 – 97 дБ с превышением СН (спектр 3) на 4 – 19 дБ в диапазоне частот 200 – 10000 дБ.

Поскольку станок не имеет гаража, уровни шума в районе работы помощника бурильщика ниже на 5 – 8 дБ, нежели на его рабочем месте (рабочее место находится на раме станка).

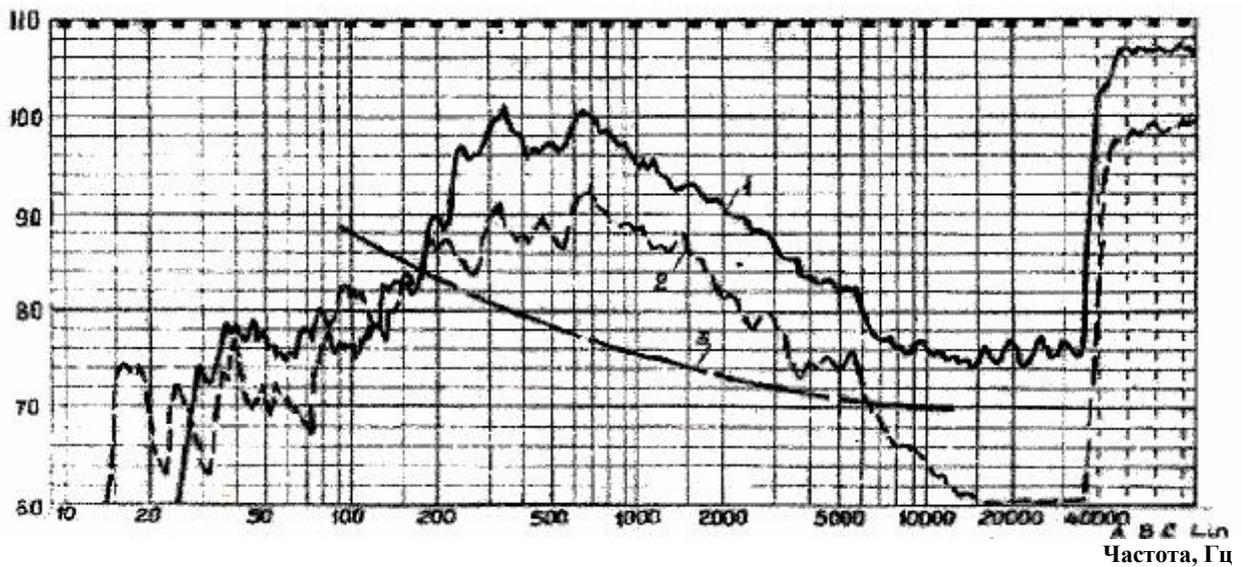


Рис. 5. Спектры шума станка БА-2000:
1 – при спуске инструмента; 2 – при бурении; 3 – СН 785 - 69

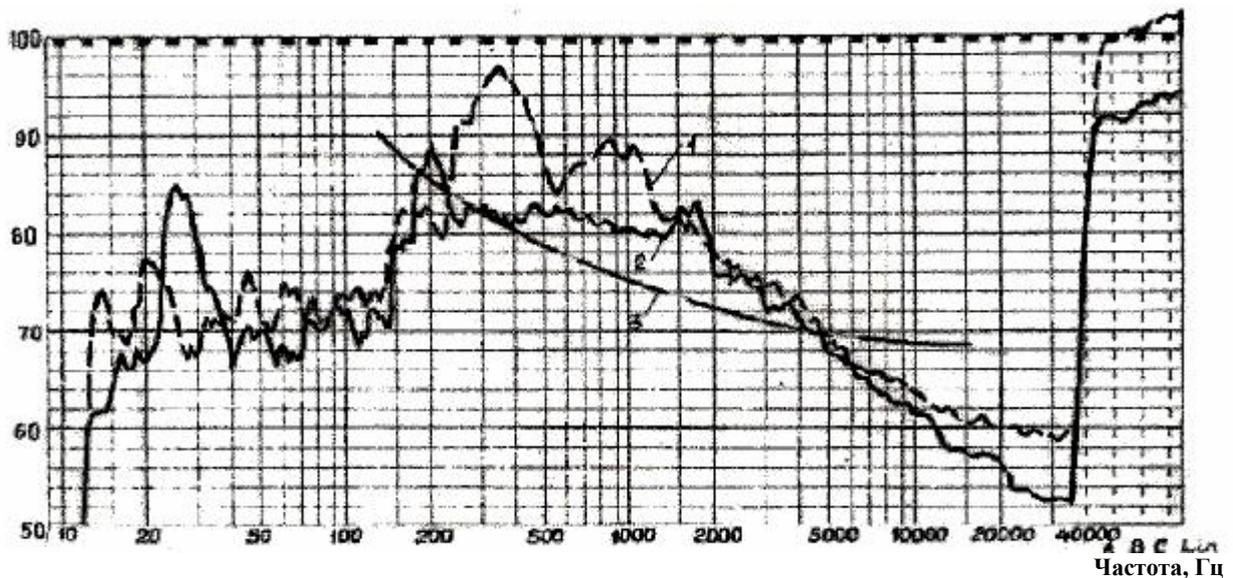


Рис. 6. Спектры шума станка СБА-500:
1 – при подъеме бурового инструмента; 2 – при бурении; 3 – СН 785 – 69

При работе буровых агрегатов на территории жилых поселков проведены измерения шума на расстоянии 10 и 20 м от бурящейся скважины. Установлено, что на расстоянии 2 – 20 м от заборов жилого участка уровень шума превышает СН на 3 – 26 дБ в диапазоне частот 62 – 8000 Гц (табл. 3).

Таблица 3.

Источник шума	Среднегеометрические частоты, Гц					
	250	500	1000	2000	4000	8000
Вращатель СБА-500	4	13	13	15	16	12
Вращатель ЗИФ-1200М	15	10	11	7	-	-
Вращатель БА-2000	-	6	-	-	-	-
Вращатель ЗИФ-650М	4	13	12	12	6	-
Вращатель ЗИФ-1200А	5	10	12	9	-	-

Насос НБ-11С	-	7	-	4	-	-
Насос 11 Гр	9	4	6	-	-	-
Электродвигатель станка						
СБА-500	5	13	16	19	15	12
ЗИФ-1200М	8	11	12	8	-	-
БА-2000	7	12	13	11	9	10
ЗИФ-650М	10	11	20	14	10	7
ЗИФ-1200А	4	9	12	12	5	-
Коробка передач						
ЗИФ-650М	4	7	14	13	7	5
ЗИФ-1200М	6	14	16	10	-	-
Редуктор						
БА-2000	-	13	16	14	5	-
ВИТР-2000	24	31	30	28	25	18

Выводы

1. На рабочих местах в гаражах буровых агрегатов ЗИФ-650М, ЗИФ-1200М, БА-2000 и станка СБА-500 спектр шума превышает допустимые санитарно-гигиенические нормы на 2 – 25 дБ.

2. Минимальные уровни шума возникают при работе буровых станков с роторным приводом БА-2000. Станки шпиндельного типа имеют приблизительно равные уровни, которые превышают СН на 10 – 25 дБ в среднем диапазоне частот.

3. Уровни шума буровых станков (табл. 3) изменяются при различных операциях, выполняемых при бурении и спуско-подъеме, и зависят от режима работы станка и его технического состояния.

Список литературы

1. Афанасьев В.Д., Животовский А.А., Колисниченко А.Ф., Колограй Б.Я. Методы борьбы с шумом и вибрациями в горнорудной промышленности. – К.: УкрНИИИТИ, 1969. – 127 с.
2. Данильченко И.Е., Кириченко Г.Н. Результаты измерения шума и вибраций на установках колонкового бурения. – К.: УкрНИИИТИ, 1970. – 58 с.
3. Орловская Э.П. Влияние шума на организм и работоспособность человека. – К.: УкрНИИИТИ, 1970. – 33с
4. Сулейманов Р.Н., Мусаэльянц Р.Н., Басаев Р.М. Борьба с шумом и вибрацией в нефтяной промышленности.– М.: Недра, 1982. – 223 с.
5. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвук та інфразвук. Головні санітарно-епідеміологічне управління. – К., 1999. – 29 с.
6. Сторожук В.М. Виробничий шум: природа та шляхи зниження. – К.: Основа, 2003. – 384 с.
7. Sidorova M., Pinka J., Rákociova M. Selektywne wyposażenie odwiertu.//Gornictwo, z. 285. – Gliwice, 2009, – S.207-213.
8. Ján Pinka, Marina Sidorová, Nikolaj Andrejevič Dudla. Vrtné Súpravy a ich diagnostikovanie. – Košice, 2009. – 175 s.